



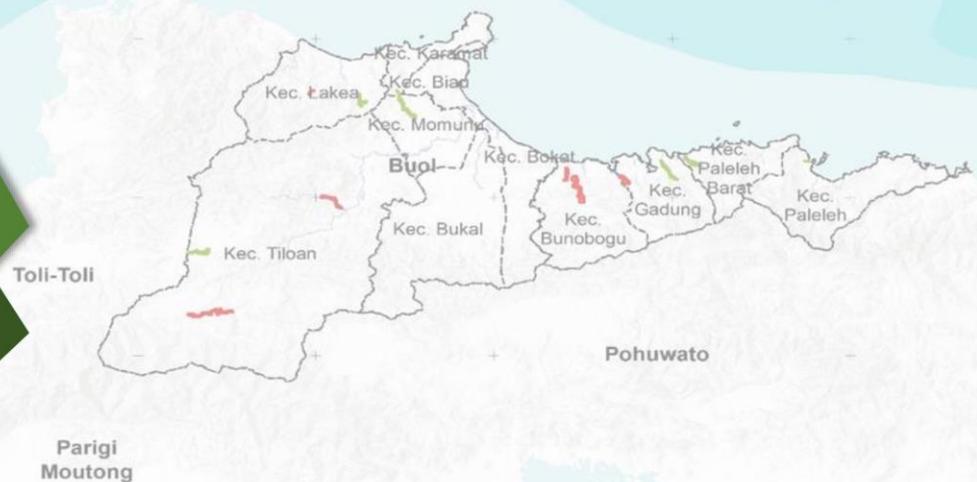
# PEMERINTAH KABUPATEN BUOL (BAPPEDA-LITBANG)

Kerjasama Dengan  
**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN  
KEPADA MASYARAKAT  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**



## LAPORAN AKHIR

**KAJIAN PERTAMBANGAN:  
STUDI POTENSI BAHAN  
GALIAN BIJIH EMAS (AU)  
KABUPATEN BUOL  
Tahun 2023**



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nyalah sehingga kami dapat menyelesaikan Laporan Akhir 'Kajian Pertambangan Studi Potensi Bahan Galian Bijih Emas (Au)'. Laporan Akhir ini berisikan tentang Hasil Studi Lapangan daerah penelitian dan peta potensi Bahan Galian Bijih Emas (Au) di Kabupaten Buol Provinsi Sulawesi Tengah.

Laporan Akhir ini memberikan kegiatan sampling di lapangan, pengolahan data lapangan serta informasi primer yang terkait dengan sebaran potensi mineral di Kabupaten Buol Provinsi Sulawesi Tengah. Hasil penyelidikan lapangan dan penelitian tentang potensi sumber daya mineral selanjutnya dapat dijadikan database bagi pemangku kepentingan di pemerintah provinsi (pemprov) dan bahan informasi serta promosi bagi para pelaku bisnis sektor pertambangan untuk berinvestasi di Provinsi Sulawesi Tengah

Akhir kata dalam kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada Pemerintah Kabupaten Buol Provinsi Sulawesi Tengah serta semua pihak yang telah memberikan kepercayaan dan membantu kami dalam penyelesaian laporan Akhir ini. Kami sangat mengharapkan masukan dan saran dari semua pihak untuk kesempurnaan laporan Akhir ini. Semoga laporan kegiatan ini dapat menghasilkan luaran (*out put*) yang bermanfaat bagi seluruh pemangku kepentingan.

Makassar, Oktober 2023

Ketua Tim

**Prof. Dr.Eng. Adi Maulana, ST.M.Phil.**  
NIP: 19800428 2005 011001

**DAFTAR ISI**

KATA PENGANTAR.....	I
DAFTAR ISI.....	II
DAFTAR TABEL .....	IV
DAFTAR GAMBAR.....	V
BAB 1 .....	VIII
PENDAHULUAN.....	VIII
1.1 Latar Belakang.....	viii
1.2 Maksud dan Tujuan.....	viii
1.3 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian .....	ix
1.4 Waktu Pelaksanaan Kegiatan .....	ix
1.5 Peralatan (Equipment) .....	x
BAB 2 .....	1
METODOLOGI DAN TAHAPAN PENELITIAN.....	1
2.1 Kegiatan Lapangan .....	1
2.2 Analisis Laboratorium .....	2
2.3 Evaluasi dan Pengolahan Data.....	2
2.4 Penggambaran Peta dan Penyusunan Laporan Akhir .....	2
BAB 3 .....	2
KONDISI GEOLOGI .....	3
3.1 Geologi Regional .....	3
3.2 Stratigrafi Regional .....	4
3.3 Struktur Geologi Regional.....	7
BAB 4 .....	10
LOKASI PENGAMATAN DAN PENGAMBILAN SAMPEL.....	11
4.1 Desa Pinamula .....	11
4.2 Desa Labuton .....	13
4.3 Desa Nandu .....	16
4.4 Desa Lakea 1 .....	17
4.5 Desa Lakea 2 .....	18
4.6 Desa Bodi.....	21
4.7 Desa Lonu .....	23
4.8 Desa Bonobogu.....	24
4.9 Desa Dopalak .....	24
4.10 Desa Kokobuka (Sungai Tabong).....	27
BAB 5 .....	28
TIPE ENDAPAN LOGAM EMAS DAN MINERALISASINYA.....	29
5.1 Klasifikasi Endapan Emas .....	29
5.2 Mineralisasi .....	38
5.3 Pirit (FeS <sub>2</sub> ) dan Kalkopirit (CuFeS <sub>2</sub> ) .....	39

5.4 Alterasi .....	42
BAB 6 .....	44
ANALISIS GEOKIMIA .....	45
6.1 Analisis Mineralogi .....	45
BAB 7 .....	55
DELINASI WILAYAH PERTAMBANGAN RAKYAT DAN POTENSINYA .....	55
7.1 Potensi emas di wilayah pertambangan rakyat .....	56
BAB 8 .....	57
KESIMPULAN .....	57
8.1 Kesimpulan .....	57
LAMPIRAN 1: TITIK SURVEY LOKASI .....	59
LAMPIRAN 2: PETA AREA WPR .....	69
LAMPIRAN 3: HASIL ANALISA AAS .....	82
LAMPIRAN 4: HASIL ANALISA XRD .....	92
LAMPIRAN 5: HASIL ANALISA XRF .....	95

**DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1 Karakteristik Tipe Endapan Emas Epitermal Sulfidasi Rendah dan Sulfidasi tinggi yang disebutkan oleh Hedenquist dkk., (2000) dalam (Idrus & Prihatmoko, 2022).....	32
Tabel 5.1 Komposisi unsur utama pada sampel bijih di 3 lokasi .....	51
Tabel 5.2 Kandungan unsur-unsur jejak pada 3 sampel bijih. ....	53
Tabel 5.3 Hasil analisa AAS pada beberapa sampel di yang tersebar di beberapa titik di wilayah Kabupaten Buol.....	54
Tabel 6.1 Wilayah administrasi WPR di Kabupaten Buol .....	57
Tabel 6.2 Rencana usulan WPR di Kabupaten Buol.....	57

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1.1 Peta Tunjuk Lokasi Penelitian.....	ix
Gambar 3.1 Peta Geologi Regional Kabupaten Buol, dirangkum dari Peta Geologi lembar Tolitoli (Ratman, 2011) dan Tilamuta (Bachri et al., 2011).....	4
Gambar 3.2 Peta Geologi Sulawesi dan tatanan tektoniknya (dimodifikasi) (Hall & Wilson, 2000).....	9
Gambar 4.1 Kenampakan endapan point bar (x) (A) Kenampakan mata air panas (B) .....	11
Gambar 4.2 kenampakan struktur geologi berupa kekar non sistematis pada stasiun 11.....	12
Gambar 4.3 Kenampakan morfologi Perbukitan Labuton dimanfaatkan sebagai kawasan pertambangan lokal perkebunan dan ladang, difoto ke arah Selatan. ....	14
Gambar 4.4 kenampakan close up hand specimen batu beku pada stasiun 8 (A), Kenampakan singkapan batuan beku pada stasiun 9 (B), singkapan batuan pada stasiun 8 (C), close up hand specimen sampel batuan pada stasiun 11 (D).....	14
Gambar 4.5 kenampakan struktur geologi berupa kekar non sistematis.....	15
Gambar 4.6 kenampakan zona hancuran di foto dari arah selatan dan Foto hand specimen sampel batuan .....	17
Gambar 4.7 Kenampakan satuan geomorfologi Pegunungan di foto dari arah timur dan foto hand specimen sampel batuan .....	18
Gambar 4.8 Kenampakan satuan geomorfologi Perbukitan dari arah barat laut ...	19
Gambar 4.9 Kenampakan singkapan batuan dengan kedudukan yang relative sama difoto dari arah timurlaut .....	20
Gambar 4.10 Kenampakan Geomorfologi perbukitan dan sungai dengan bentuk lembah “U” Desa Bodi.....	22
Gambar 4.11 Kenampakan sungai dengan bentuk lembah “V” dan singkapan batuan di foto dari arah timur.....	23
Gambar 4.12 Kenampakan aliran sungai desa lonu dan lokasi pengambilan sampel placer.....	23
Gambar 4.13 Kenampakan endapan point bar (x) dan hand specimen batuan pada desa Bunobogu.....	24
Gambar 4.14 Kenampakan satuan geomorfologi perbukitan difoto dari arah barat daya.....	25
Gambar 4.15 Kenampakan kekar non sistematis difoto dari arah utara .....	26
Gambar 4.16 Kenampakan endapan point bar (x) dan hand specimen batuan	

metamorf Sungai Tabong.....	28
Gambar 4.17 Sumber mata air panas desa Pinamula .....	30
Gambar 4.18 Singkapan batuan andesit dengan asosiasi mineral pirit desa pinamula.....	31
Gambar 4.19 Ilustrasi pembagian system yang terjadi pada endapan emas epitermal; system Geotermal (Tipe endapan Epitermal Sulfidasi Rendah) dan system magmatic-hydrothermal (Tipe Endapan Sulfidasi Tinggi) digambar ulang dari Hendiquest dan Lowenstern, (1994) dalam (Idrus & Prihatmoko, 2022).....	31
Gambar 4.20 Kenampakan singkapan batuan dengan tekstur colloform (A,B) dan kenampakan vein berupa kuarsa di desa nandu (C,D). .....	34
Gambar 4.21 Mineralisasi pada sampel fluids di sungai desa Dopalak.....	35
Gambar 4.22 Prinsip konsentrasi mekanik endapan placer .....	36
Gambar 4.23 Proses mendulang pengambilan sampel Placer di desa Dopalak pada lingkungan pengendapan fluvial (sungai).....	37
Gambar 4.24 Kegiatan penambangan rakyat di desa lakea 2 .....	38
Gambar 4.25 Kegiatan penambangan rakyat yang berada pada lingkungan transisi menuju laut di Kecamatan Paleleh. ....	38
Gambar 4.26 Kenampakan hand specimen Mineral pirit dan kalkopirit Stasiun 2 Sungai Tabong.....	40
Gambar 4.27 Kenampakan hand specimen Mineral pirit Stasiun 1 Desa Nandu...40	
Gambar 4.28 Kenampakan Mineralisasi hematit dan Galena pada urat-urat kuarsa di Desa Nandu. ....	41
Gambar 4.29 Kenampakan mineralisasi Covelit dan Bornit pada sampel fluids di sungai desa Dopalak.....	42
Gambar 4.30 Model alterasi dan mineralisasi Buchanan/Morrison/Corbett and leach .....	44
Gambar 5.1 Fotomikrograf sampel bijih dari S. Pinamula. Gambar A memperlihatkan mineral galena (Gn), kalkopirit (Ccp), kovelit (Cv), dan kuarsa (Qz).....	46
Gambar 5.2 Fotomikrograf sampel bijih sulfida dari Desa Nandu. Terlihat mineral pirit (warna kuning) dengan tekstur anhedral - subhedral yang berasosiasi dengan mineral kuarsa.....	47
Gambar 5.3 Menunjukkan kenampakan bijih sulfida yang terdiri dari kalkopirit dan pirit yang tertanam dalam masa dasar kuarsa. Emas diidentifikasi dengan warna kontras dan memiliki tekstur butiran yang tidak teratur serta ukuran bervariasi (Gambar C dan D).....	48
Gambar 5.4 Pola difraktogram sampel kode ST.007 Pinamula memperlihatkan kehadiran mineral sulfida yakni pirit serta mineral oksida tembaga...49	
Gambar 5.5 Pola difraktogram sampel bijih ST.01C Nandu, memperlihatkan	

sampel didominasi oleh kalsit dan sedikit mineral talk. ....	50
Gambar 5.6 Pola difraksi sinar X sampel bijih sulfida kode ST.03.Palele Induk terdiri dari mineral-mineral kuarsa dan kamosit sebagai mineral gangue. Sedangkan mineral bijihnya berupa pirit dan kuprit.....	51
Gambar 7.1 Pola difraktogram sampel kode ST.007 Pinamula memperlihatkan kehadiran mineral sulfida yakni pirit serta mineral oksida tembaga....	93
Gambar 7.2 Pola difraktogram sampel bijih ST.01C Nandu, memperlihatkan sampel didominasi oleh kalsit dan sedikit mineral talk. ....	93
Gambar 7.3 Pola difraksi sinar X sampel bijih sulfida kode ST.03.Palele Induk terdiri dari mineral-mineral kuarsa dan kamosit sebagai mineral gangue. Sedangkan mineral bijihnya berupa pirit dan kuprit.....	94

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kegiatan pertambangan emas primer pada umumnya memerlukan teknologi tinggi dan padat modal, mengingat risiko keberhasilan (*success ratio*)-nya yang kecil, yang mana hal ini sangat berhubungan dengan genesis emas (Au) yang secara geologi sangat tinggi variabilitasnya. Mengingat usaha ini mempunyai risiko tinggi, maka sebelum dilakukan penambangan biasanya diawali dengan beberapa tahapan kegiatan, mulai dari studi pustaka sampai pada prospeksi dan eksplorasi. Kegiatan prospeksi atau eksplorasi endapan emas primer pun masih terbagi lagi dalam beberapa tahapan, di mana setiap tahap semakin mendekati atau memperkecil daerah prospek/anomali endapan menuju ke daerah sasaran yang sebenarnya. Secara umum pembagian tahapan tersebut adalah:

- a. Studi literatur (*desk study*)
- b. Survei tinjau (*quick survey*)
- c. Pemetaan topografi (*topographical mapping*)
- d. Pemetaan geologi rinci (*detailed geological mapping*)
- e. Penyelidikan geokimia (*geochemical surveys*)
- f. Penyelidikan geofisika (*geophysical surveys*)
- g. Pemboran inti perintis (*scout core drilling*)
- h. Pemboran inti rinci (*detailed core drilling*)
- i. Evaluasi potensi sumberdaya (*resource evaluation*)
- j. Study kelayakan (*feasibility study*).

Pada kegiatan ini, tahapan eksplorasi yang direncanakan adalah mulai dari studi literatur, survei tinjau, dan penyelidikan geokimia.

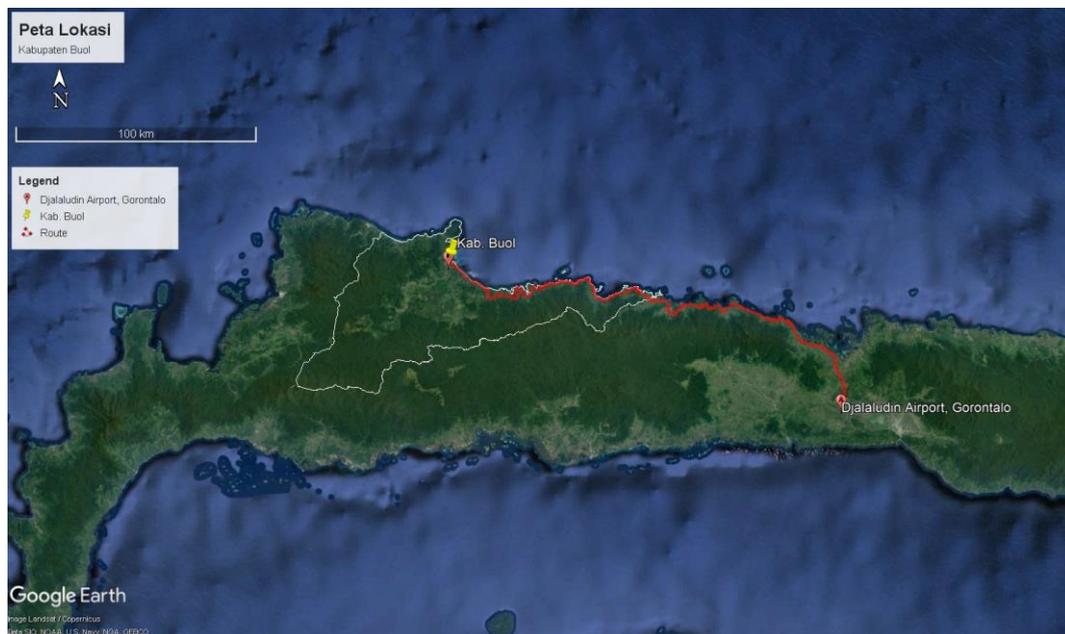
#### 1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari kegiatan ini adalah memberikan informasi terpadu dan

detail tentang kondisi geologi, terutama genesis dan sifat letakan atau tipe endapan, serta daerah-daerah anomali mineralisasi emas (Au) dan unsur-unsur atau mineral-mineral asosiasi/ikutannya, yang secara keseluruhan akan dituangkan dalam bentuk laporan eksplorasi disertai lampiran peta geologi dan peta anomali Au skala 1 : 5.000 sampai 1 : 10.000 (d disesuaikan). Sedangkan tujuannya adalah untuk mencari keterdapatan endapan emas di daerah penelitian berdasarkan tahapan eksplorasi yang terstruktur.

### 1.3 Lokasi dan Kesampaian Daerah Penelitian

Secara administratif daerah eksplorasi termasuk, Kabupaten Buol, Provinsi Sulawesi Tengah. Kesampaian lokasi penelitian dapat ditempuh dengan menggunakan kendaraan roda empat dan roda dua, perjalanan dimulai dari Kota Gorontalo menuju Buol dengan kendaraan roda empat melalui jalan provinsi yang cukup bagus dengan jarak tempuh sekitar 6-7 jam (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Peta Tunjuk Lokasi Penelitian

### 1.4 Waktu Pelaksanaan Kegiatan

Tahap Eksplorasi Pendahuluan (*Field recognized*) ini dilakukan selama 21 hari yaitu mulai tanggal 30 Juli – 21 Agustus 2023

## 1.5 Peralatan (Equipment)

Peralatan dan alat bantu utama yang akan digunakan :

- a. Peta topografi regional skala 1 : 50.000
- b. Peta geologi regional skala 1 : 50.000
- c. Peta administrasi dan peta-peta tematik lainnya
- d. Palu dan kompas geologi
- e. Alat GPS (*Global Positioning System*)
- f. Kamera digital
- g. Rol meter / pita ukur
- h. *Loupe*
- i. Kantong sampel
- j. *Scratcher + magnetic pen*
- k. Larutan HCl
- l. *Laptop*
- m. Alat gambar dan alat tulis-menulis

## BAB 2

### METODOLOGI DAN TAHAPAN PENELITIAN

#### 2.1 Persiapan

Sebelum dilaksanakannya kegiatan lapangan, terlebih dahulu dilakukan tahapan persiapan, yang meliputi :

- a. Pengurusan surat izin
- b. Pengadaan peta-peta dasar
- c. Pengadaan peralatan eksplorasi
- d. Pengumpulan berbagai literatur dan hasil penelitian terdahulu (data sekunder) yang berhubungan dengan geologi dan bahan galian di daerah penelitian
- e. Analisis dan studi awal (*desk study*) terhadap berbagai peta, literatur, dan hasil-hasil penelitian terdahulu.

#### 2.1 Kegiatan Lapangan

##### 2.1.1 Survei tinjau

Pada tahapan ini dilakukan pengamatan sepintas tentang kondisi lapangan secara umum, meliputi penentuan lokasi-lokasi pengamatan dan lintasan pengukuran yang akan dilakukan, serta pengamatan gejala-gejala geologi dan pengambilan conto awal (*chip sampling* dan *channel sampling*).

Penentuan lokasi pengamatan akan dilakukan dengan alat GPS dan kompas geologi serta dengan mencocokkannya dengan peta topografi regional dan bentangalam daerah penelitian, serta dengan bantuan informasi dari masyarakat dan pihak lain yang memahami keadaan daerah tersebut.

##### 2.1.2 Penyelidikan geokimia (*geochemical surveys*)

Kegiatan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui atau melacak sumber primer endapan emas, serta untuk mengetahui daerah-daerah anomali geokimia mineralisasi emas (Au) dan unsur-unsur pengikutnya.

Kegiatan pengambilan conto (sampling) yang akan dilakukan adalah

pengambilan conto batuan (*rock chip and rock float*) yang memperlihatkan gejala-gejala mineralisasi/alterasi.

## 2.2 Analisis Laboratorium

Analisis dan uji laboratorium dilakukan untuk menunjang data-data lapangan, meliputi analisis kimia yaitu untuk mengetahui kadar Au dan unsur-unsur pengikutnya (dalam ppm). Unsur-unsur pengikut atau asosiasi yang akan dianalisis di sini, selain Au, adalah : Cu, Pb, Zn, Ag, As, Sb, dan Mo (9 unsur) serta 51 unsur tambahan lainnya. Adapun metoda analisis yang akan digunakan adalah metoda *FA-AAS* untuk Au (*Fire Assay*), dan *4 acid digestion – ICM OES and MS* untuk unsur lainnya.

## 2.3 Evaluasi dan Pengolahan Data

Data-data yang telah dikumpulkan dari keseluruhan tahapan sebelumnya, kemudian dianalisis dan diolah untuk memperoleh informasi terpadu tentang:

- a. Kondisi geologi dari mineralisasi emas yang ditemukan, terutama secara lateral atau di permukaan
- b. Tipe genetik dan asosiasi-asosiasi mineralisasi emas
- c. Daerah-daerah anomali geokimia signifikan dari mineralisasi emas
- d. Menentukan daerah–daerah prospek untuk ditindaklanjuti ketahap eksplorasi berikutnya.

## 2.4 Penggambaran Peta dan Penyusunan Laporan Akhir

Keseluruhan hasil evaluasi dan pengolahan data kemudian dimanifestasikan dalam bentuk laporan akhir yang disertai lampiran peta geologi detail, peta anomali geokimia, serta peta prospek mineralisasi emas daerah penelitian, skala 1:25.000 sampai 1:30.000 (disesuaikan) dengan menggunakan system informasi geografis (G.I.S. Software).

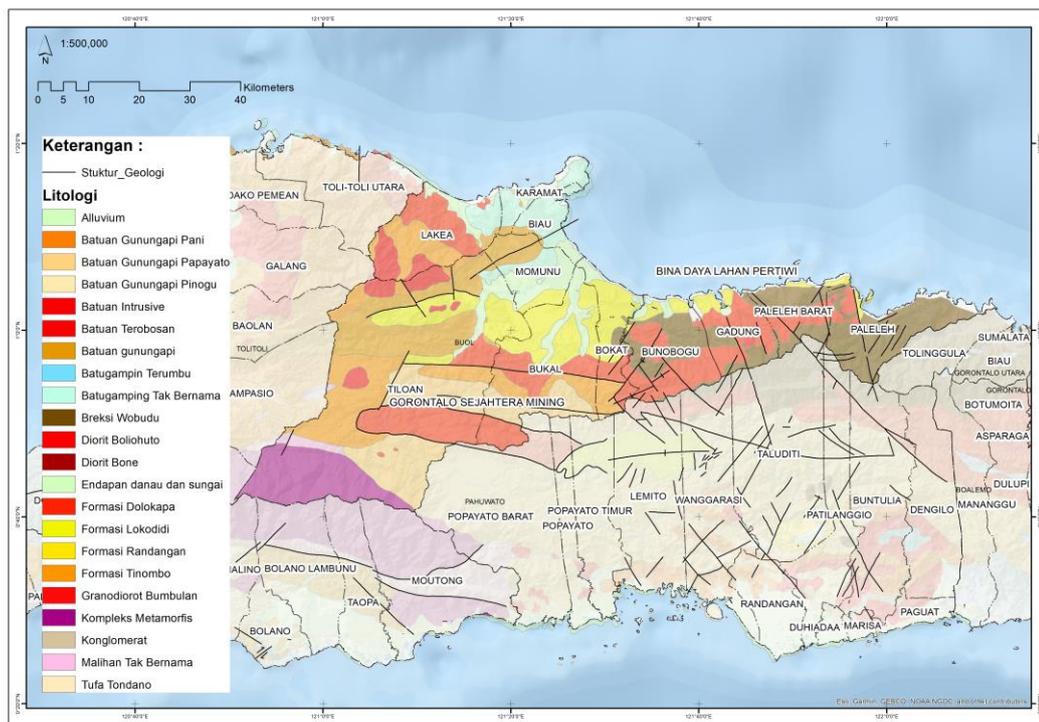
## BAB 3

## KONDISI GEOLOGI

### 3.1 Geologi Regional

Van Leeuwen (1994) menyebutkan bahwa mandala barat sebagai busur magmatik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bagian utara dan barat. Bagian utara memanjang dari Buol sampai sekitar Manado, dan bagian barat dari Buol sampai sekitar Makassar. Batuan bagian utara bersifat riodasitik sampai andesitik, terbentuk pada Miosen - Resen dengan batuan dasar basaltik yang terbentuk pada Eosen - Oligosen. Busur magmatik bagian barat mempunyai batuan penyusun lebih bersifat kontinen yang terdiri atas batuan gunung api - sedimen berumur Mesozoikum - Kuartar dan batuan malihan berumur Kapur. Batuan tersebut diterobos granitoid bersusunan terutama granodioritik sampai granitik yang berupa batolit, stok, dan retas. (Sompotan, 2012).

Wilayah Kabupaten Buol, mencakup dua lembar Peta Geologi Regional bersistem yang dikeluarkan Pusat Pengembangan dan Penelitian Geologi (P3G), yaitu lembar Tolitoli (Ratman, 2011) dan lembar Tilamuta (Bachri et al., 2011). Sketsa peta geologi Kabupaten Buol yang ditampilkan berikut merupakan rangkuman dari dua lembar peta tersebut (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Peta Geologi Regional Kabupaten Buol, dirangkum dari Peta Geologi lembar Tolitoli (Ratman, 2011) dan Tilamuta (Bachri et al., 2011).

### 3.2 Stratigrafi Regional

Batuan yang menyusun stratigrafi Kabupaten Buol dari tua ke muda dapat diuraikan sebagai berikut :

- **Kompleks Metamorfosis (km) dan Daerah Terutama Sekis Hijau (kmg)**

Kompleks metamorfosis terdiri dari sekis biotit-kuarsa, sekis biotit-felspar, sekis granit-epidot, sekis klorit, sekis talkum, gneiss mika, gneiss mika granit, gneiss mika felspar dan gneiss muskovit dengan sisipan kuarsit. Satuan km ditemukan didaerah sekitar Bukit Malino, G. Luante dan Bukit Suampa, sedangkan satuan kmg ditemukan pada lembah sungai di tepi lereng G. Solusuipande.

- **Batuan Gunung Api (Ttv)**

Terdiri dari lava bantal dan aglomerat dengan susunan bersifat andesitik sampai basalt, diabas yang terkarsikkan dan split. Umumnya terprofilitkan dan termetamorfosis lemah, berwarna hijau muda atau hijau gelap. Sebagian diabas dan splitnya bertekstur ofit, porfir dan amigdaloid. Bagian bawah dari satuan ini

di sepanjang Sungai Buol terdiri dari aliran lava berselingan dengan rijang. Satuan ini diperkirakan menjari dengan Formasi Tinombo. Umur dari satuan ini diperkirakan Kapur Atas sampai Oligosen Bawah.

- **Formasi Tinombo (Tts).**

Terdiri dari filit, batu sabak, batu sabak bersifat filit, batu pasir kwarsa, batulanau, kwarsit, pualam, batu tanduk, serpih merah dan rijang merah, serta batuan gunung api. Satuan ini diperkirakan diendapkan pada lingkungan laut dalam. Kadar (1974) menentukan umur formasi ini Eosen sampai Oligosen Bawah berdasarkan fosil Nummulites. Satuan ini di beberapa tempat seperti pada Sungai Aerterang dan Sungai Lakea diterobos oleh Satuan Terobosan Granit (gr).

- **Formasi Dolokapa (Tmd)**

Terdiri dari Batupasir wacke, batulanau, batulumpur, konglomerat, tuf, tuf lapili, aglomerat, breksi gunung api dan lava bersusunan andesit sampai basalt. Batupasir wacke warna abu, setempat gampingan, berlapis baik, dan dijumpai struktur konvolut laminasi. Tuf dan tuf lapili berwarna putih sampai abu-abu muda dan abu-abu kecoklatan, kompak dan setempat berlapis buruk. Sedang aglomerat berwarna abu-abu, tersusun oleh kepingan batu andesitan hingga basalt, dengan masa dasar tersusun oleh tuf, terpilah buruk, kemas tertutup dan kompak. Breksi berwarna abu-abu dan abu-abu gelap tersusun oleh kepingan batuan andesit sampai basalt, fragmen berukuran 2-8 cm, bentuk menyudut sampai menyudut tanggung, pemilahan buruk, kemas tertutup umumnya kompak. Lava umumnya berwarna abu-abu sampai abu-abu tua, bersifat andesitan hingga basalt, tekstur afanitik, masif dan kompak. Berdasarkan analisis mikrofosil dan kedudukan stratigrafinya yang menindih secara tak selaras Formasi Tinombo yang berumur Eosen, maka Formasi Dolokapa diperkirakan berumur Miosen Tengah hingga awal Miosen Akhir. Adapun lingkungan pengendapannya adalah inner sublitoral. Tebal formasi secara keseluruhan diperkirakan sekitar 2000 m. Satuan ini diterobos oleh satuan terobosan Diorit Boliohotu (Tmbo) yang berupa batuan intrusi diorit dan granodiorit.

- **Breksi Wobudu (Tpww)**

Satuan ini diendapkan secara tidak selaras di atas Formasi Dolokapa.

Satuan ini terdiri dari breksi gunung api, aglomerat, tuf, tuf lapili, lava andesitan dan basalt. Breksi gunung api berwarna abu-abu tersusun oleh fragmen batuan andesit dan basalt yang berukuran kerikil sampai bongkah, menyudut tanggung hingga membulat tanggung mempunyai susunan dan kenampakan fisik yang sama dengan breksi gunung api. Tuf dan tuf lapili berwarna kuning dan kuning kecoklatan, terkekarkan, umumnya lunak dan berlapis. Sedangkan lava umumnya berwarna abu-abu sampai abu-abu tua, masif, bertekstur porfiro-afanitik dan bersusunan andesit hingga basalt. Berdasarkan posisi stratigrafinya satuan ini diperkirakan berumur Pliosen Awal.

- **Formasi Lokodidi (TQls)**

Terdiri dari perselingan konglomerat, batupasir, batupasir konglomeratan, batupasir tufan, tuf pasiran, batulempung dan serpih hitam. Konglomerat berwarna coklat, fragmennya terdiri dari batugamping, andesit, kuarsa susu yang berukuran kerikil-kerakal, bentuk membulat, massa dasar tuf, terpilah buruk, kemas tertutup, setempat bersifat gampingan dan umumnya agak kompak, di beberapa tempat terdapat perlapisan bersusun yang diselingi oleh batupasir halus dengan struktur perlapisan sejajar dan silang siur. Batupasir berwarna abu hingga coklat kemerahan, berbutir halus hingga sedang umumnya kompak, merupakan sisipan diantara serpih dan konglomerat. Batupasir tufan dan tuf berwarna putih hingga abu-abu muda, berbutir sedang dan agak kompak, sedang serpih berwarna hitam umumnya kurang kompak, gampingan dan berstruktur laminasi sejajar. Berdasarkan posisi stratigrafinya satuan ini diperkirakan berumur Pliosen Awal sampai Pliosen Akhir. Satuan ini diterobos oleh satuan terobosan Diorit Boliohotu (Tmbo).

- **Molasa Celebes Sarasin dan Sarasin (Qts)**

Terdiri dari konglomerat, batupasir kuarsa, greywacke, batulempung, serpih, napal, dan batugamping koral. Mengeras lemah dengan kemiringan antara 0° sampai 10°. Konglomerat mengandung komponen dari batuan yang lebih tua terutama batuan gunungapi, diperkirakan diendapkan pada lingkungan laut. Dari analisis mikrofosil, umur dari satuan ini diperkirakan Miosen Akhir sampai Pliosen (Kadar, 1979 dalam Ratman, 1976).

- **Batugamping Koral (Ql)**

Terdiri dari batugamping koral, breksi koral dengan cangkang moluska dan napal, sebagian pejal. Terbentuk pada lingkungan neritik dan litoral. Di daerah Sabang dan Buol, satuan ini membentuk morfologi perbukitan rendah dengan topografi karst. Berdasarkan analisis mikrofosil, umur satuan ini diperkirakan tidak lebih tua dari Pliosen (Koperberg, 1928 dalam Bachri dkk., 1994).

- **Endapan Danau dan Sungai (Qs)**

Terdiri dari kerikil dan batupasir kurang terekatkan, lempung dan lapisan tipis sisa tanaman. Umumnya mengeras lemah, diendapkan pada lingkungan danau dan setempat mungkin daratan. Singkapan kecil ditemukan di sepanjang Sungai Buol dengan tebal sekitar 6 m, hampir datar dan tertutupi aluvium.

- **Aluvium dan Endapan Pantai (Qal)**

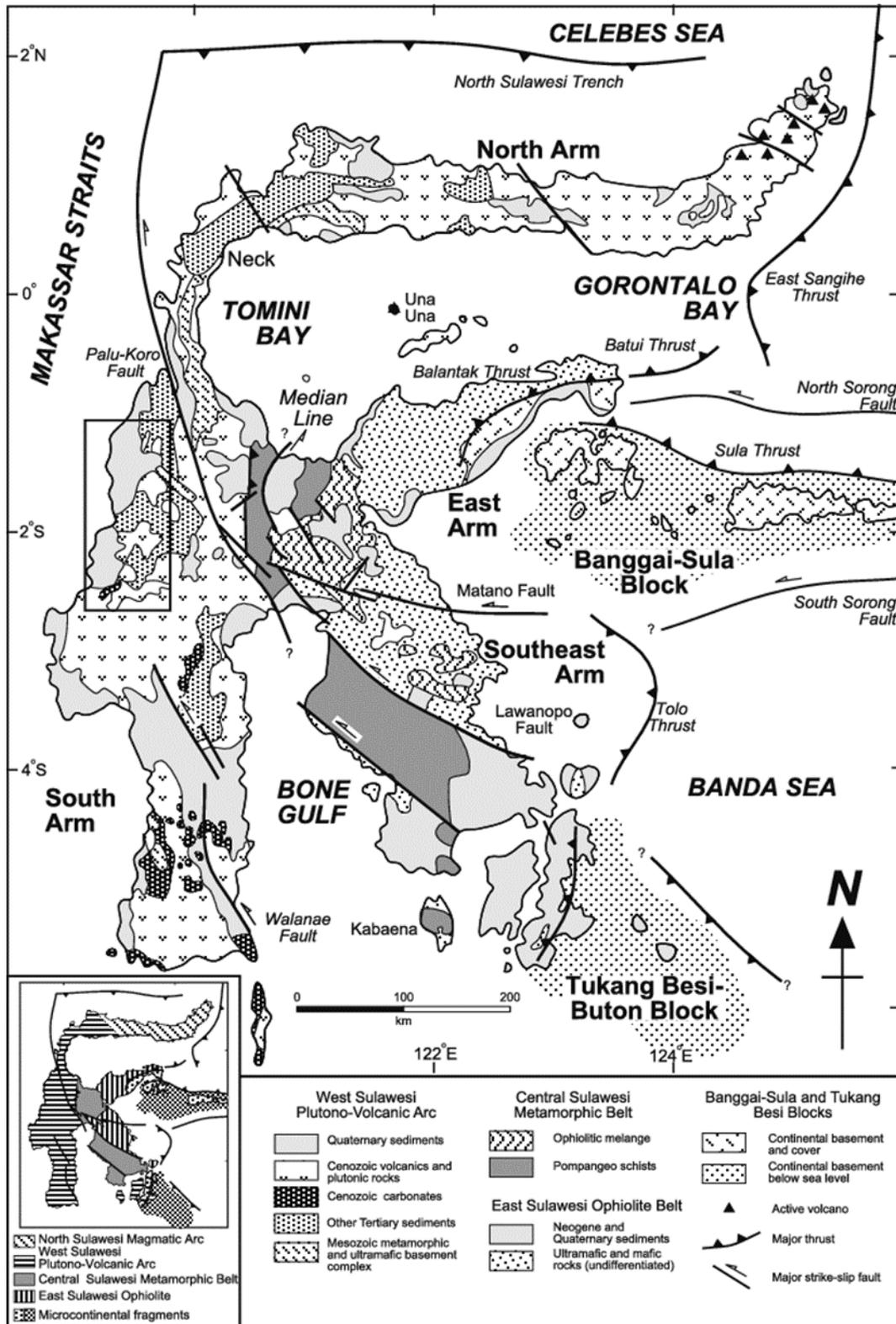
Terdiri dari kerikil, pasir dan lumpur, terbentuk dalam lingkungan sungai, delta dan pantai.

### 3.3 Struktur Geologi Regional

Sulawesi dan sekitarnya merupakan daerah yang kompleks karena merupakan tempat pertemuan tiga lempeng besar yaitu; lempeng Indo-Australia yang bergerak ke arah utara, lempeng Pasifik yang bergerak ke arah barat dan lempeng Eurasia yang bergerak ke arah selatan-tenggara serta lempeng yang lebih kecil yaitu lempeng Filipina. Proses tumbukan keempat lempeng tersebut menyebabkan Pulau Sulawesi memiliki empat buah lengan dengan proses tektonik yang berbeda-beda membentuk satu kesatuan mosaik geologi. Pulau ini seakan dirobek oleh berbagai sesar seperti; sesar Palu-Koro, sesar Walanae, sesar Gorontalo, sesar Makassar dan lain-lain, dimana berbagai jenis batuan bercampur sehingga posisi stratigrafinya menjadi sangat rumit. (Somptan, 2012)

Pada bagian utara pulau Sulawesi terdapat palung Sulawesi utara yang terbentuk oleh subduksi kerak samudera dari laut Sulawesi, sedangkan di bagian tenggara Sulawesi terdapat sesar Tolo yang merupakan tempat berlangsungnya subduksi antara lengan tenggara Pulau Sulawesi dengan bagian utara laut Banda,

dimana kedua struktur utama tersebut dihubungkan oleh sesar Palu-Koro dan Matano. Adapun dibagian barat Sulawesi terdapat selat Makassar yang memisahkan bagian barat Sulawesi dengan busur Sunda yang merupakan bagian lempeng Eurasia yang diperkirakan terbentuk dari proses pemekaran lantai samudera pada masa Miosen, sedangkan dibagian timur terdapat fragmen-fragmen benua yang berpindah karena strike-slip faults dari New Guinea. (Sompotan, 2012).



Gambar 3.2 Peta Geologi Sulawesi dan tatanan tektoniknya (dimodifikasi) (Hall & Wilson, 2000)

Berdasarkan struktur litotektonik, Sulawesi dan pulau-pulau sekitarnya

dibagi menjadi empat, yaitu;

- Mandala barat (West & North Sulawesi Volcano-Plutonic Arc) sebagai jalur magmatik yang merupakan bagian ujung timur Paparan Sunda.
- Mandala tengah (Central Sulawesi Metamorphic Belt) berupa batuan malihan yang ditumpangi batuan bancuh sebagai bagian dari blok Australia.
- Mandala timur (East Sulawesi Ophiolite Belt) berupa ofiolit yang merupakan segmen dari kerak samudera berimbrikasi dan batuan sedimen berumur Trias-Miosen.

Fragmen Benua Banggai-Sula-Tukang Besi, kepulauan paling timur dan tenggara Sulawesi yang merupakan pecahan benua yang berpindah ke arah barat karena strike-slip faults dari New Guinea.

Kabupaten Buol, Sulawesi Tengah, terletak pada Mandala barat (West & North Sulawesi Volcano-Plutonic Arc) yang memanjang dari lengan utara sampai dengan lengan selatan pulau Sulawesi. Secara umum busur ini terdiri dari batuan vulkanik-plutonik berusia Paleogen-Kuarter dengan batuan sedimen berusia mesozoikum-tercier dan batuan malihan. Van Leeuwen (1994) menyebutkan bahwa mandala barat sebagai busur magmatik dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bagian utara dan barat. Bagian utara memanjang dari Buol sampai sekitar Manado, dan bagian barat dari Buol sampai sekitar Makassar. (Somptan, 2012)

## **BAB 4**

---

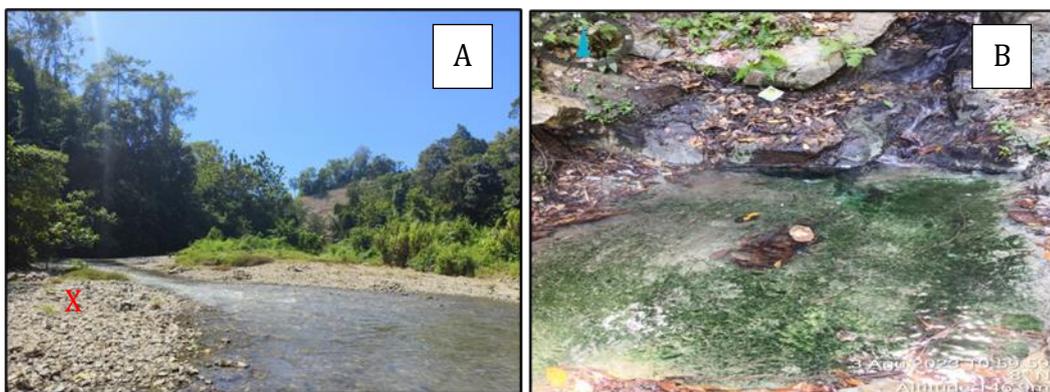
## LOKASI PENGAMATAN DAN PENGAMBILAN SAMPEL

### 4.1 Desa Pinamula

Desa Pinamula adalah salah satu desa yang terletak di kecamatan Momunu, Buol, Sulawesi Tengah. Desa ini memiliki Sumber Daya Alam yang potensial, mayoritas penduduknya memanfaatkan usaha dibidang Agraria. Desa Pinamula merupakan desa yang dikenal kaya akan hasil alamnya dengan hasil produksi pertanian unggulan yang dikelola oleh masyarakat setempat berupa buah-buahan seperti Durian, Langsat, dan Rambutan. Desa ini juga memiliki objek wisata yang tidak kala menarik yaitu pemandian Air Panas dan Air Terjun Pinamula.

#### 4.1.1 Kondisi Geologi

Morfologi ini merupakan wilayah dengan ketinggian 261 meter dpl. Kemiringan lereng berkisar 30-55°. Kondisi Stratigrafi pada Satuan Morfologi perbukitan ini disusun oleh batuan beku diorit, andesit di beberapa tempat dari Barat ke Timur. Tata guna wilayah ini sebagai lahan perkebunan dan ladang, serta sebagian digunakan sebagai kawasan pertambangan lokal/tradisional.



Gambar 4.1 Kenampakan endapan *point bar* (x) (A) Kenampakan mata air panas (B)

Kondisi Struktur geologi yang berkembang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik aktif Palu-Koro walaupun jaraknya jauh dari sumbernya namun wilayah ini juga masih mendapat pengaruh sekunder yang dapat merubah kondisi litologi dan morfologi satuan wilayah setempat. Unsur-unsur yang dijumpai seperti

kekar *non sistematis*.



Gambar 4.2 kenampakan struktur geologi berupa kekar non sistematis pada stasiun 11

#### 4.1.2 Alterasi dan Mineralisasi

Desa Pinamula memiliki kondisi mineralisasi yang menarik. Secara umum, di daerah ini terdapat batuan diorit dan andesit, yang merupakan tanda dari aktivitas geologi sehubungan dengan vulkanisme dan intrusi magma. Namun, yang lebih menarik adalah keberadaan mineralisasi, yang mencakup mineral seperti pirit dan kalkopirit. Ini bisa menjadi indikasi potensi penambangan logam berharga seperti emas dan tembaga di Desa Pinamula. Selain itu, daerah ini juga memiliki mata air panas, yang bisa menjadi tanda adanya aktivitas geotermal. Sistem geotermal yang aktif dapat menghasilkan deposit mineral berharga seperti emas, perak, atau logam berharga lainnya. Oleh karena itu, kehadiran mata air panas juga bisa menjadi petunjuk penting terkait potensi mineralisasi di

wilayah ini. Tak hanya itu, terdapat juga vein-vein berupa kuarsa di daerah ini. Kuarsa sering kali mengandung mineral berharga seperti emas atau perak. Kehadiran vein-vein ini di retakan-retakan batuan dapat menunjukkan adanya potensi sumber daya mineral.

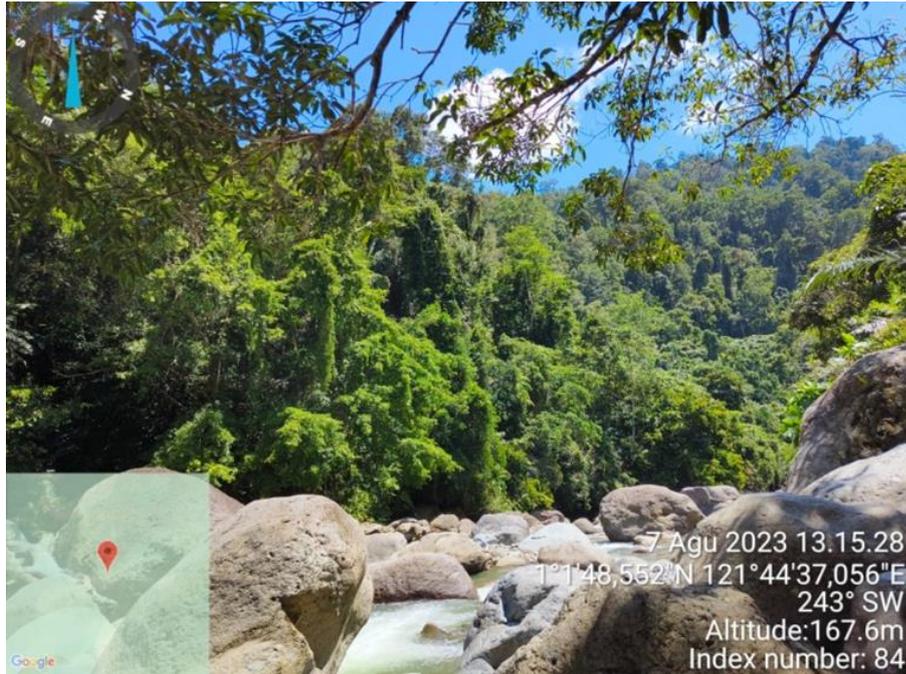
## **4.2 Desa Labuton**

Desa Labuton adalah desa di kecamatan Gadung. Kondisi geologi daerah Bulangidun dan sekitarnya berdasarkan hasil peninjauan di lokasi dapat dijelaskan seperti di bawah ini :

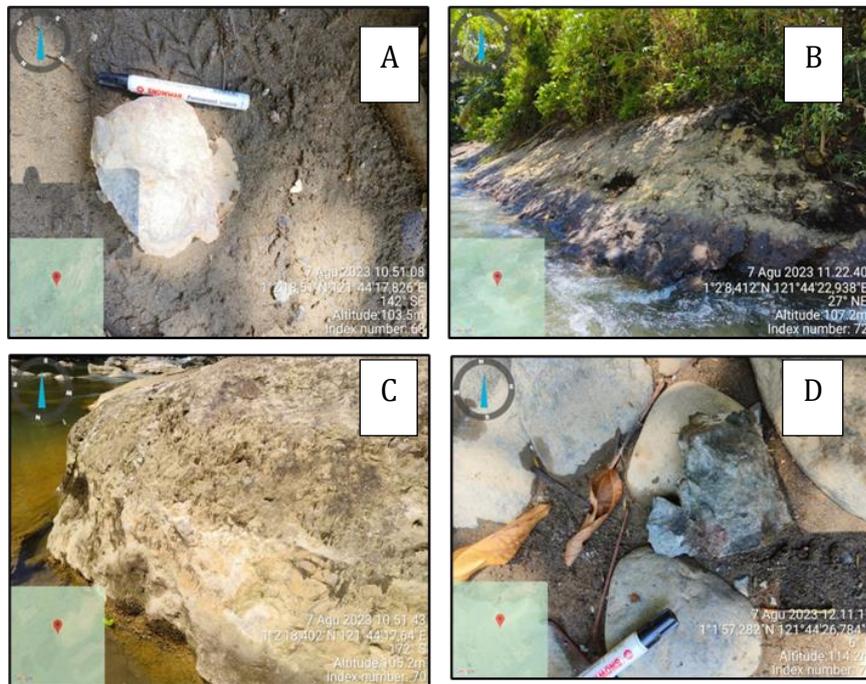
Kondisi geomorfologi daerah Labuton terdiri dari satuan *geomorfologi perbukitan Labuton*

### **4.2.1 Kondisi Umum**

Morfologi ini merupakan wilayah dengan ketinggian 78 - 440 meter dpl. Kemiringan lereng hanya berkisar 25-40°. Wilayah ini menempati 20% dari total keseluruhan wilayah blok lokasi. Kondisi Stratigrafi pada Satuan Morfologi pedataran ini disusun oleh intrusi batuan beku diorit, andesit dan intrusi basal di beberapa tempat, serta endapan konglomerat dengan perselingan batupasir dan konglomerat yang menyebar dari Barat ke Timur. Tata guna wilayah ini sebagai lahan perkebunan dan ladang, serta sebagian digunakan sebagai kawasan pertambangan lokal/tradisional.



Gambar 4.3 Kenampakan morfologi **Perbukitan Labuton** dimanfaatkan sebagai kawasan pertambangan lokal perkebunan dan ladang, difoto ke arah Selatan.



Gambar 4.4 kenampakan *close up hand specimen* batu beku pada stasiun 8 (A), Kenampakan singkapan batuan beku pada stasiun 9 (B), singkapan batuan pada stasiun 8 (C), *close up hand specimen* sampel batuan pada stasiun 11 (D).

Dijumpai pula rekahan rekahan pada batuan berupa kekar akibat dari

aktivitas tektonik aktif yang membuat batuan melebihi batas elastisitasnya. yang dapat merubah kondisi litologi dan morfologi satuan wilayah setempat. Unsur-unsur yang dijumpai seperti kekar *non sistematik*.



Gambar 4.5 kenampakan struktur geologi berupa kekar non sistematik

Desa Labuton merupakan suatu wilayah yang memperlihatkan karakteristik geologi yang menarik, terdapat beberapa aspek penting yang berkaitan dengan alterasi dan mineralisasi. Secara umum, wilayah ini didominasi oleh intrusi batuan beku, termasuk diorit dan andesit, serta beberapa lokasi yang mengalami intrusi batuan basal. Selain itu, terdapat endapan konglomerat yang terdiri dari perselingan batupasir dan konglomerat yang membentang dari Barat ke Timur.

Kehadiran batuan beku diorit dan andesit, bersamaan dengan intrusi basal di beberapa tempat, mencerminkan sejarah geologi yang kompleks di wilayah Desa Labuton. Batuan beku seringkali terkait dengan aktivitas vulkanik dan proses intrusi magma dalam litosfer bumi. Hal ini menunjukkan bahwa wilayah ini telah mengalami perubahan geologi yang signifikan.

Konglomerat yang membentang dari Barat ke Timur menggambarkan

bahwa wilayah ini telah mengalami sejumlah perubahan lingkungan dan proses sedimentasi sepanjang sejarah geologisnya. Kondisi ini menunjukkan potensi adanya endapan-endapan geologis yang bisa mengandung mineral atau material berharga.

Dalam konteks mineralisasi dan alterasi, kehadiran batuan beku, seperti diorit dan andesit, dapat berperan sebagai zona potensial untuk mineralisasi logam, seperti tembaga, emas, atau seng. Proses intrusi batuan beku sering kali menyebabkan perubahan kimia dan fisik pada batuan sekitarnya, yang dapat mempengaruhi mineralisasi. Endapan konglomerat juga dapat menjadi area potensial untuk mineralisasi berdasarkan sifat-sifat geologisnya.

### **4.3 Desa Nandu**

Desa Nandu merupakan bagian dari Kecamatan Gadung, kondisi geologi daerah Nandu dan sekitarnya berdasarkan hasil peninjauan di lokasi dapat dijelaskan seperti di bawah ini :

Kondisi geomorfologi daerah Nandu terdiri dari satuan *geomorfologi perbukitan Nandu*

#### **4.3.1 Kondisi Umum**

Morfologi ini merupakan wilayah dengan ketinggian 200 meter dpl. Kemiringan lereng berkisar 20-25°. Stratigrafi pada Satuan Morfologi perbukitan ini disusun oleh batuan beku diorit, andesit di beberapa tempat dari Barat ke Timur. Tata guna wilayah ini sebagai lahan perkebunan dan pemukiman, serta sebagian digunakan sebagai kawasan pertambangan lokal/tradisional.

Kondisi Struktur geologi yang berkembang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik aktif Palu-Koro walaupun jaraknya jauh dari sumbernya namun wilayah ini juga masih mendapat pengaruh sekunder yang dapat merubah kondisi litologi dan morfologi satuan wilayah setempat. Unsur-unsur yang dijumpai seperti zona hancuran pada batuan beku.



Gambar 4.6 kenampakan zona hancuran di foto dari arah selatan dan Foto hand specimen sampel batuan

#### 4.4 Desa Lakea 1

Desa Lakea 1 merupakan bagian dari Kecamatan Lakea, kondisi geologi daerah Lakea dan sekitarnya berdasarkan hasil peninjauan di lokasi dapat dijelaskan seperti di bawah ini :

Kondisi geomorfologi daerah Lakea terdiri dari satuan *geomorfologi pegunungan*

##### 4.4.1 Kondisi Umum

Morfologi ini merupakan wilayah dengan ketinggian 600-700 meter dpl. Kemiringan lereng berkisar 35-40°. Stratigrafi pada Satuan Morfologi perbukitan ini disusun oleh batuan beku di beberapa tempat dari Barat ke Timur. Tata guna wilayah ini sebagai lahan perkebunan, serta sebagian digunakan sebagai kawasan pertambangan lokal/tradisional.



Gambar 4.7 Kenampakan satuan geomorfologi Pegunungan di foto dari arah timur dan foto hand specimen sampel batuan

## 4.5 Desa Lakea 2

Desa Lakea 2 merupakan bagian dari Kecamatan Lakea, kondisi geologi daerah Lakea dan sekitarnya berdasarkan hasil peninjauan di lokasi dapat dijelaskan seperti di bawah ini, Kondisi geomorfologi daerah Lakea terdiri dari satu *geomorfologi perbukitan*.

### 4.5.1 Kondisi Umum

Morfologi ini merupakan wilayah dengan ketinggian 300-400 meter dpl. Kemiringan lereng berkisar 25-35°. Stratigrafi pada Satuan Morfologi perbukitan ini disusun oleh batuan sedimen klastik berukuran lanau di beberapa tempat dari Barat ke Timur. Tata guna wilayah ini sebagai lahan perkebunan, serta sebagian digunakan sebagai kawasan pertambangan lokal/tradisional.



Gambar 4.8 Kenampakan satuan geomorfologi Perbukitan dari arah barat laut

Kondisi Struktur geologi yang berkembang tidak begitu kuat yang mungkin mendapat pengaruh kecil oleh aktivitas tektonik disekitarnya, Unsur-unsur yang dijumpai seperti kekar non sistematis, selain itu arah kedudukan batuan yang relatif sama diindikasikan kedalam lipatan homoklin.



Gambar 4.9 Kenampakan singkapan batuan dengan kedudukan yang relative sama difoto dari arah timurlaut

#### 4.5.2 Kondisi Endapan Placer Desa Lakea 2

Desa Lakea memiliki kondisi endapan placer yang menarik untuk dieksplorasi. Endapan ini terdiri dari batuan sedimen klastik berukuran lanau, yang merupakan hasil dari proses pelapukan dan pengendapan. Kedudukan batuan yang relative sama menunjukkan keseragaman dalam lingkungan geologis di mana endapan placer ini terbentuk. Yang menarik, dalam endapan placer ini, mineralisasi ditemukan dalam bentuk band halus pada batuan dengan keberadaan pyrit, sebuah mineral sulfida yang mengandung besi dan belerang. Pyrit sering dikaitkan dengan potensi deposit emas, sehingga keberadaannya bisa menunjukkan kemungkinan adanya emas dalam endapan tersebut. Lebih menarik lagi, beberapa warga sekitar juga telah melakukan pengambilan sampel

placer emas (Au) dari lokasi ini. Hal ini menandakan bahwa endapan placer di Desa Lakea memiliki potensi ekonomis yang menarik. Warga yang melakukan pengambilan sampel mungkin telah menemukan sejumlah kecil emas, yang merupakan indikasi bahwa endapan placer ini memiliki potensi sumber daya mineral yang berharga.

#### **4.6 Desa Bodi**

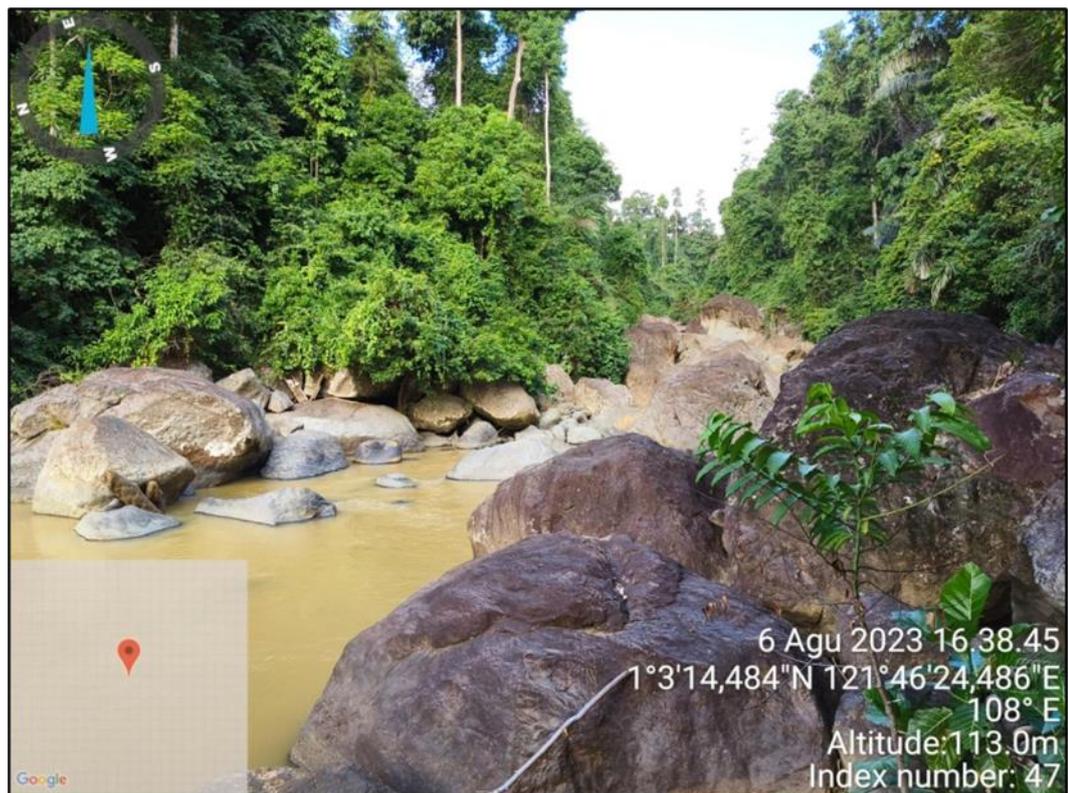
Desa Bodi adalah desa di kecamatan Paleleh Barat, kondisi geologi daerah Bodi dan sekitarnya berdasarkan hasil peninjauan di lokasi dapat dijelaskan seperti di bawah ini, Kondisi geomorfologi daerah Bodi terdiri dari satuan *geomorfologi perbukitan*.

##### **4.6.1 Kondisi Umum**

Morfologi ini merupakan wilayah dengan ketinggian 300-360 meter dpl. Kemiringan lereng berkisar 35-40°. Stratigrafi pada Satuan Morfologi perbukitan ini disusun oleh batuan beku diorit, andesit di beberapa tempat dari Barat ke Timur. Dengan stadia sungai muda menjelang dewasa dibuktikan dengan lembah sungai berbentuk "U" dan Berbentuk "V" dijumpai pula endapan sungai berupa channel bar dan point bar, tata guna wilayah ini sebagai lahan perkebunan dan pemukiman, serta sebagian digunakan sebagai kawasan pertambangan lokal/tradisional.



Gambar 4.10 Kenampakan Geomorfologi perbukitan dan sungai dengan bentuk lembah "U" Desa Bodi



Gambar 4.11 Kenampakan sungasi dengan bentuk lembah “V” dan singkapan batuan di foto dari arah timur

#### 4.7 Desa Lonu

Desa Lonu adalah desa di kecamatan Bunobogu, kondisi geologi daerah Lonu dan sekitarnya berdasarkan hasil peninjauan di lokasi secara umum dapat digambarkan dengan Kondisi geomorfologi satuan perbukitan dengan ketinggian 400-500 meter dpl. Kemiringan lereng berkisar 30-35°. Stratigrafi pada Satuan Morfologi perbukitan ini disusun oleh batugamping di beberapa tempat dari Barat ke Timur, disebagian tempat juga disusun oleh batuan vulkanik, dengan tata guna wilayah perkebunan yang juga digunakan sebagai tempat wisata dengan jenis sungai episodik berstadia muda yang ditandai dengan lembah sungai berbentuk “v” dengan aliran sungai yang relative kecil.



Gambar 4.12 Kenampakan aliran sungai desa lonu dan lokasi pengambilan sampel placer.

## 4.8 Desa Bonobogu

Desa Bonobogu adalah salah satu desa di Kecamatan Bunobogu, kondisi geologi daerah Bunobogu dan sekitarnya berdasarkan hasil peninjauan di lokasi dapat dijelaskan seperti di bawah ini.

Kondisi geomorfologi daerah Bunobogu terdiri dari satuan *geomorfologi perbukitan*.

### 4.8.1 Kondisi Umum

Morfologi ini merupakan wilayah dengan ketinggian 400-600 meter dpl. Kemiringan lereng berkisar 35-45°. Dengan jenis sungai periodik yang debit airnya bergantung pada musim, berstadia muda menjelang dewasa dibuktikan dengan lembah sungai yang berbentuk “U” dan dijumpai endapan sedimen sungai berupa channel bar dan point bar. Stratigrafi pada Satuan Morfologi perbukitan ini disusun oleh batuan beku di beberapa tempat dari Barat-Timur. Tata guna wilayah perkebunan.



Gambar 4.13 Kenampakan endapan point bar (x) dan hand specimen batuan pada desa Bunobogu

## 4.9 Desa Dopalak

Desa Dopalak adalah desa di kecamatan Paleleh, kondisi geologi daerah Dopalak dan sekitarnya berdasarkan hasil peninjauan di lokasi dapat dijelaskan seperti di bawah ini :

Kondisi geomorfologi daerah Dopalak terdiri dari satuan *geomorfologi*

*perbukitan*

#### 4.3.1. Kondisi Umum

Morfologi ini merupakan wilayah dengan ketinggian 400-600 meter dpl. Kemiringan lereng berkisar 35-45°. Dengan Sungai yang memasuki stadia tua berjenis sungai permanen yang dicirikan dengan debit air sungai yang cukup besar dan lembah yang berbentuk “U” juga banyaknya endapan sedimen sungai yang dijumpai berupa channel bar dan point bar yang mungkin sudah terkombinasi dengan bekas galian masyarakat setempat sebagai wilayah penambangan rakyat.

Stratigrafi pada Satuan Morfologi perbukitan ini disusun oleh batuan beku di beberapa tempat dari Barat ke Timur. Tata guna wilayah sebagai pertambangan tradisional.



Gambar 4.14 Kenampakan satuan geomorfologi perbukitan difoto dari arah baratdaya

Di beberapa tempat pada singkapan batuan juga dijumpai rekahan rekahan pada batuan berupa kekar dengan kondisi Struktur geologi yang

berkembang dipengaruhi oleh aktivitas tektonik disekitarnya yang menyebabkan batuan berada pada batas elastisitanya.



Gambar 4.15 Kenampakan kekar *non sistematis* difoto dari arah utara

#### 4.9.1 Endapan Placer

Desa Dopalak menampilkan suatu konteks geologi yang memunculkan sejumlah aspek menarik yang layak dianalisis secara mendalam. Terutama, sepanjang sungai di daerah ini digunakan sebagai lokasi penambangan rakyat, dengan fokus pada ekstraksi endapan placer. Selain itu, ditemukan sampel float (material terbawa air) yang mengandung berbagai mineral yang umum di dunia pertambangan, seperti kuarsa, pirit, dan kalkopirit, serta ada juga kehadiran mineral bornit dan covellite.

Penambangan rakyat di sepanjang sungai adalah tanda potensi endapan placer yang cukup menarik di wilayah ini. Endapan placer terbentuk melalui proses pengendapan alami yang biasanya terjadi di lingkungan sungai atau sungai yang pernah ada. Endapan placer adalah tempat yang sering diincar dalam

penambangan karena memiliki potensi mengandung material berharga seperti emas, perak, atau logam berharga lainnya. Kehadiran berbagai mineral seperti kuarsa, pirit, dan kalkopirit, adalah tanda bahwa wilayah ini memiliki karakteristik geologi yang cocok untuk potensi mineralisasi. Kuarsa adalah mineral umum yang dapat ditemukan dalam endapan placer, sedangkan pirit dan kalkopirit sering terkait dengan deposit tembaga atau emas. Keberadaan mineral bornit dan covellite juga memperkuat potensi mineralisasi tembaga di daerah ini.

#### **4.10 Desa Kokobuka (Sungai Tabong)**

Desa Kokobuka adalah desa di kecamatan Tiloan, kondisi geologi daerah Sungai Tabong dan sekitarnya berdasarkan hasil peninjauan di lokasi dapat dijelaskan seperti di bawah ini:

Kondisi geomorfologi daerah Sungai Tabong terdiri dari satuan *geomorfologi pegunungan*

##### **4.10.1 Kondisi Umum**

Morfologi ini merupakan wilayah dengan ketinggian 400-600 meter dpl. Kemiringan lereng berkisar 35-45°. Kondisi sungai yang memasuki stadia dewasa menjelang tua dengan jenis sungai permanent yang dicirikan dengan lebar sungai yang cukup luas dengan lembah yang berbentuk "U" dan debit air yang relative sama cenderung tidak dipengaruhi oleh musim. Stratigrafi pada Satuan Morfologi pegunungan ini disusun oleh batuan beku yang juga dijumpai setempat setempat singkapan batuan metamorf di beberapa tempat dari Barat ke Timur. Tata guna wilayah perkebunan yang juga digunakan sebagai wilayah penambangan rakyat.



Gambar 4.16 Kenampakan endapan *point bar* (x) dan *hand specimen* batuan metamorf Sungai Tabong

#### 4.10.2 Endapan Placer

Desa Kokobuka, terutama sepanjang Sungai Tabong, didominasi oleh batuan metamorfik, yang mengindikasikan bahwa endapan placer di sini memiliki asal-usul yang kuat dalam proses geologi yang melibatkan perubahan batuan asalnya. Ditemukan dua jenis mineral penting, yaitu pirit dan kalkopirit. Kehadiran pirit dan kalkopirit adalah petunjuk adanya mineralisasi. Pirit dan kalkopirit seringkali dikaitkan dengan deposit mineral berharga, termasuk tembaga dan emas. Oleh karena itu, pengamatan mineralisasi ini sangat relevan dalam konteks endapan placer.

## BAB 5

## TIPE ENDAPAN LOGAM EMAS DAN MINERALISASINYA

### 5.1 Klasifikasi Endapan Emas

Logam emas memiliki tingkat keterdapatan yang rendah. Pada kerak bumi, kadar emas hanya 1,5 ppb, dengan kadar pada bijih yaitu 6 ppm, serta faktor pengayaan yang dibutuhkan yaitu 4000 kali (Rudnick dan Gao, 2004; Arndt dkk., 2017). Hal tersebut membuat explorasi endapan emas merupakan kegiatan yang beresiko tinggi. Emas dapat diendapkan pada berbagai kondisi geologi.

Berdasarkan data dari Frimmel (2008), produksi emas di dunia di dominasi berasal dari endapan placer yang mencapai 43% yang diikuti dengan endapan emas dari tipe orogenik, dan berhubungan dengan intrusi bernilai 32%. Endapan epitermal juga merupakan endapan emas penting karena menempati posisi ke empat yaitu mencapai 8%. (Idrus & Prihatmoko, 2022)

Proses pembentukan endapan logam Au dan asosiasi logam dasar lainnya pada Kabupaten Buol diindikasikan tergolong dalam tipe endapan placer, dan epithermal. Endapan epitermal, seperti halnya endapan porfiri, merupakan endapan bijih yang terbentuk oleh adanya system hidrotermal di suatu tempat akibat adanya pengaruh intrusi magmatik. Namun yang membedakannya dengan endapan porfiri adalah keberadaan endapan epitermal yang berada pada level dangkal atau dekat dengan permukaan.

#### 5.1.1 Epitermal Au

Tipe epitermal Au pada dasarnya dikontrol oleh proses intrusi plutonik granodiorit (batuan pembawa) pada batuan sampling yang kemudian terjadi kontak dengan batuan sampling (Andesit) pada desa pinamula yang mengakibatkan terjadinya mineralisasi dalam suatu system endapan hidrotermal.

Endapan epitermal merupakan bagian dari endapan hidrotermal yang terbentuk pada kedalaman yang relatif dangkal, pada temperature 150<sup>o</sup> – 300<sup>o</sup>C,

mulai dari permukaan hingga kedalaman 1 – 2 km (Berger et.al,1993, dalam Arribas, 1995).

Karakteristik endapan emas epitermal selain ditentukan oleh zona alterasinya, juga ditentukan oleh bentuk tubuh bijih, mineralogi maupun mineralogi gangue, serta tekstur bijih dan tekstur urat yang dipengaruhi oleh adanya struktur geologi, aktivitas hidrotermal dan pengaruh litologi batuan induk.

Dengan munculnya sumber mata air panas pada lokasi penelitian (Desa Pinamula) yang merupakan manifestasi dari panas bumi, Mengindikasikan adanya system hidrotermal yang terjadi.



Gambar 5.1 Sumber mata air panas desa Pinamula

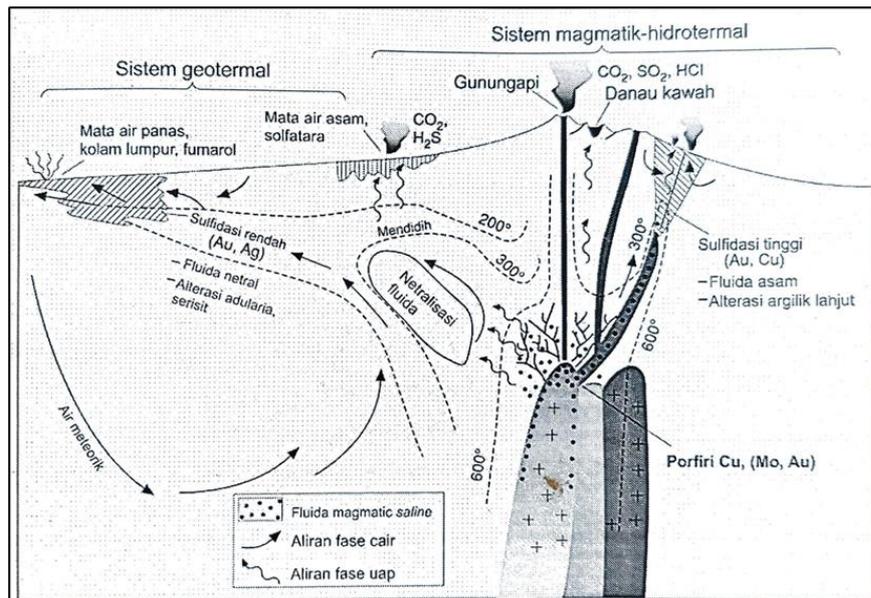
Karakteristik mineralogi pada endapan epitermal yakni hadirnya kuarsa kalsedonik, Kalsit, Kuarsa *pseudomorps* dan breksi hidrotemal dengan asosiasi unsur bijih berupa Au, Ag, As, Sb, Hg, Tl, Te, Pb, dan Cu (Pirajno, 2009) dalam (Idrus & Prihatmoko, 2022).

Namun, asosiasi mineral bijih maupun mineral *gangue* pada endapan epitermal memiliki perbedaan pada tiap tipe endapannya. Mineral bijih yang umumnya hadir disemua tipe endapan epitermal contohnya pirit maupun nativ gold sedangkan mineral *gangue* yang juga umumnya hadir yaitu kuarsa. Tekstur bijih dan tekstur urat yang Nampak pada endapan epitermal berupa *open space filling*, krustifikasi, perlapisan korofom, serta *vuggy quartz* dengan tipe endapan urat, stockwork dan desiminasi.



Gambar 5.2 Singkapan batuan andesit dengan asosiasi mineral pirit desa pinamula

Pembagian tipe endapan emas epitermal menjadi tipe epitermal sulfidasi rendah (low sulfidation) dan epitermal sulfidasi tinggi (High sulfidation) awalnya dikemukakan oleh Hedenquist pada tahun 1987 (Hedenquist dkk., 2000) yang membagi tipe endapan epitermal tersebut berdasarkan pada kondisi oksidasi dari kandungan sulfur dalam fluida hidrotermal. Silitoe dan hedenquist (2003) merangkum berbagai tipe endapan epitermal yang berlaku selama ini pada gambar dibawah ini.



Gambar 5.3 Ilustrasi pembagian system yang terjadi pada endapan emas epitermal; system Geotermal (Tipe endapan Epitermal Sulfidasi Rendah) dan system magmatic-hydrothermal (Tipe Endapan Sulfidasi Tinggi) digambar ulang dari Henedquest dan

Lowenstern, (1994) dalam (Idrus & Prihatmoko, 2022).

Endapan epitermal sulfidasi intermediet baru diperkenalkan pada awal tahun 2000. Oleh karena itu, endapan epitermal sulfidasi intermediet masih sering dimasukkan dalam endapan epitermal sulfidasi rendah karena karakternya yang cukup mirip yang ditinjau dari berbagai aspek antara lain kedalaman, asosiasi batuan vulkanik, bentuk endapan, tekstru bijih, alterasi hidrotermal, mineral pengotor (mineral *gangue*), mineral sulfida, mineral logam, dan karakteristik fluida hidrotermalnya yang akan dijabarkan dalam table berikut ini (Tabel 5.1)

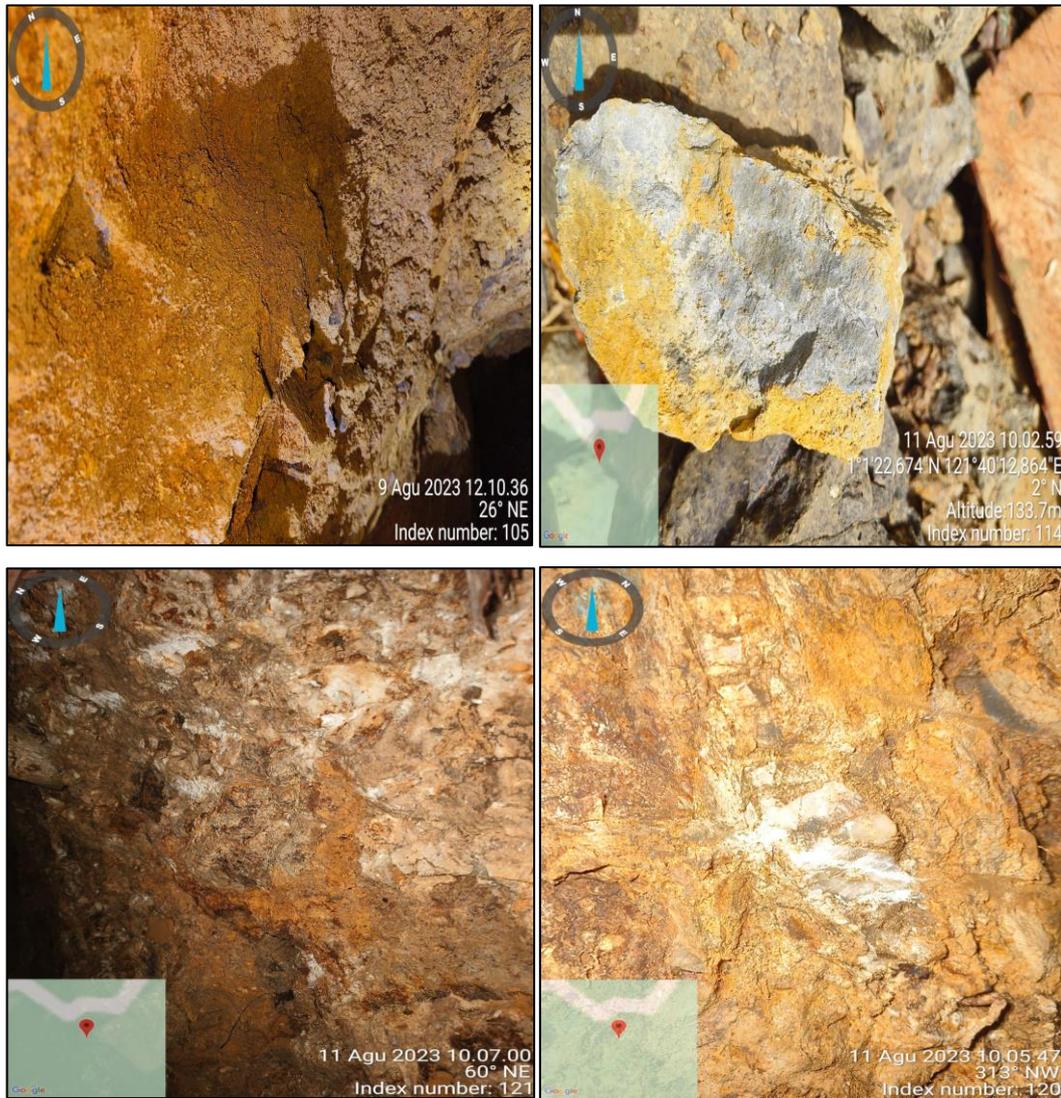
Tabel 5.1 Karakteristik Tipe Endapan Emas Epitermal Sulfidasi Rendah dan Sulfidasi tinggi yang disebutkan oleh Hedenquist dkk., (2000) dalam (Idrus & Prihatmoko, 2022).

Batuan vulkanik yang terkait secara genetik	Endapan Sulfidasi Rendah <sup>1</sup>		Endapan Sulfidasi Tinggi		
	Andesit-riodasit (AR), riolit-basal bimodal (RB), alkalik (A)		Andesit-riodasit, didominasi oleh magma kalk-alkali		
Mineral <i>gangue</i> <sup>3</sup>	Kalsedon-adularia-illit-kalsit	Kuarsa-karbonat-rodonit-serisit-adularia ± barit ± anhidrit ± hematit ± klorit (AR)	Alunit, barit, kaolinit	Anhidrit, kaolinit, <i>dickite</i>	Serisit, pirofilit
Mineral sulfida <sup>3</sup>	Sinabar, stibnit; pirit/markasit-arsenopirit, selenida Au-Ag, sulfosat Se, pirhotit, sfalerit kaya Fe (RB)	Sulfida pirit-Au-Ag/sulfosat, sfalerit, galena, kalkopirit, tetrahedrit/tenantit (AR)	Enargit/luzonit, kovelit, pirit	Enargit/luzonit, kalkopirit, tetrahedrit/tenantit, sfalerit, kovelit yang terbentuk diakhir, pirit	Bornit, digenit, kalkosit, kovelit
Logam <sup>3</sup>	Au-Ag-As-Sb-Se-Hg-Tl (RB), rasio Ag:Au rendah; logam dasar <0,1-1%	Ag-Au-Pb-Zn, Ba, Mn, Se (AR), rasio Ag:Au rendah; logam dasar 2-10 (20+) %	Au-Ag, Cu tercuci ( <i>overprint</i> Hg)	Cu-Au-Ag-Bi-Te-Sn	Cu-Au
Fitur khas	Sinter, lapisan penutup kalsedon	Beberapa urat sulfidasi intermediet berdampingan atau berdekatan dengan bijih sulfidasi tinggi	Lapisan penutup ( <i>blanket</i> ) <i>steam-heated</i>	Kuarsa <i>vuggy</i>	<i>Overprint</i> fitur porfiri
Fluida	<1% NaCl, kaya akan gas, <220°C (RB)	3-10+ % NaCl, 220-280°C+ (AR)	<2 wt% NaCl	4-15+ wt% NaCl	Bervariasi

Lanjutan dari karakteristik Tipe Endapan Emas epitermal (Tabel 5.1.)

Batuan vulkanik yang terkait secara genetik	Endapan Sulfidasi Rendah <sup>1</sup>		Endapan Sulfidasi Tinggi		
	Andesit-riodasit (AR), riolit-basal bimodal (RB), alkalik (A)		Andesit-riodasit, didominasi oleh magma kalk-alkali		
Kedalaman pembentukan	Dangkal	Dalam	Dangkal <sup>2</sup>	Intermediet <sup>2</sup>	Dalam (porfiri) <sup>2</sup>
	0-300 m	300-800 m	<500 m	500-1000 m	>1000 m
Tatanan, batuan induk khusus	Kubah; batuan piroklastik dan batuan sedimen	Kubah, diatrema (AR, A); batuan piroklastik dan batuan sedimen	Kubah, <i>vent</i> sentral; batuan piroklastik dan batuan sedimen	Kubah, diatrema, batuan vulkanik	Kubah-diatrema; batuan vulkanik, porfiri, batuan sedimen klastik
Bentuk endapan	Urat, kumpulan urat, <i>stockwork</i> , diseminasi	Urat, tubuh breksi, diseminasi	Diseminasi, breksi, <i>veinlet</i>	Urat sulfida masif, breksi, <i>ledges</i>	Diseminasi, <i>veinlet</i> , breksi
Tekstur bijih	<i>Band</i> halus, <i>combs</i> , krustiform, breksi	<i>Band</i> kasar	Kuarsa <i>vuggy</i> mengandung mineral pengganti	Sulfida masif, urat/breksi yang terbentuk di akhir	Penggantian / <i>replacment</i>
Alterasi	Lapisan alunit-kaolinit, lempung <i>halo</i>	Lempung, serisit, karbonat; roskoelit, fluorit (A)	Silisik ( <i>vuggy</i> ), kuarsa-alunit	Silisik ( <i>vuggy</i> ), kuarsa-alunit, pirofilit- <i>dickite</i> -serisit	Pirofilit-serisit, kuarsa-serisit

Berdasarkan dari hasil penjabaran tabel diatas dan dari kenampakan kondisi lapangan pada lokasi penelitian, memberikan kami pandangan bahwa tipe endapan di Kabupaten Buol, Merupakan endapan emas epitermal bersulfidasi rendah sampai Intermediet dengan beberapa pertimbangan berupa kenampakan hasil peninjauan lapangan, seperti endpan berbentuk urat atau kumpulan urat dengan tekstur bijih band halus sampai band kasar di beberapa singkapan batuan sedimen klastik berukuran lempung, dengan mineral sulfida yang umum djumpai berupa pirit dan kalkopirit, setempat dijumapi pula mineralisasi berupa bornit dan covelit pada batuan vulkanik dengan bentuk endapan berupa veinlet.



Gambar 5.4 Kenampakan singkapan batuan dengan tekstur colloform (A,B) dan kenampakan vein berupa kuarsa di desa nandu (C,D).

Selain itu, setempat dijumpai pula mineralisasi berupa bornit dan covelit pada batuan vulkanik dengan ikutan pirit, kalkopirit dan kuarsa yang hadir pada setiap tipe berupa bentuk band kasar namun dijumpai dalam sampel fluds, dijumpai pula bentuk endapan berupa veinlet.



Gambar 5.5 Mineralisasi pada sampel fluids di sungai desa Dopalak

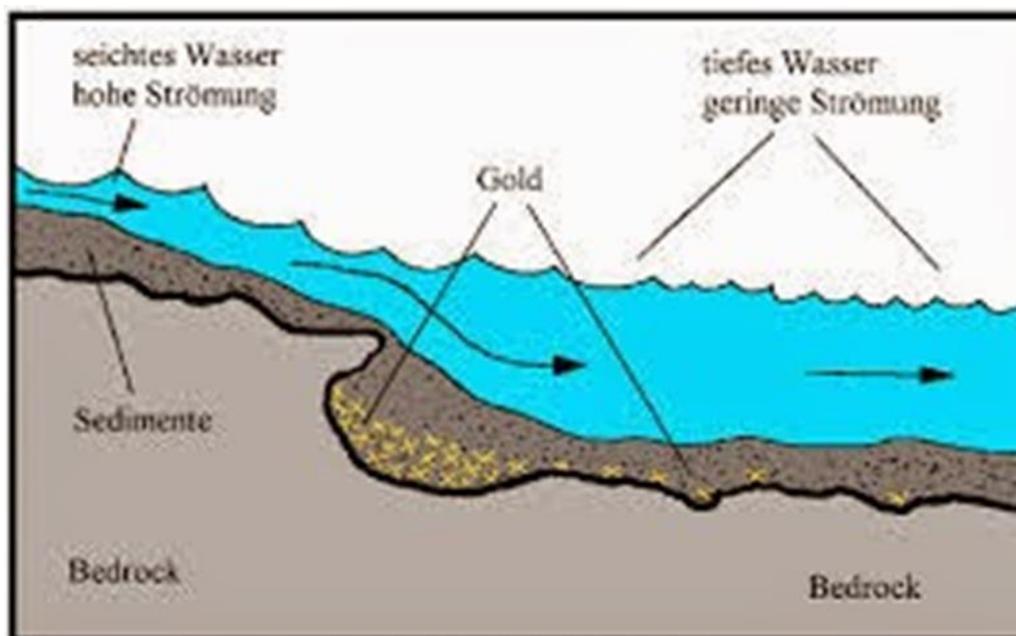
### 5.1.2 Placer Au

Endapan placer adalah endapan alohton (allochthonous) yang bernilai

ekonomis. Endapan alohton sendiri mengandung definisi sebagai endapan yang telah/pernah mengalami transportasi dari lingkungan asalnya menuju ke suatu lingkungan baru di mana kemudian terendapkan bersama-sama dengan kelas-kelas endapan terigen (klastik) dan piroklastik. Kelas-kelas endapan terigen (klastik) yang dimaksudkan contohnya lempung, pasir silisiklastik, dan konglomerat. Sedangkan endapan piroklastik contohnya tufa, tufa lapili, aglomerat, dan breksi vulkanik.

Berdasarkan definisi tersebut, perlu dipahami bahwa "tidak semua endapan alohton (allochthonous) merupakan endapan placer", terkecuali apabila endapan tersebut bernilai ekonomis baru dapat disebut sebagai endapan placer. Contoh endapan placer yang bernilai jual tinggi seperti placer emas ( biasa disebut emas aluvial ), placer platina, placer precious stones ( batu mulia ; intan, ruby, dan safir ), dan placer timah.

Placer merupakan hasil erosi dari logam primer yang kemudian diendapkan di lembah, sungai, dan pantai di dalam sedimen Kuartar. Yang mana pembentukan logam plaser dimulai dari proses pelapukan batuan yang mengandung logam primer, kemudian tererosi, terangkut oleh air, dan terakumulasi pada tempat-tempat yang lebih rendah dari batuan induknya.



Gambar 5.6 Prinsip konsentrasi mekanik endapan placer

Berdasarkan keterkaitan placer dengan teknis eksplorasi dan penambangannya, Macdonald (1983) membagi lingkungan pengendapan placer atas: benua, transisi dan laut; dimana yang pertama terdiri atas: sublingkungan residual, aluvial, fluvial (sungai), gurun, dan glasial.

Placer sungai merupakan paling penting terutama yang berkaitan dengan bijih emas yang umumnya berasosiasi dengan bijih besi, dimana konfigurasi lapisan dan berat jenis partikel mineral/bijih menjadi faktor-faktor penting dalam pembentukannya. Telah dikenal bahwa fraksi mineral berat dalam cebakan ini berukuran lebih kecil daripada fraksi mineral ringan.

Survey logam plaser pada tahap awal cukup dilakukan dengan pengambilan contoh pasir dari sungai dan lereng sungai, endapan undak dan pasir pantai. Kemudian contoh pasir tersebut di dulang untuk mendapatkan contoh mineral berat "Heavy Mineral Concentrate" (HMC) yang kemudian dikirim ke laboratorium untuk dianalisa. Logam selanjutnya ditimbang dan kemudian dikalkulasikan secara matematis untuk mengetahui potensi kandungan logam pada contoh tersebut.



Gambar 5.7 Proses mendulang pengambilan sampel Placer di desa Dopalak pada lingkungan pengendapan fluvial (sungai).



Gambar 5.8 Kegiatan penambangan rakyat di desa lakea 2



Gambar 5.9 Kegiatan penambangan rakyat yang berada pada lingkungan transisi menuju laut di Kecamatan Paleleh.

## 5.2 Mineralisasi

Sejumlah singkapan batuan pada daerah penelitian menunjukkan adanya mineralisasi bijih sulfida. Mineral yang paling dominan adalah Calcopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ), Magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), Hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), Bornit ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ) adalah kemudian pirit ( $\text{FeS}_2$ ), Malachite ( $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$ ). Setempat juga ditemukan adanya mineral

tembaga sulfida terutama Covelit (CuS). Kondisi mineralisasi bijih sulfida ini terjadi di stasiun pengamatan di Desa Lakea 1, Desa Nandu, Desa Dopalak, dan Desa Pinamula.

### 5.3 Pirit ( $\text{FeS}_2$ ) dan Kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ )

Ditemukan dalam bentuk singkapan di Desa Nandu, Desa Lakea 1, Desa Bodi dan bongkah- bongkah berukuran 35 - 100 cm seperti di Desa Pinamula, Desa Dopalak dan Desa Labuton. Mineral pirit merupakan salah satu mineral sulfida yang menjadi indikator keterdapatannya adanya mineralisasi hidrotermal. Mineral ini mudah dikenal dengan ciri-ciri warna kuning, bentuk prismatic namun kadang-kadang framboidal. Mineral pirit umumnya hadir sebagai massa yang tersebar halus, membentuk agregat/kluster, kristal tunggal, dan sebagai material pengisi rekahan tipis (*veinlet*). Pada daerah survei sampel- sampel yang mengandung pirit terdapat di *wallrock* batuan andesit, basal, dan diorit dan hadir bersama kuarsa pada vein-vein zona mineralisasi. Mineral kalkopirit ini memiliki warna segar kuning kehijauan dan warna lapuk coklat. Mineral ini ketika digores pada porselen maka akan menghasilkan cerat berwarna hitam kehijauan, ketika mendapatkan cahaya akan menghasilkan kilap logam yaitu kilap seperti kilap pada logam.



Gambar 5.10 Kenampakan *hand specimen* Mineral pirit dan kalkopirit Stasiun 2 Sungai Tabong

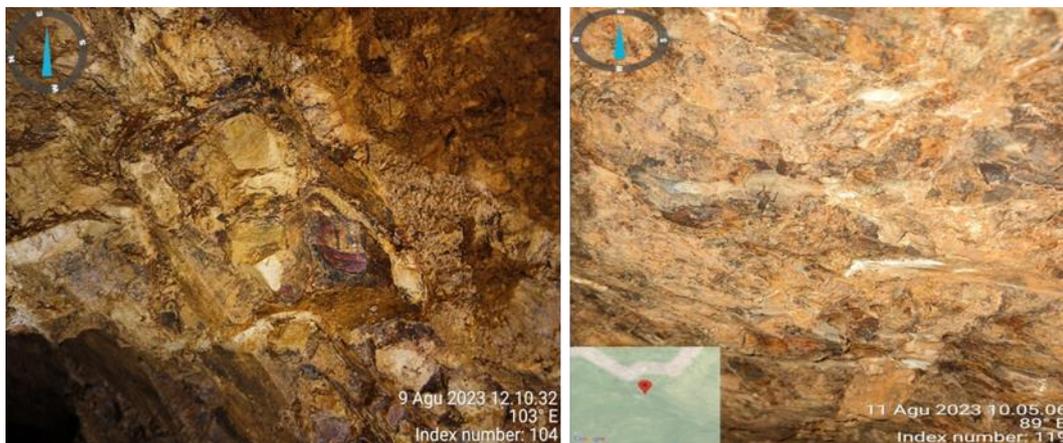


Gambar 5.11 Kenampakan *hand specimen* Mineral pirit Stasiun 1 Desa Nandu

### 5.3.1 Galena (*Pbs*) dan Hematit (*Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>*)

Mineral galena umumnya dijumpai pada sampel-sampel disekitar lubang pit tambang tradisional di sekitar daerah Desa Nandu dan Desa Lakea 1. Di jumpai pada urat kuarsa pada zona alterasi. Kenampakan galena menunjukkan warna kelabu-hitam, kilap logam, bentuk kristal kubus. Mineral galena kadang-kadang juga berasosiasi dengan pirit terutama pada urat kuarsa. Terdapat 2 jenis keterdapatan mineral galena dalam batuan di wilayah eksplorasi yakni sebagai kristal tersebar atau sebagai pengisi rekahan terutama pada sisi urat-urat kuarsa dengan ukuran kristal yang relatif besar. Mineralisasi galena juga sebagian berasosiasi dengan mineral sulfida lainnya seperti pirit, spalerit dan tembaga sulfida

Hematit adalah salah satu mineral yang paling melimpah di permukaan bumi maupun di kerak bumi yang dangkal. Hematit merupakan oksida besi dengan komposisi kimia  $Fe_2O_3$ . Mineral ini merupakan mineral pembentuk batuan yang umumnya ditemukan pada batuan sedimen, metamorf, dan batuan beku. Ditemukan dalam bentuk singkapan. Pada daerah survei sampel-sampel yang mengandung hematit terdapat dalam bentuk vein bersama kuarsa dan di *wallrock* batuan berubah kuat setempat dijumpai dalam retas-retas basal.



Gambar 5.12 Kenampakan Mineralisasi hematit dan Galena pada urat-urat kuarsa di Desa Nandu.

### 5.3.2 Bornit ( $Cu_5FeS_4$ ) dan Covelit ( $CuS$ ).

Mineral Kovelit dan bornit dijumpai pada sampel fluds disekitar sungai Dopalak

pada wilayah tambang tradisional rakyat. Keterdapatannya berasosiasi dengan mineral sulfida lainnya seperti pirit, spalerit, dan kalkopirit. Covelit (juga dikenal sebagai covellite) adalah mineral tembaga sulfida langka dengan rumus  $CuS$ . Mineral biru nila ini umumnya merupakan mineral sekunder dalam kelimpahan terbatas, sedangkan Bornit adalah mineral sulfida dengan komposisi kimia  $Cu_5FeS_4$  yang mengkristal dalam sistem ortorombik (pseudo-kubik).



Gambar 5.13 Kenampakan mineralisasi Covelit dan Bornit pada sampel fluds di sungai desa Dopalak.

#### 5.4 Alterasi

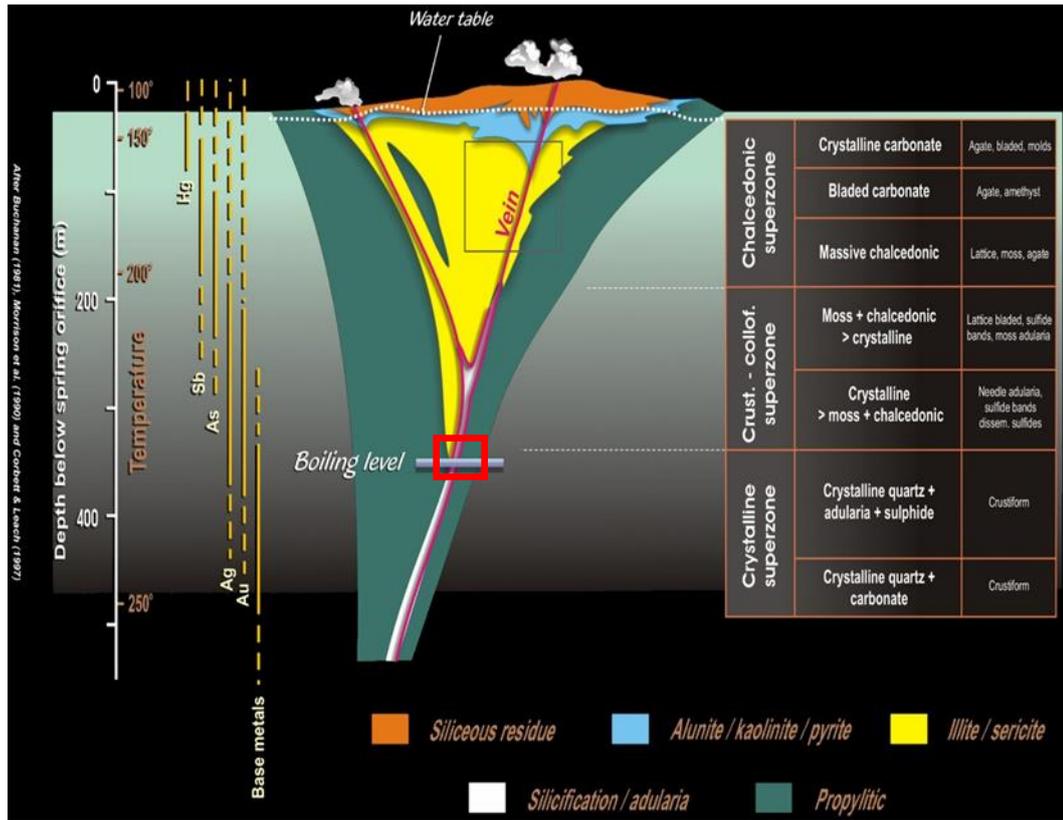
Alterasi hidrotermal adalah perubahan komposisi mineral dari suatu batuan akibat adanya interaksi antara larutan hidrotermal dengan batuan yang dilewatinya. Proses alterasi akan menyebabkan berubahnya mineral primer menjadi mineral sekunder yang kemudian disebut dengan mineral yang teralterasi (*alteration minerals*). Alterasi hidrotermal merupakan proses yang kompleks, meliputi perubahan secara mineralogi, kimia dan tekstur yang dihasilkan dari interaksi larutan hidrotermal dengan batuan sampling (*wall rock*) yang dilaluinya pada kondisi kimia-fisika tertentu (Pirajno,1992).

Alterasi batuan diakibatkan oleh adanya interaksi antara fluida hidrotermal dengan batuan sampling. Pada wilayah survei, umumnya batuan andesit dan basal telah mengalami ubahan dengan tingkatan yang bervariasi. Mineral ubahan yang dijumpai terutama chalcopyrit, pirit dan Bornit serta setempat dijumpai epidot, K-feldspar, serisit dan mineral lempung utamanya zeolit dan endapan tras. Proses alterasi juga akan merubah tekstur batuan menjadi lebih halus.

Proses cebakan emas epithermal didukung oleh beberapa faktor yaitu batuan pembawa (*source rock*), tubuh bijih, dan batuan sampling (*wall rock*) yang saling berhubungan satu sama lain dalam urutan zona alterasi dan mineralisasi. Proses mineralisasi menyebabkan alterasi pada batuan sampling. Berdasarkan pengamatan permukaan terhadap kumpulan mineral ubahan yang umumnya dijumpai berupa kuarsa, pirit, dan mineral lempung (kaolin dan zeolite).

Pada daerah lokasi penelitian umumnya disekitar desa Nandu dan Lakea menunjukkan bahwa tipe alterasi yang terjadi yaitu argilik ditandai dengan dominasi mineral ubahan pada batuan berupa mineral lempung. Sedangkan, di area anak sungai pinamula menunjukkan tipe alterasi yang terjadi yaitu silisifikasi ditandai dengan dominasi mineral ubahan pada batuan berupa kuarsa.

Hasil pengamatan dari kumpulan mineral ubahan, bentuk mineralisasi, struktur maupun tekstur endapan mineral yang terbentuk, maka dapat digambarkan model alterasi dengan menggunakan pendekatan model alterasi Buchanan/Morrison/Corbet & Leach (Gambar 5.14).



Gambar 5.14 Model alterasi dan mineralisasi Buchanan/Morrison/Corbett and leach

Rekonstruksi model Mineralisasi dan alterasi pada daerah penelitian yang dibuat dengan model Mineralisasi dan alterasi menurut Buchanan/Morrison/Corbett and leach didasarkan pada data data lapangan.

**BAB 6**

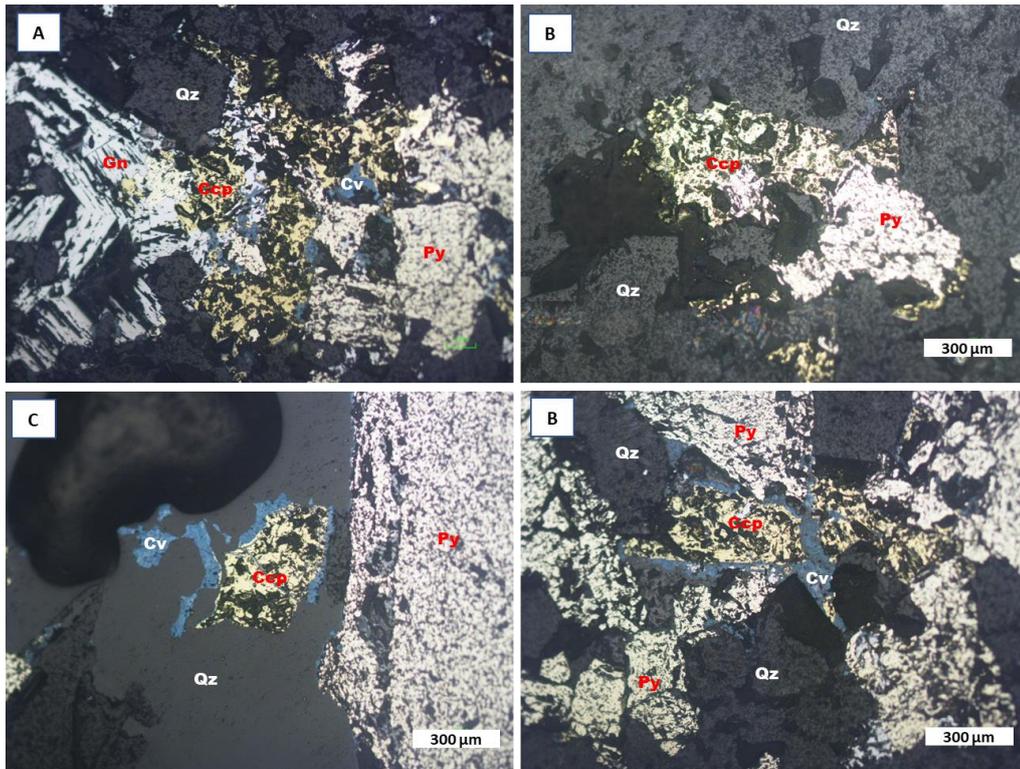
## **ANALISIS GEOKIMIA**

### **6.1 Analisis Mineralogi**

#### **6.1.1 Hasil Analisis Mikroskopis**

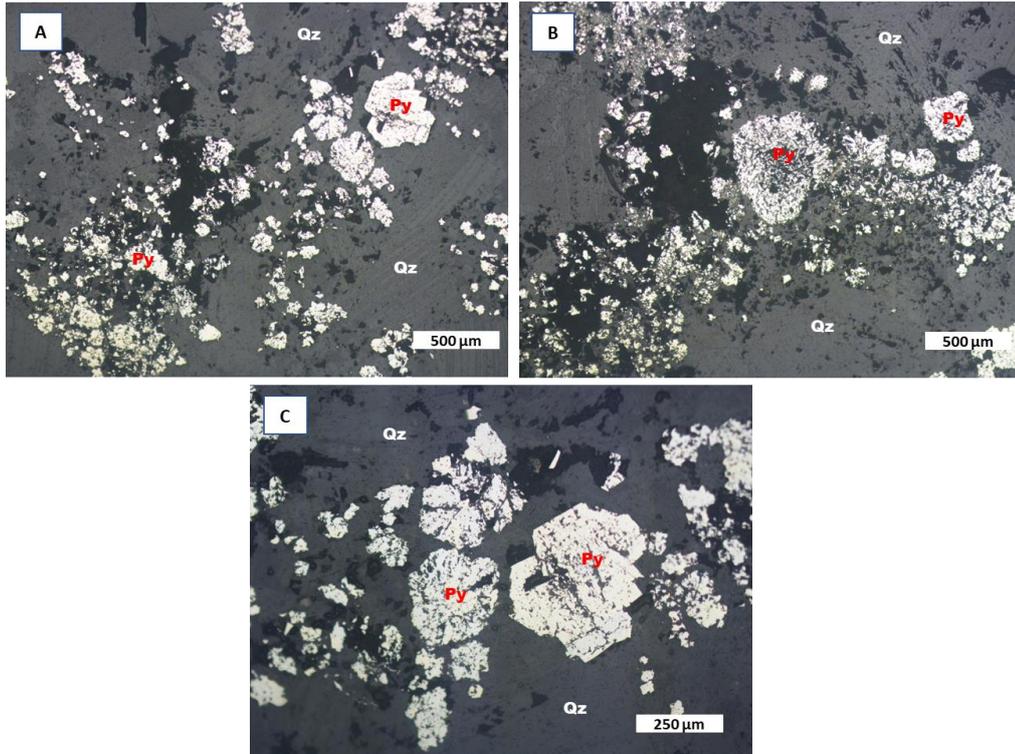
Pengamatan mikroskopis dilakukan terhadap 3 sampel bijih yang masing-masing diambil dari Sungai Pinamula, Desa Nandu, dan Kecamatan Palele Induk. Hasil analisis mikroskopis sampel (ST-007) dari S. Pinamula seperti pada Gambar XX. Seluruh foto (A-D) memperlihatkan asosiasi mineral bijih yang terdiri dari galena (Gn), kalkopirit (Ccp) dengan kuarsa sebagai mineral gangue. Kovelit (Cv) berwarna biru muda hadir sebagai mineral ubahan dari kalkopirit akibat proses supergen.

Tekstur bijih massif, namun setempat menunjukkan rongga pori (Gambar XX-C). Bentuk kristal umumnya anedral. Kehadiran galena dicirikan oleh adanya bentuk triangular pits (Gambar 6.1).



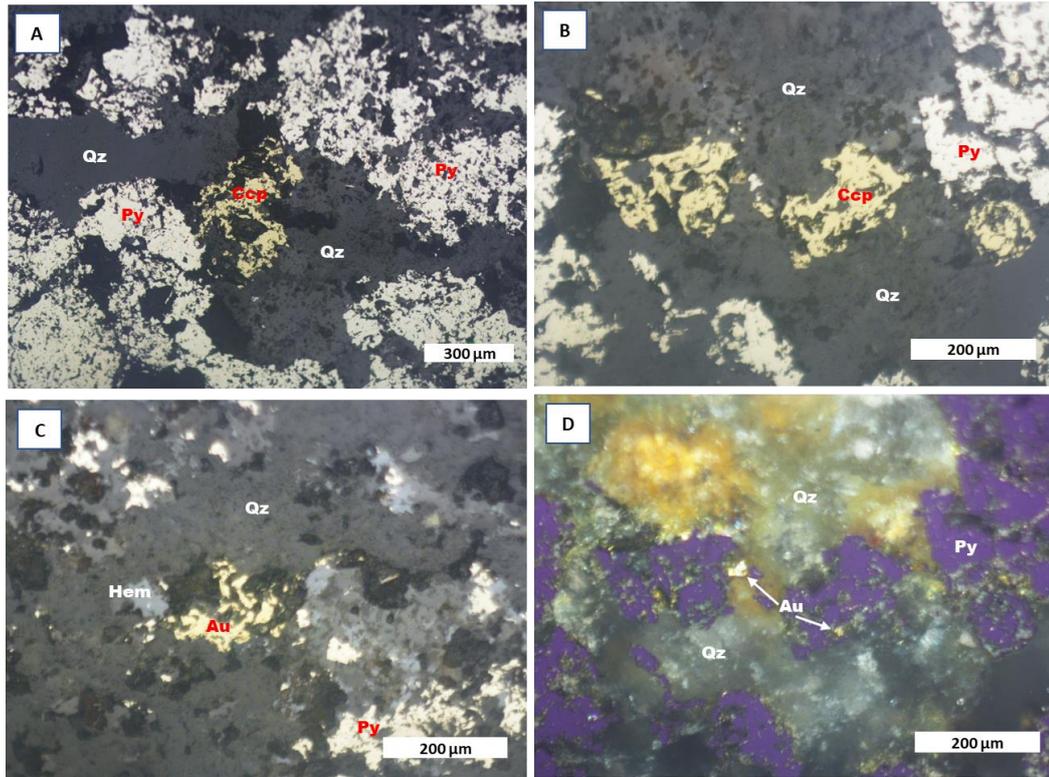
Gambar 6.1 Fotomikrograf sampel bijih dari S. Pinamula. Gambar A memperlihatkan mineral galena (Gn), kalkopirit (Ccp), kovelit (Cv), dan kuarsa (Qz).

Selanjutnya Gambar XY menunjukkan distribusi mineral pirit yang berasosiasi dengan mineral kuarsa pada sampel bijih sulfida dari Desa Nandu (ST-03). Pirit menunjukkan tekstur anhedral – subhedral, ukuran butir berkisar antara 50 – 500 mikron. Mineral pirit hadir secara disseminated.



Gambar 6.2 Fotomikrograf sampel bijih sulfida dari Desa Nandu. Terlihat mineral pirit (warna kuning) dengan tekstur anhedral – subhedral yang berasosiasi dengan mineral kuarsa.

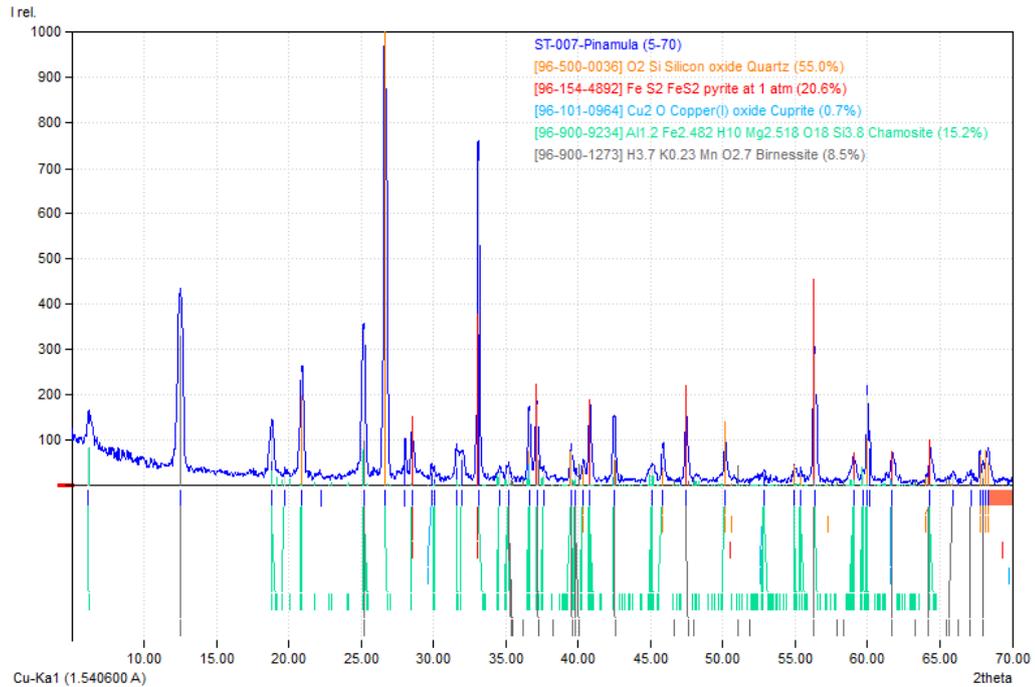
Kenampakan mikroskopis sampel bijih dari Kecamatan Palele Induk (ST-03) seperti pada Gambar 6.2 menunjukkan kehadiran mineral kalkopirit, pirit dan emas (Au).



Gambar 6.3 Menunjukkan kenampakan bijih sulfida yang terdiri dari kalkopirit dan pirit yang tertanam dalam masa dasar kuarsa. Emas diidentifikasi dengan warna kontras dan memiliki tekstur butiran yang tidak teratur serta ukuran bervariasi (Gambar C dan D).

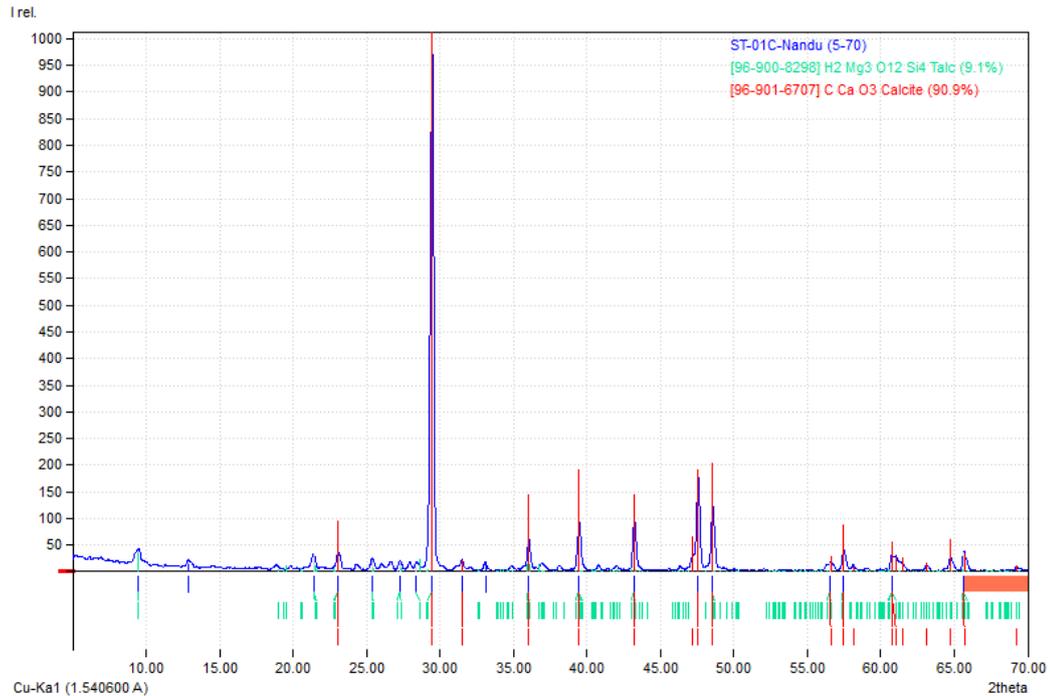
### 6.1.2 Hasil Analisis XRD

Hasil analisis XRD terhadap 3 sampel bijih sulfida masing-masing dari Pinamula, Nandu, dan Palele telah dilakukan untuk memprediksi komposisi mineralogi terutama yang bertindak sebagai mineral pembawa emas, perak dan tembaga. Pola difraksi sampel ST.007 Pinamula didominasi oleh kuarsa sebagai mineral pengotor. Mineral sulfida yang dijumpai adalah pirit yang dapat bertindak sebagai mineral pembawa emas. Tembaga hadir sebagai fasa oksida yaitu cuprit. Namun demikian analisis mikroskopis memperlihatkan mineral pembawa tembaga hadir berupa kalkopirit dan kovelit sebagai fasa sekunder. Mineral-mineral lain yang diidentifikasi yaitu kamosit dari kelompok klorit serta birnesit dari kelompok mangan.



Gambar 6.4 Pola difraktogram sampel kode ST.007 Pinamula memperlihatkan kehadiran mineral sulfida yakni pirit serta mineral oksida tembaga.

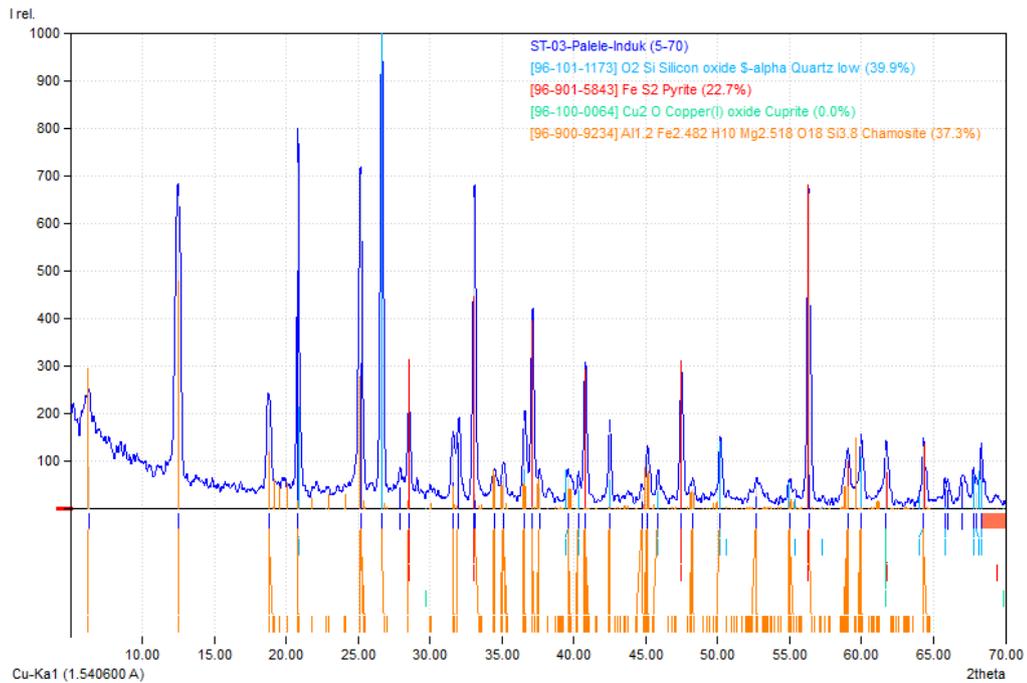
Hasil analisis XRD sampel dengan kode ST.01C Nandu. Pola difraksi memperlihatkan mineral karbonat yakni kalsit yang mencapai komposisi hingga 90%. Sampel tersebut juga mengandung sedikit mineral talk (Gambar 6.4)



Gambar 6.5 Pola difraktogram sampel bijih ST.01C Nandu, memperlihatkan sampel didominasi oleh kalsit dan sedikit mineral talk.

Hasil analisis XRD sampel kode ST.03 Palele Induk (Gambar XQ) menunjukkan kehadiran sulfida membawa emas, terutama pirit ( $\text{FeS}_2$ ). Mineral lainnya yang dideteksi sebagai mineral bijih adalah kuprit yaitu tembaga oksida berupa kovelit, malakit, dan bornit. Mineral-mineral tembaga oksida terbentuk karena adanya proses oksidasi atau pelapukan awal dari mineral kalkopirit sebagai mineral tembaga primer. Selain pirit, kalkopirit juga merupakan salah satu host untuk logam emas. Akibat proses pelapukan, baik mineral pirit maupun kalkopirit akan melepaskan logam emasnya ke lingkungan. Tingginya resistensi emas terhadap pelapukan menyebabkan logam ini dapat bertahan pada lingkungan oksidasi dalam bentuk unsur natif (*native element*). Pirit yang teroksidasi mengalami transformasi menjadi goethite atau hematit, tergantung suhu lingkungan. Sebahagian emas kemungkinan masih diadsorpsi pada permukaan mineral-mineral sekunder. Sementara itu, oksidasi kalkopirit dapat menyebabkan transformasi menjadi fasa tembaga oksida (bornit, kovelit, kuprit) atau fasa karbonat (malakit). Pembentukan fasa tembaga sekunder ini menyebabkan peningkatan kadar tembaga. Emas akan melepaskan diri menjadi

unsur natif.



Gambar 6.6 Pola difraksi sinar X sampel bijih sulfida kode ST.03.Palele Induk terdiri dari mineral-mineral kuarsa dan kamosit sebagai mineral gangue. Sedangkan mineral bijahnya berupa pirit dan kuprit.

### 6.1.3 Hasil Analisis XRF

#### e. Element Mayor (Major Element)

Analisis XRF dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia baik elemen mayor maupun unsur jejak (trace element). Jumlah sampel yang dianalisis terdiri dari 3 sampel bijih dan 16 sampel plaser (pasir/konsentrat). Hasil analisis dapat dilihat pada lampiran. Hasil analisis XRF terhadap 3 sampel bijih menunjukkan kandungan unsur utama yang bervariasi (Tabel 6.1).

Tabel 6.1 Komposisi unsur utama pada sampel bijih di 3 lokasi

Element Mayor (% Oksida)	Pinamula (ST.007)	Nandu (ST.01A)	Palale Induk (ST.03)
SiO <sub>2</sub>	0,13	-	0,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,69	0,02	1,37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	0,09
CaO	7,64	-	5,96
TiO <sub>2</sub>	0,99	-	-
MnO	0,04	-	0,03

Secara umum hampir seluruh sampel plaser didominasi oleh oksida besi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dengan kadar berkisar antara 20 – 80%. Hal ini bersesuaian dengan dominasi mineral magnetite dari hasil analisis XRD.

Distribusi kandungan oksida besi yang tinggi terutama dijumpai di wilayah Lakea, Palele, dan Bulagidun. Sementara itu silika (SiO<sub>2</sub>) memiliki distribusi kadar berkisar antara 5 – 60% dan mendominasi pada wilayah-wilayah Pinamula, S.Tabong, dan Kokobuka. Keterdapatannya berkaitan dengan kehadiran mineral kuarsa. Selanjutnya alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dengan distribusi kadar berkisar antara 20 – 40% yang dijumpai pada sampel-sampel dari Nandu, Bunobogu, Dopala, S. Tabong, dan Pinamula. Titania (TiO<sub>2</sub>) dideteksi pada hampir seluruh sampel yang dianalisis dengan kisaran antara 0,5 – 10%. Namun nilai yang tinggi dijumpai pada sampel-sampel Lakea, Labuton, dan Palele Barat.

Unsur utama lainnya yang dijumpai dalam jumlah kecil seperti CaO, K<sub>2</sub>O, dan MnO. Unsur-unsur ini dijumpai pada sampel Nandu, Palele Induk, S. Tabong, dan Lonu. Keberadaan unsur utama berkaitan dengan mineral-mineral primer yang terdapat pada batuan beku. Sebagian mineral pembawa mengalami pelapukan kemudian tertransportasi pada sungai.

#### 6.1.4 Element Jejak (Trace Element)

Unsur-unsur jejak hasil analisis XRF dilaporkan dalam bentuk oksida. Unsur-unsur ini dijumpai pada sejumlah sampel baik sampel bijih/batuan maupun sampel plaser (pasir/konsentrat) yang meliputi Cu, Pb, Zn, Cr, Mo, Cr, Zr, W, Au, Ag, dan V. Keterdapatannya pada 3 sampel bijih seperti pada

Tabel 6.2 berikut.

Tabel 6.2 Kandungan unsur-unsur jejak pada 3 sampel bijih.

<b>Trace Element (% Oksida)</b>	<b>Pinamula (ST.007)</b>	<b>Nandu (ST.01A)</b>	<b>Palale Induk (ST.03)</b>
Ag <sub>2</sub> O	0,13	-	0,11
CuO	1,69	0,02	1,37
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	-	0,09
PbO	7,64	-	5,96
ZnO	0,99	-	-
ZrO <sub>2</sub>	0,04	-	0,03

Perak (Ag) diidentifikasi pada sampel ST.007 (Pinamula) dan sampel ST.03 (Palele Induk). Namun tidak dijumpai pada sampel Nandu. Keterdapan Ag berkaitan dengan kehadiran mineral-mineral sulfida terutama kalkopirit, galena, dan sfalerit. Demikian pula dengan tembaga (Cu), timbal (Pb), dan zink (Zn). Tembaga dijumpai sebagai mineral sulfida (kalkopirit) dan oksida (kovelit, bornit), sementara itu logam timbal (Pb) umumnya hadir sebagai mineral galena. Unsur zink dijumpai sebagai mineral sfalerit.

Hasil analisis juga menunjukkan keterdapan unsur krom dan zirkon. Namun unsur krom hanya dijumpai pada sampel ST.03 (Palale Induk). Kehadiran krom umumnya berasosiasi dengan batuan basa – ultrabasa. Pada daerah Buol, tidak dijumpai batuan ultrabasa, dengan demikian, maka kehadiran krom diduga berasosiasi dengan batuan-batuan basal. Sementara itu, Zirkon yang dideteksi pada dua sampel yaitu ST.007 (Pinamula) dan ST.03 (Palele Induk). Zirkon umumnya berafiliasi dengan batuan-batuan granitik, sehingga ditafsirkan bahwa keterdapan zirkon berhubungan dengan batuan granodiorit di Kabupaten Buol.

### 6.1.5 Atomic absorption spectroscopy (AAS)

Atomic absorption spectroscopy (AAS) adalah suatu metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat dasar. Penyerapan tersebut tereksitasinya electron dalam kulit atom ke tingkat energi yang lebih tinggi. Keadaan ini bersifat labil, electron

akan kembali ke tingkat dasar sambil mengeluarkan energi yang berbentuk radiasi. Dalam AAS, atom bebas berinteraksi dengan berbagai bentuk energi seperti energi panas, energi elektromagnetik, energi kimia dan listrik. Interaksi ini menimbulkan proses dalam atom yang bebas yang menghasilkan absorpsi dan emisi radiasi dan panas. Radiasi yang dipancarkan bersifat khas karena mempunyai panjang gelombang yang karakteristik untuk setiap atom bebas (Basset, 1994).

Prinsip dasar dari pengukuran AAS adalah penguraian molekul menjadi atom energi dengan bantuan energi dari api atau listrik. Atom yang berada dalam keadaan dasar ini bisa menyerap sinar yang dipancarkan oleh sumber sinar, pada tahap ini atom akan berada pada keadaan terkesitasi. Sinar yang tidak diserap oleh atom akan diteruskan dan dipancarkan pada detector, kemudian diubah menjadi sinyal akan terukur. Intensitasnya bergantung pada jumlah atom dalam keadaan dasar, dengan demikian AAS dapat digunakan baik untuk analisa kuantitatif maupun kualitatif.

Pada kajian ini ada 19 sampel yang telah dikumpulkan dari beberapa titik di wilayah Kabupaten Buol kemudian dianalisa AAS dan menghasilkan nilai sebagai berikut.

Tabel 6.3 Hasil analisa AAS pada beberapa sampel di wilayah Kabupaten Buol.

NO	No. Stasiun	X	Y	Kadar Au (mg/kg=ppm)	Kadar Ag (mg/kg=ppm)	Kadar Cu (mg/kg=ppm)
1	St 01A Nandu	121° 40' 14.004" E	1° 1' 22.914" N	101.4	14	85.06
2	St 01 Lakea 1	121° 11' 36.396" E	1° 10' 15.636" N	120.05	11.19	30.95
3	St 03 Sungai Tabong	121° 1' 37.790" E	0° 47' 28.742" N	109.63	13.94	47.64
4	St 01 Sungai Tabong	121° 0' 37.674" E	0° 47' 39.240" N	92.66	17.41	48.3
5	St 01 Nandu	121° 40' 14.004" E	1° 1' 22.914" N	110.78	12.37	73.2
6	St 02 Sungai Tabong	121° 1' 29.472" E	0° 47' 25.830" N	132.67	10.27	45.86
7	St 01 Pinamula	121° 21' 4.650" E	1° 8' 4.446" N	106.64	13.84	58.71
8	St 01 Kokobuka	121° 0' 37.674" E	0° 47' 39.240" N	136.37	16.51	65.97
9	St 03 Bunobogu	121° 36' 10.914" E	1° 0' 12.738" N	152.75	28.75	127.76
10	St 01A Bodi	121° 46' 12.120" E	1° 3' 24.396" N	222.52	13.61	76.74
11	St 03 Dopalak	121° 56' 33.451" E	1° 3' 26.080" N	157.62	2.68	705.13
12	St 04 Lonu	121° 34' 53.784" E	1° 2' 11.082" N	349.08	30.07	86.59
13	St 05 Dopalak	121° 56' 54.906" E	1° 3' 24.582" N	260.6	21.9	293.01
14	St 07 Pinamula	121° 20' 51.810" E	1° 8' 9.047" N	202.49	22.14	1182.81
15	St 09 Lakea 2	121° 16' 17.754" E	1° 9' 29.740" N	294.42	1.73	89.7
16	St 02 Labuton	121° 44' 22.739" E	1° 2' 8.553" N	210.51	14.97	1265.18
17	St 01 Dopalak	121° 56' 40.440" E	1° 3' 24.684" N	400	14.61	1094
18	St 03 Labuton	121° 44' 23.412" E	1° 2' 4.146" N	428.6	40.7	5646.64
19	St 06 Labuton	121° 44' 43.387" E	1° 1' 42.663" N	416.32	23.44	7891.41

## BAB 7

### DELINASI WILAYAH PERTAMBANGAN RAKYAT DAN POTENSINYA

### 7.1 Potensi emas di wilayah pertambangan rakyat

Wilayah pertambangan adalah wilayah yang memiliki potensi mineral dan batu bara dan tidak terikat dengan batasan administrasi pemerintahan yang merupakan bagian dari tata ruang nasional (Pasal 1 angka 29 Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2020 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral Batubara (UU 30/2020). Pasal 1 angka 32 UU 3/2020 mendefinisikan WPR adalah bagian wilayah pertambangan tempat dilakukan kegiatan usaha pertambangan rakyat.

Kegiatan pertambangan rakyat dilaksanakan dalam suatu WPR (Pasal 20 Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral Batubara (UU 4/2009), yang selanjutnya kegiatan pertambangan rakyat tersebut dikelompokkan menjadi (Pasal 66 UU 3/2020):

- 1) Pertambangan mineral logam;
- 2) Pertambangan mineral bukan logam; atau
- 3) Pertambangan batuan.

Untuk sebuah wilayah pertambangan dapat ditetapkan sebagai WPR , wilayah pertambangan tersebut harus memenuhi kriteria-kriteria berikut ini (Pasal 22 UU 3/2020)

- 1) Mempunyai cadangan mineral sekunder yang terdapat di sungai dan/atau di antara tepi dan tepi sungai;
- 2) Mempunyai cadangan primer mineral logam dengan kedalaman maksimal 100 meter;
- 3) Endapan teras, dataran banjir, dan endapan sungai purba;
- 4) Luas maksimal wpr adalah 100 hektare;
- 5) Menyebutkan jenis komoditas yang akan ditambang; dan/atau
- 6) Memenuhi kriteria pemanfaatan ruang dan kawasan untuk kegiatan usaha pertambangan sesuai dengan peraturan perundang-undangan.

Perlu diketahui bahwa wilayah atau tempat kegiatan tambang rakyat yang sudah dikerjakan tetapi belum ditetapkan sebagai WPR diprioritaskan untuk ditetapkan sebagai WPR (Pasal 24 UU 4/2009).

Di wilayah Kabupaten Buol ada 9 area yang telah ditetapkan secara

definitif menjadi Wilayah pertambangan Rakyat (Tabel 7.1) (Peta Lokasi Terlampir).

Tabel 7.1 Wilayah administrasi WPR di Kabupaten Buol

<b>WPR Definitif</b>		
<b>No.</b>	<b>Wilayah Administrasi</b>	<b>Luas (Ha)</b>
1	Desa Bodi 1	80.3
2	Desa Labuton	100.0
3	Desa Pinamula 2	68.2
4	Desa Bukaan	71.9
5	Desa Kokobuka 1	53.1
6	Desa Pinamula 1	76.5
7	Desa Kokobuka 2	77.4
8	Desa Dopalak	7.2
9	Desa Bodi 2	23.5

Dari hasil kajian ini maka ditambahkan 9 usulan WPR yang bisa diusulkan dengan data potensi hasil kajian kegiatan ini (Tabel 7.2) (Peta Lokasi Terlampir)..

Tabel 7.2 Rencana usulan WPR di Kabupaten Buol

<b>No.</b>	<b>Wilayah Administrasi</b>	<b>Luas (Ha)</b>
1	Usulan WPR Desa Lakea 1	12.2
2	Usulan WPR Desa Kokobuka 3	100.0
3	Usulan WPR Desa Kokobuka 4	100.0
4	Usulan WPR Desa Kokobuka 5	100.0
5	Usulan WPR Desa Lonu	83.9
6	Usulan WPR Desa Bonobagu 1	100.0
7	Usulan WPR Desa Bonobogu 2	100.0
8	Usulan WPR Desa Bonobogu 3	100.0
9	Usulan WPR Desa Nandu	100.0

## **BAB 8**

### **KESIMPULAN**

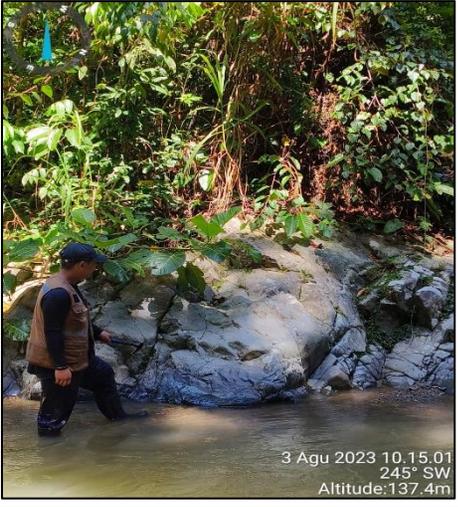
#### **8.1 Kesimpulan**

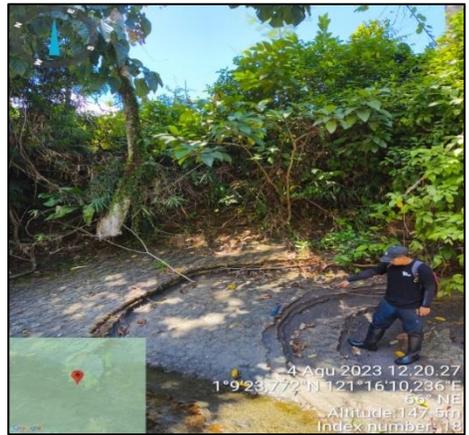
Berdasarkan hasil pemetaan dan analisa kimia yang telah dilakukan maka

dihasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari hasil kajian ini telah diketahui bahwa ada beberapa daerah dengan potensi endapan emas dalam bentuk primer dan endapan placer seperti di Desa Nandu Kecamatan Gadung, Desa Lakea 1 di Kecamatan Lakea, desa Lakea 2 Kecamatan Lakea, Desa Kokobuka Kecamatan Tiloan, Desa Pinamula Kecamatan Momunu, Desa Bunobogu Kecamatan Bunobogu, Desa Bodi di Kecamatan Paleleh Barat, Desa Dopalak di Kecamatan Paleleh, Desa Lonu di Kecamatan Tilongkabila dan Desa Labuton di Kecamatan Gadung.
2. Dari hasil kajian ini telah didelineasi 9 area wilayah pertambangan rakyat yang bisa diusulkan untuk rencana WPR Kabupaten Buol.

## **Lampiran 1: Titik Survey Lokasi**

STASIUN	DESA/ KECAMATAN	X	Y	PENGAMBILAN DATA	KETERANGAN	FOTO
St 01 Pinamula	Desa pinamula, Kecamatan Momonu	121° 21' 4.650" E	1° 8' 4.446" N	Placer	Umu mnya dijumpai singkapan batuan diorit dan andesit, Mineralisasi berupa pirit dan kalcopirit, dijumpai pula mata	
St 02 Pinamula	Desa pinamula, Kecamatan Momonu	121° 20' 58.701" E	1° 8' 11.281" N	Placer		
St 03 Pinamula	Desa pinamula, Kecamatan Momonu	121° 20' 55.152" E	1° 8' 4.746" N	fluds		3 Agu 2023 10.15.01 245° SW Altitude:137.4m
St 04 Pinamula	Desa pinamula, Kecamatan Momonu	121° 20' 53.658" E	1° 8' 3.534" N	Placer		
St 05 Pinamula	Desa pinamula, Kecamatan Momonu	121° 20' 49.014" E	1° 8' 7.446" N	Outcrop		
St 06 Pinamula	Desa pinamula, Kecamatan Momonu	121° 20' 49.692" E	1° 8' 10.566" N	Placer		
St 07 Pinamula	Desa pinamula, Kecamatan Momonu	121° 20' 51.810" E	1° 8' 9.047" N	Outcrop		
St 08 Pinamula	Desa pinamula, Kecamatan Momonu	121° 21' 8.706" E	1° 7' 59.046" N	Placer		
St 09 Pinamula	Desa pinamula, Kecamatan Momonu	121° 20' 48.828" E	1° 8' 14.958" N	Placer		
St 10 Pinamula	Desa pinamula, Kecamatan Momonu	121° 20' 39.048" E	1° 8' 22.470" N	Outcrop		
St 11 Pinamula	Desa pinamula, Kecamatan Momonu	121° 20' 33.942" E	1° 8' 30.702" N	Outcrop		

STASIUN	DESA/ KECAMATAN	X	Y	PENGAMBILAN DATA	KETERANGAN	FOTO
St 01A lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 9.012" E	1° 9' 39.138" N	Placer	Singkapan berupa batuan sedimen klastik berukuran lanau dengan kedudukan batuan yang relative sama, mineralisasi dijumpai dalam bentuk band halus pada batuan berupa pyrit, setempat juga dijumpai spot spot pengambilan sampel placer au oleh warga sekitar.	
St 01B lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 9.808" E	1° 9' 35.865" N	Placer		
St 02 lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 11.484" E	1° 9' 33.960" N	Placer		
St 03 lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 11.394" E	1° 9' 30.900" N	Outcrop		
St 04 lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 15.000" E	1° 9' 26.202" N	Placer		
St 05 lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 11.460" E	1° 9' 25.494" N	Outcrop		
St 06 lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 9.978" E	1° 9' 24.036" N	Placer		
St 07 lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 10.548" E	1° 9' 13.980" N	Outcrop		
St 08 lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 18.360" E	1° 9' 12.168" N	Outcrop		
St 09 lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 17.754" E	1° 9' 29.740" N	Placer		
St 10 lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 20.844" E	1° 9' 6.324" N	Geomorfologi		
St 11 lakea 2	Desa lakea 2, Kecamatan Lakea	121° 16' 6.336" E	1° 9' 52.165" N	Placer		

STASIUN	DESA/ KECAMATAN	X	Y	PENGAMBILAN DATA	KETERANGAN	FOTO
St 01 Labuton	Desa Labuton, Kecamatan Gadung	121° 44' 17.706" E	1° 2' 18.516" N	Outcrop	Secara umum disusun oleh intrusi batuan beku diorit, andesit dan intrusi basal di beberapa tempat, serta endapan konglomerat dengan nerselingan	
St 02 Labuton	Desa Labuton, Kecamatan Gadung	121° 44' 22.739" E	1° 2' 8.553" N	Outcrop		
St 03 Labuton	Desa Labuton, Kecamatan Gadung	121° 44' 23.412" E	1° 2' 4.146" N	Placer		
St 04 Labuton	Desa Labuton, Kecamatan Gadung	121° 44' 27.334" E	1° 1' 57.318" N	Placer		
St 05 Labuton	Desa Labuton, Kecamatan Gadung	121° 44' 27.648" E	1° 1' 55.290" N	Outcrop		
St 06 Labuton	Desa Labuton, Kecamatan Gadung	121° 44' 43.387" E	1° 1' 42.663" N	Outcrop		
St 07 Labuton	Desa Labuton, Kecamatan Gadung	121° 44' 20.706" E	1° 2' 11.197" N	Placer		
St 08 Labuton	Desa Labuton, Kecamatan Gadung	121° 44' 18.720" E	1° 2' 14.160" N	Placer		
St 09 Labuton	Desa Labuton, Kecamatan Gadung	121° 44' 11.494" E	1° 2' 28.062" N	Placer		

STASIUN	DESA/ KECAMATAN	X	Y	PENGAMBILAN DATA	KETERANGAN	FOTO
St 1A Bodi	Desa Bodi, Kecamatan Paleleh Barat	121° 46' 12.120" E	1° 3' 24.396" N	Placer	Secara umum disusun oleh batuan beku andesit dan basal di beberapa tempat juga dijumpai singkapan diorit	
St 1B Bodi	Desa Bodi, Kecamatan Paleleh Barat	121° 46' 12.732" E	1° 3' 24.618" N	Outcrop		
St 02 Bodi	Desa Bodi, Kecamatan Paleleh Barat	121° 46' 24.624" E	1° 3' 14.304" N	Outcrop		
St 03 Bodi	Desa Bodi, Kecamatan Paleleh Barat	121° 45' 51.347" E	1° 3' 39.300" N	Placer		
St 04 Bodi	Desa Bodi, Kecamatan Paleleh Barat	121° 45' 55.188" E	1° 3' 35.142" N	Placer		
St 05 Bodi	Desa Bodi, Kecamatan Paleleh Barat	121° 46' 2.514" E	1° 3' 27.516" N	Placer		
St 06 Bodi	Desa Bodi, Kecamatan Paleleh Barat	121° 45' 58.460" E	1° 3' 28.360" N	Outcrop		
St 07 Bodi	Desa Bodi, Kecamatan Paleleh Barat	121° 45' 19.914" E	1° 3' 44.502" N	Outcrop		

STASIUN	DESA/ KECAMATAN	X	Y	PENGAMBILAN DATA	KETERANGAN	FOTO
St 01 Sungai Tabong	Desa kokobuka, Kecamatan Tiloan	121° 0' 37.674" E	0° 47' 39.240" N	Outcrop	Litologi penyusun daerah ini didominasi oleh batuan metmorfic, melimpahnya mineral berupa muscovite pada batuan, mineralisasi umum dijumpai	
St 02 Sungai Tabong	Desa kokobuka, Kecamatan Tiloan	121° 1' 29.472" E	0° 47' 25.830" N	Outcrop		
St 03 Sungai Tabong	Desa kokobuka, Kecamatan Tiloan	121° 1' 37.790" E	0° 47' 28.742" N	Outcrop		
St 04 Sungai Tabong	Desa kokobuka, Kecamatan Tiloan	121° 1' 41.730" E	0° 47' 29.478" N	Outcrop		

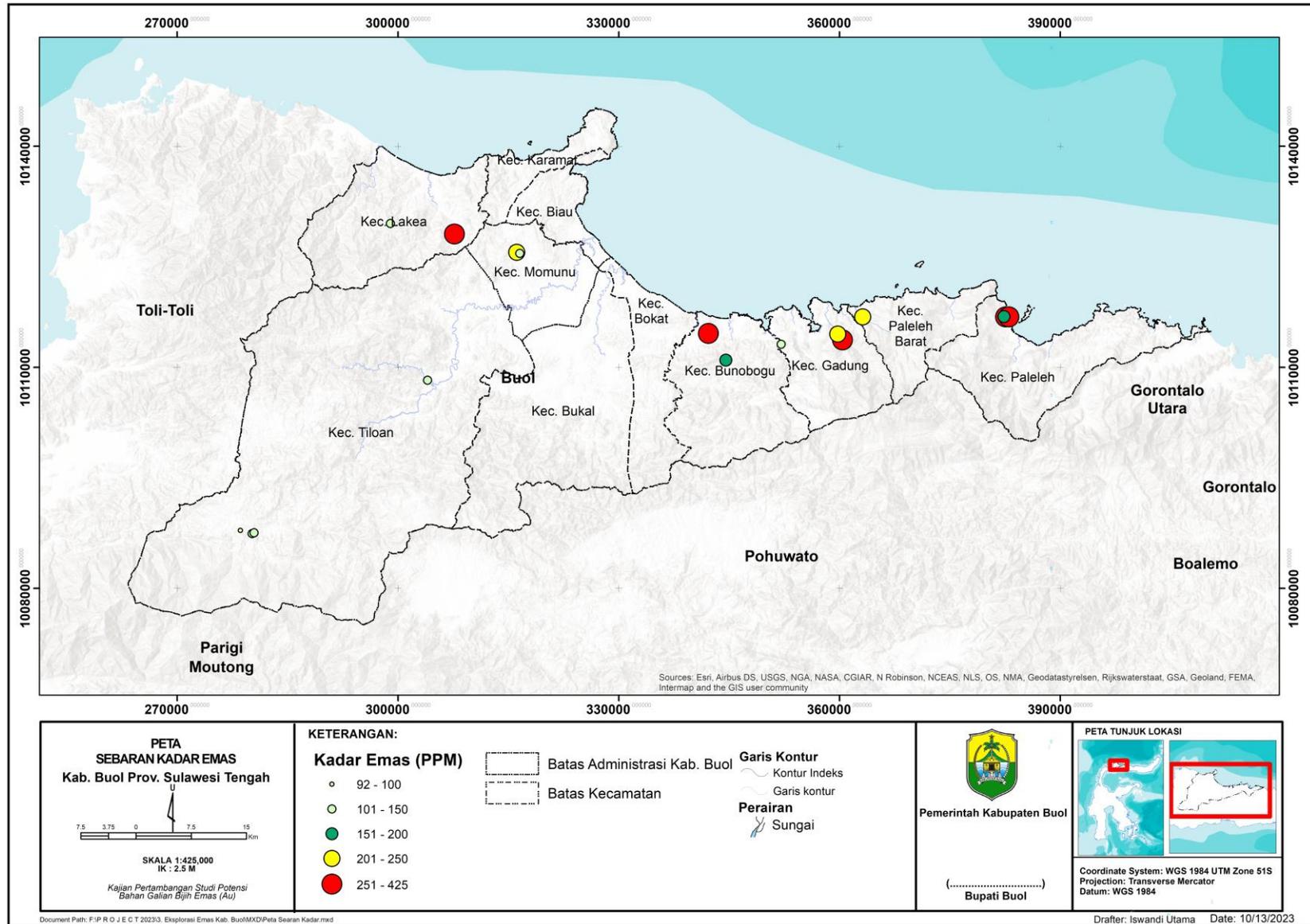
STASIUN	DESA/ KECAMATAN	X	Y	PENGAMBILAN DATA	KETERANGAN	FOTO
St 01 Dopalak	Desa Dopalak, Kecamatan Paleleh	121° 56' 40.440" E	1° 3' 24.684" N	Placer	Disepa njang sungai pada daerah ini digunakan sebagai lokasi penambangan rakyat dengan mengambil endapan placer, selain itu dijumpai sampel fluds dengan mineraslisasi yang umum seperti kuarsa, pirit, dan kalcopirit yang	
St 02 Dopalak	Desa Dopalak, Kecamatan Paleleh	121° 56' 36.936" E	1° 3' 24.858" N	Placer		
St 03 Dopalak	Desa Dopalak, Kecamatan Paleleh	121° 56' 33.451" E	1° 3' 26.080" N	Fluds		
St 04 Dopalak	Desa Dopalak, Kecamatan Paleleh	121° 56' 31.351" E	1° 3' 25.366" N	Outcrop		
St 05 Dopalak	Desa Dopalak, Kecamatan Paleleh	121° 56' 54.906" E	1° 3' 24.582" N	Placer		
St 06 Dopalak	Desa Dopalak, Kecamatan Paleleh	121° 56' 56.304" E	1° 3' 30.300" N	Placer		

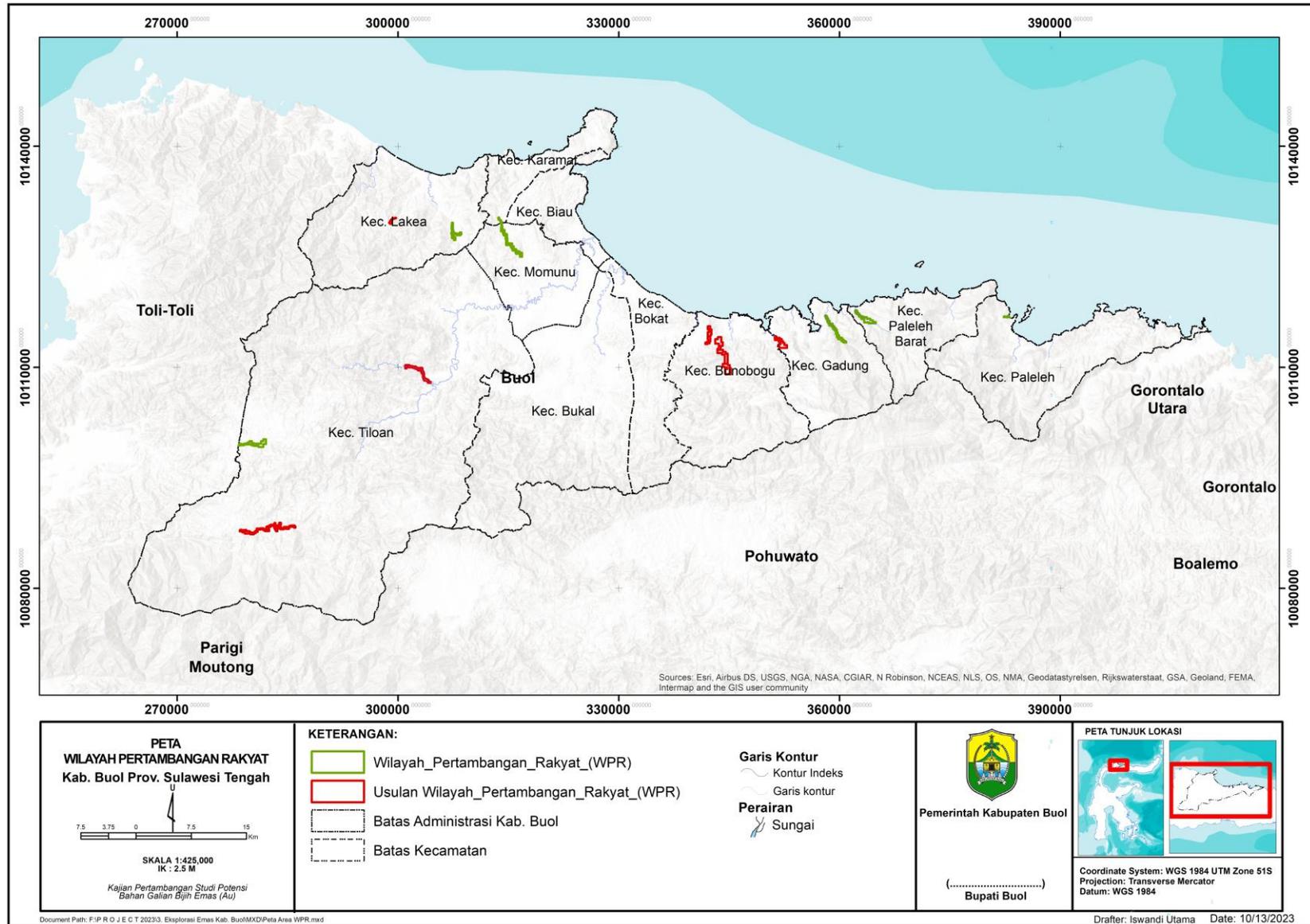
STASIUN	DESA/ KECAMATAN	X	Y	PENGAMBILAN DATA	KETERANGAN	FOTO
St 01 Bonobogu	Desa Bonobogu, Kecamatan Bunobogu	121° 36' 11.593" E	0° 59' 28.369" N	Outcrop	Secara umum wilayah ini disusun oleh batuan beku dan batuan vulkanik klastik yang Sebagian besar terdiri dari	
St 02 Bonobogu	Desa Bonobogu, Kecamatan Bunobogu	121° 36' 8.778" E	1° 0' 11.310" N	Placer		
St 03 Bonobogu	Desa Bonobogu, Kecamatan Bunobogu	121° 36' 10.914" E	1° 0' 12.738" N	Outcrop		
St 04 Bonobogu	Desa Bonobogu, Kecamatan Bunobogu	121° 35' 44.046" E	1° 0' 49.548" N	Outcrop		
St 05 Bonobogu	Desa Bonobogu, Kecamatan Bunobogu	121° 35' 29.862" E	1° 1' 37.164" N	Outcrop		
						

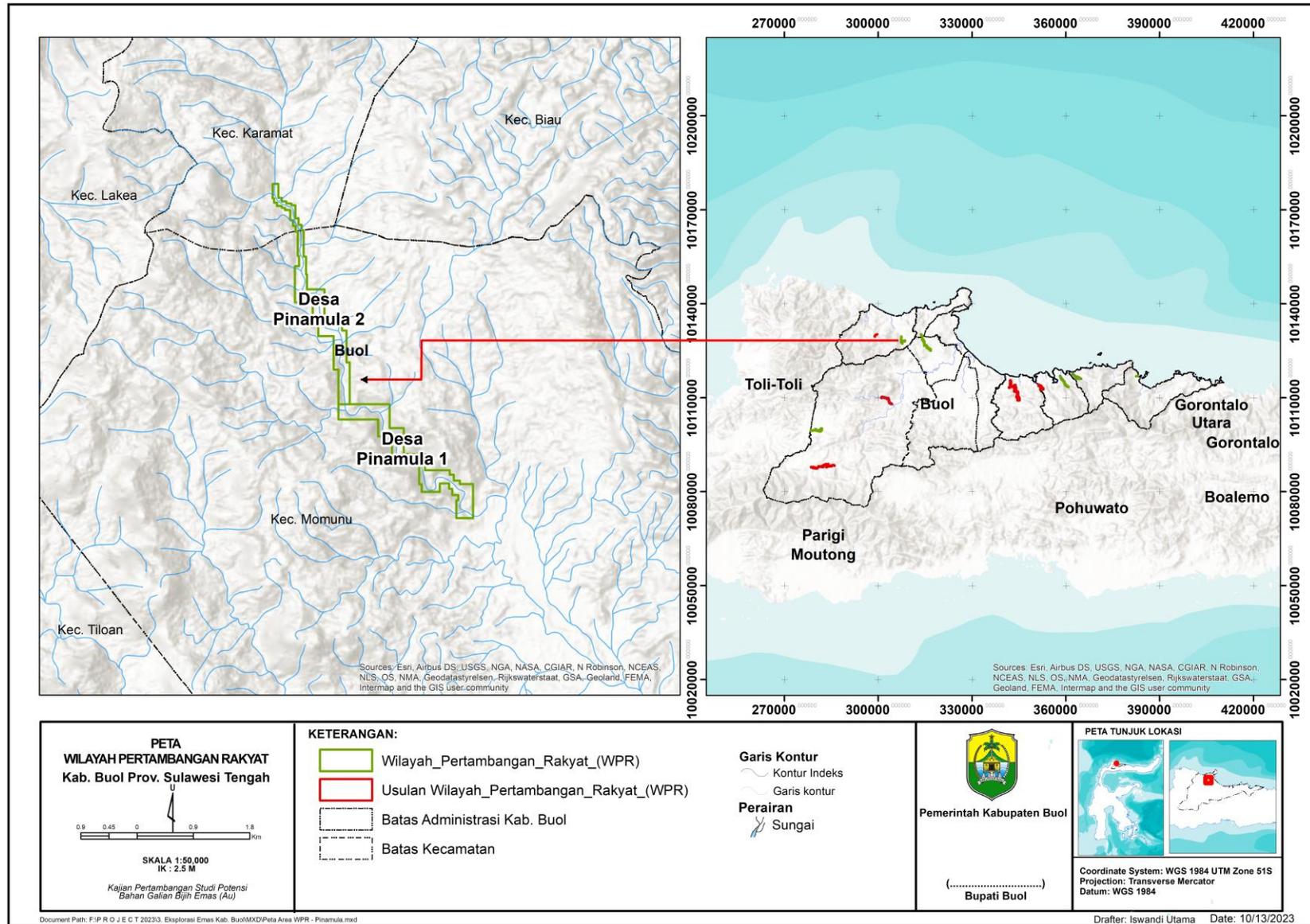
STASIUN	DESA/ KECAMATAN	X	Y	PENGAMBILAN DATA	KETERANGAN	FOTO
St 01 Lakea 1	Desa Lakea 1, Kecamatan Lakea	121° 11' 36.396" E	1° 10' 15.636" N	Outcrop	Mineralis asi dijumpai dalam bentuk butir halus, yang juga ditandai oleh pengisian mineral replacement berupa kuarsa.	
St 01 Nandu	Desa Nandu, Kecamatan Gadung	121° 40' 14.004" E	1° 1' 22.914" N	Outcrop	Dijumpai urat-urat kuarsa dengan ukuran kristal yang relatif besar, Mineralisasi galena juga sebagian berasosiasi dengan mineral sulfida lainnya seperti pirit, spalerit dan tembaga sulfida.	

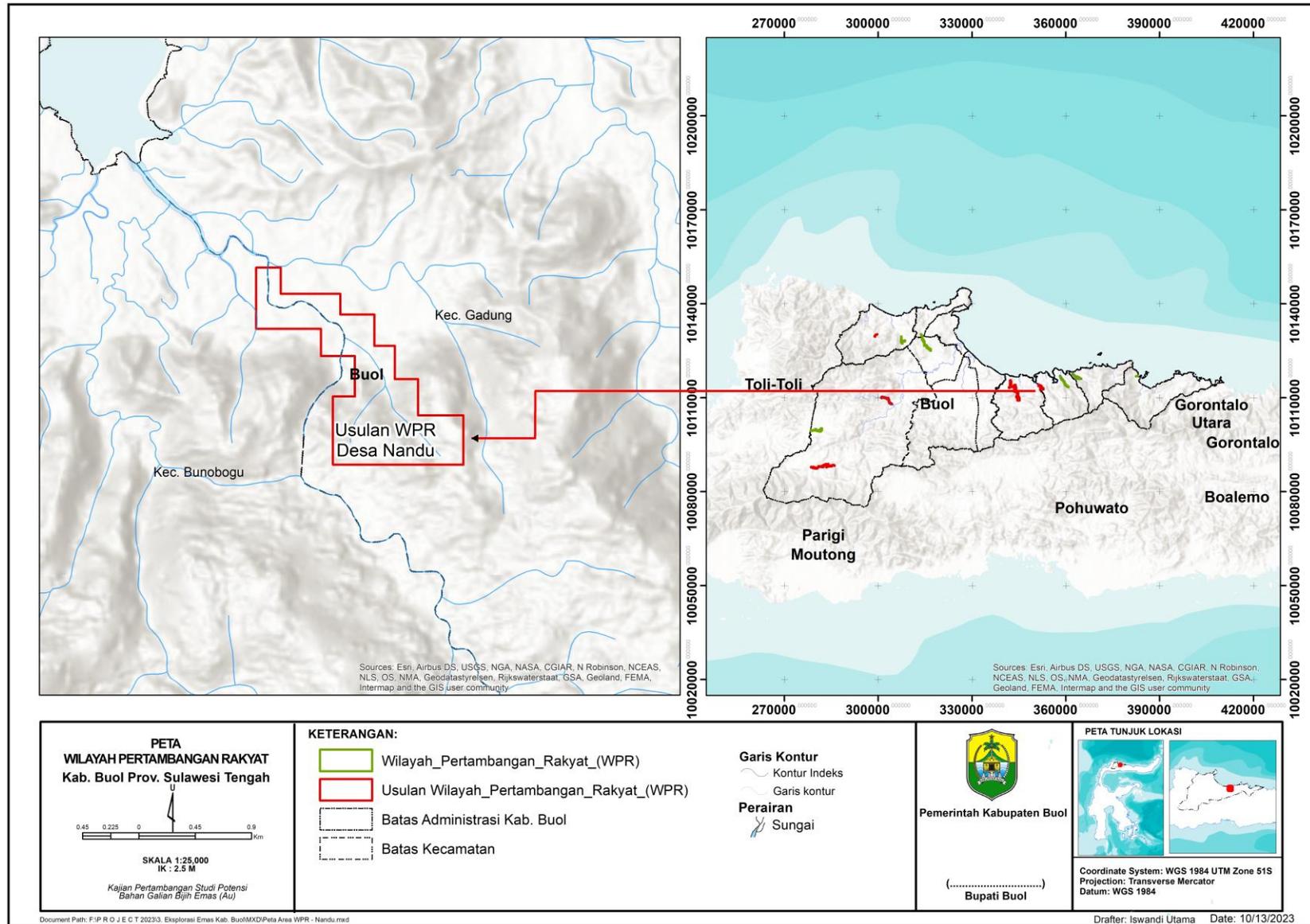
STASIUN	DESA/ KECAMATAN	X	Y	PENGAMBILAN DATA	KETERANGAN	FOTO
St 01 Lonu	Desa Lonu, Kecamatan Bunonogu	121° 34' 55.950" E	1° 2' 0.078" N	Placer	Umumnya daerah ini disusun oleh batugamping di beberapa tempat dari Barat ke Timur, disebagian tempat juga disusun oleh	
St 02 Lonu	Desa Lonu, Kecamatan Bunonogu	121° 34' 54.048" E	1° 2' 8.796" N	Placer		
St 03 Lonu	Desa Lonu, Kecamatan Bunonogu	121° 34' 53.784" E	1° 2' 11.082" N	Outcrop		
St 01 Kokobuka	Desa Kokobuka, Kecamatan Tiloan	121° 14' 19.662" E	0° 58' 43.719" N	Placer		

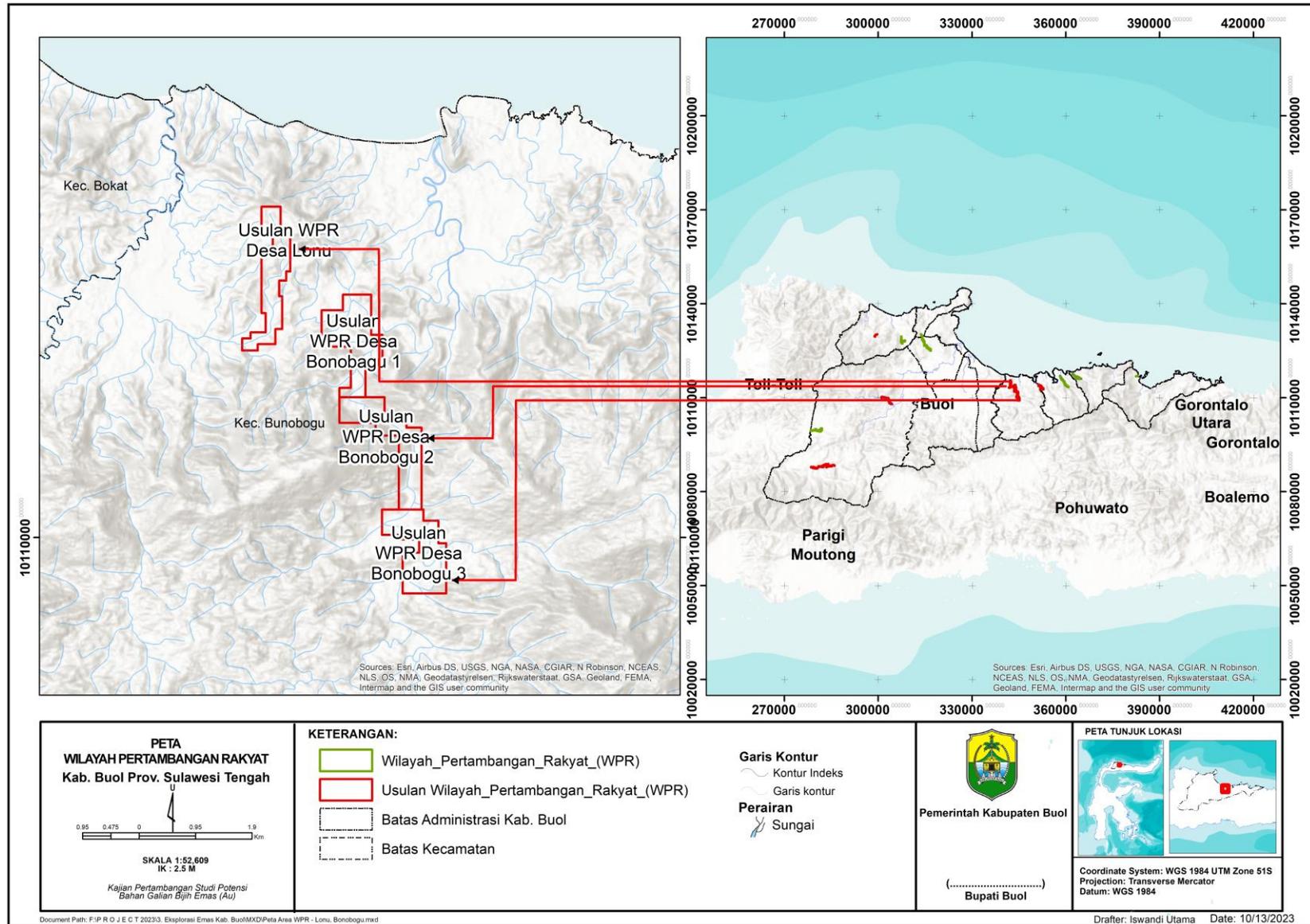
## **Lampiran 2: Peta Area WPR**

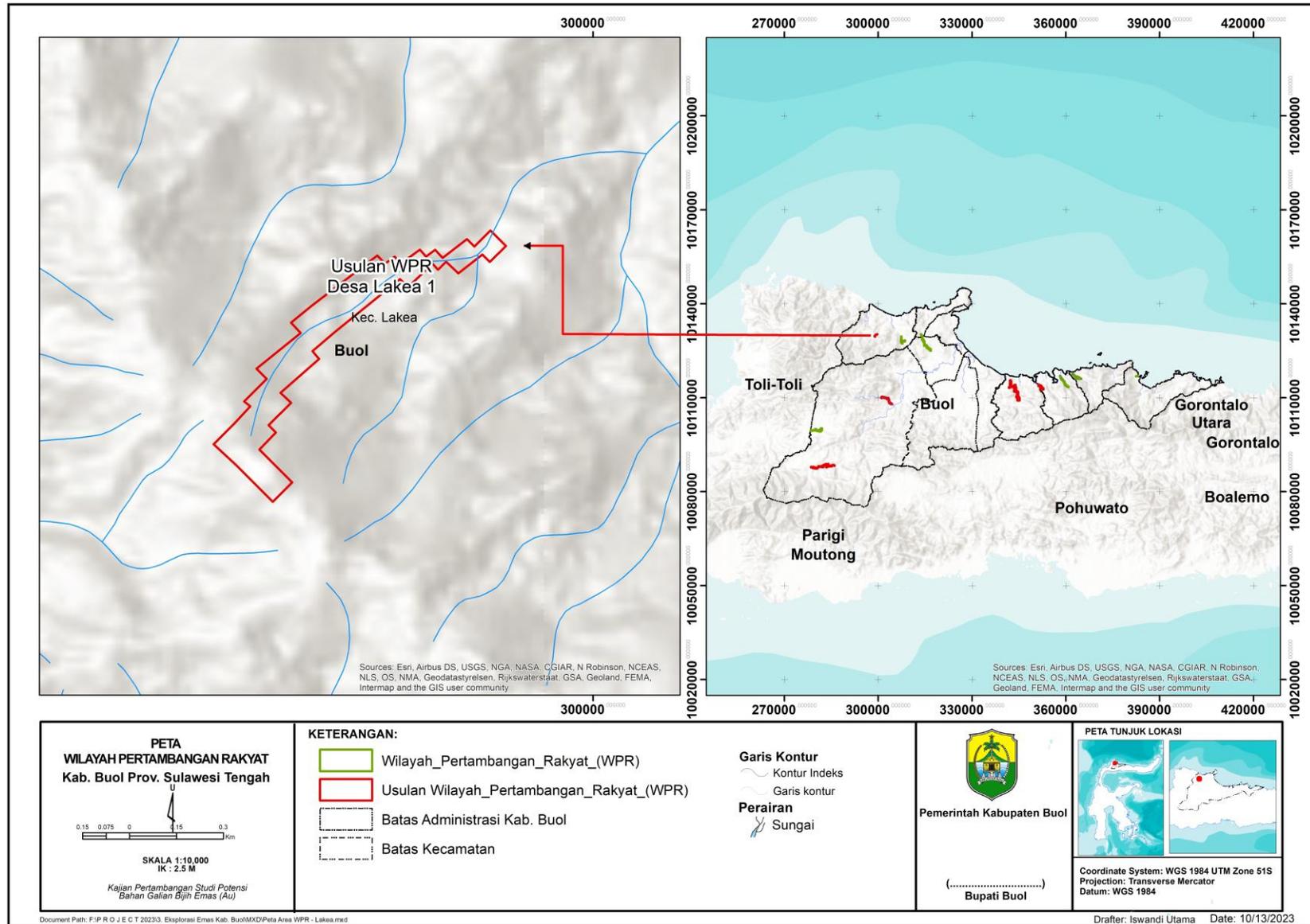


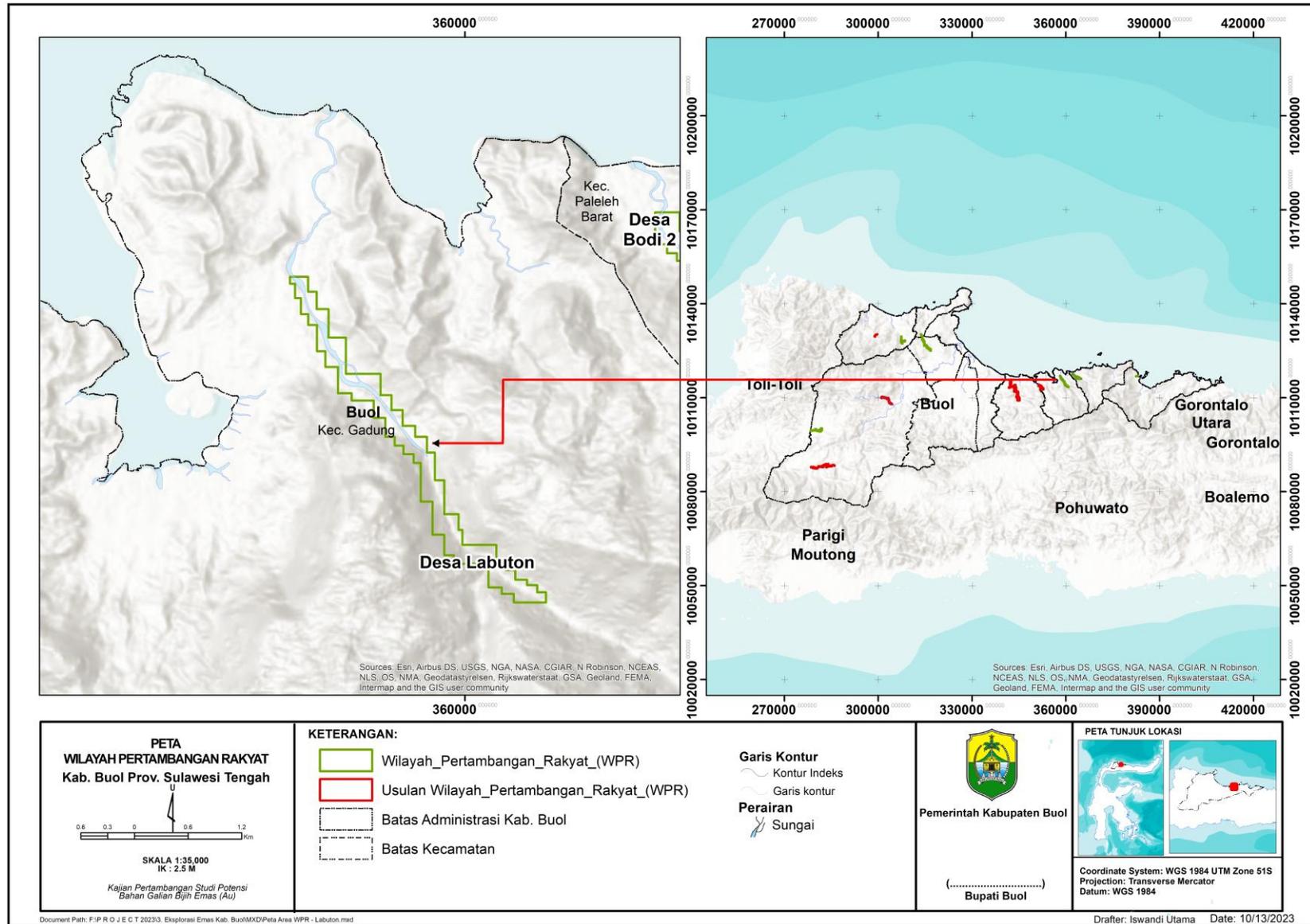


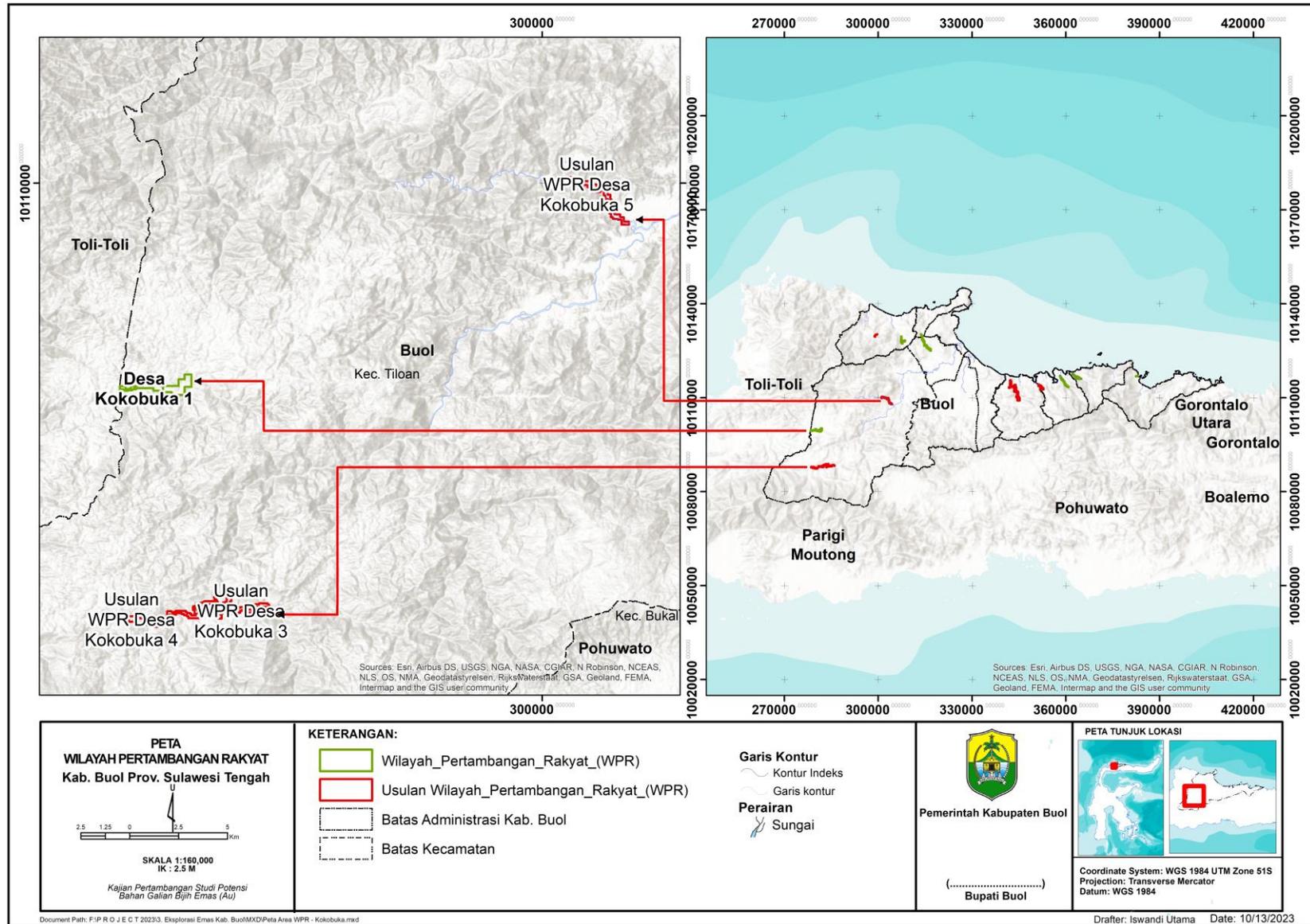


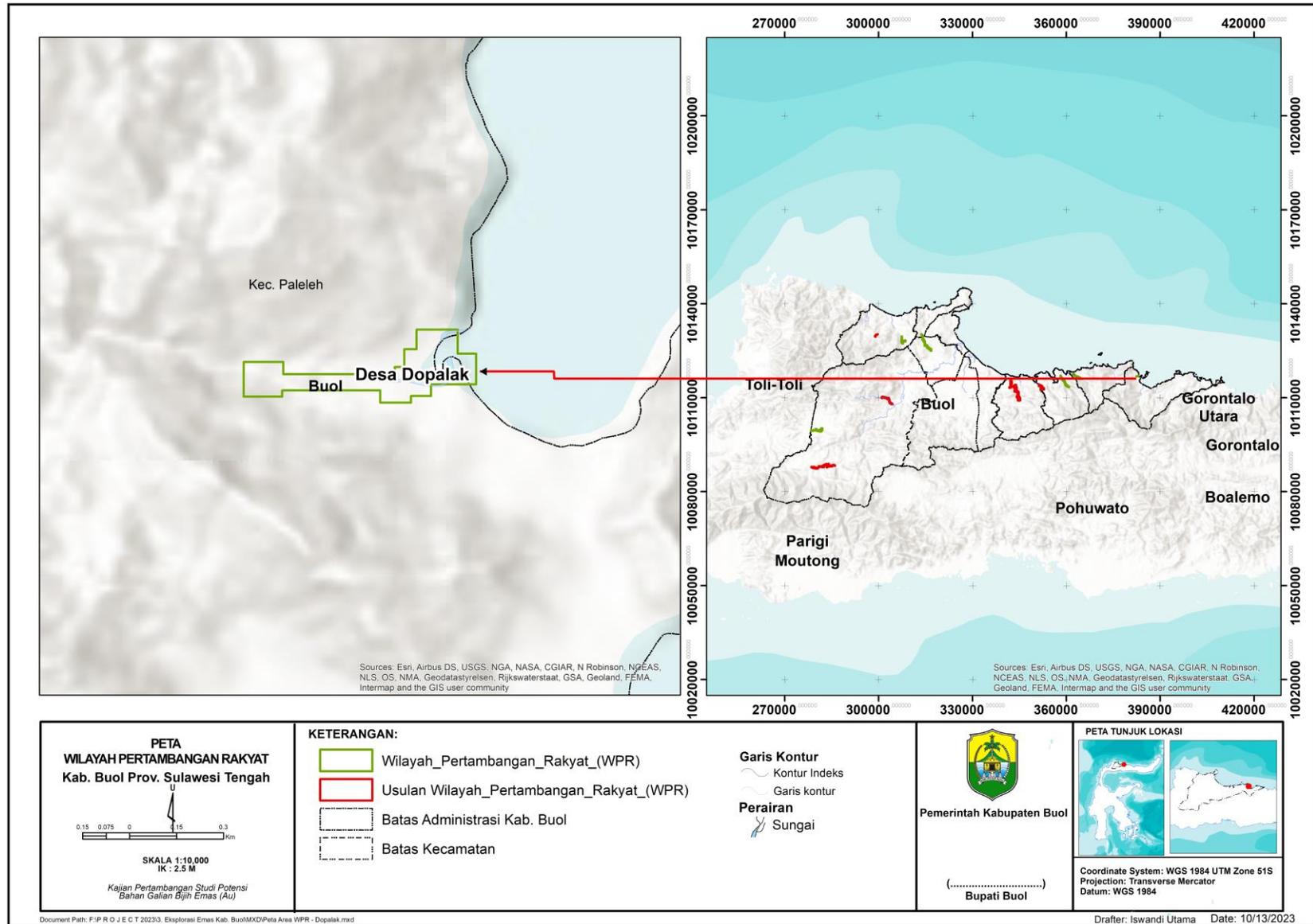


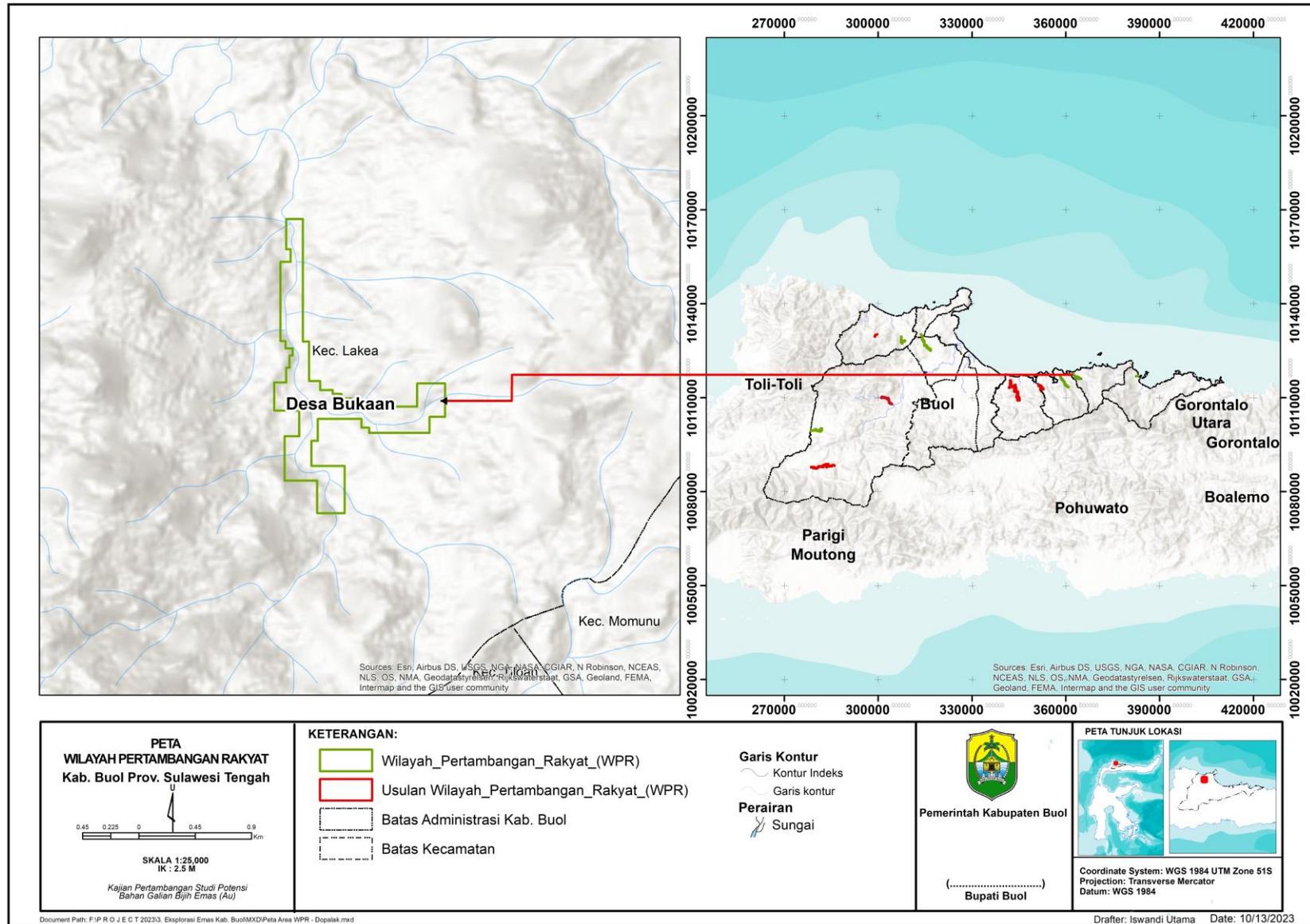


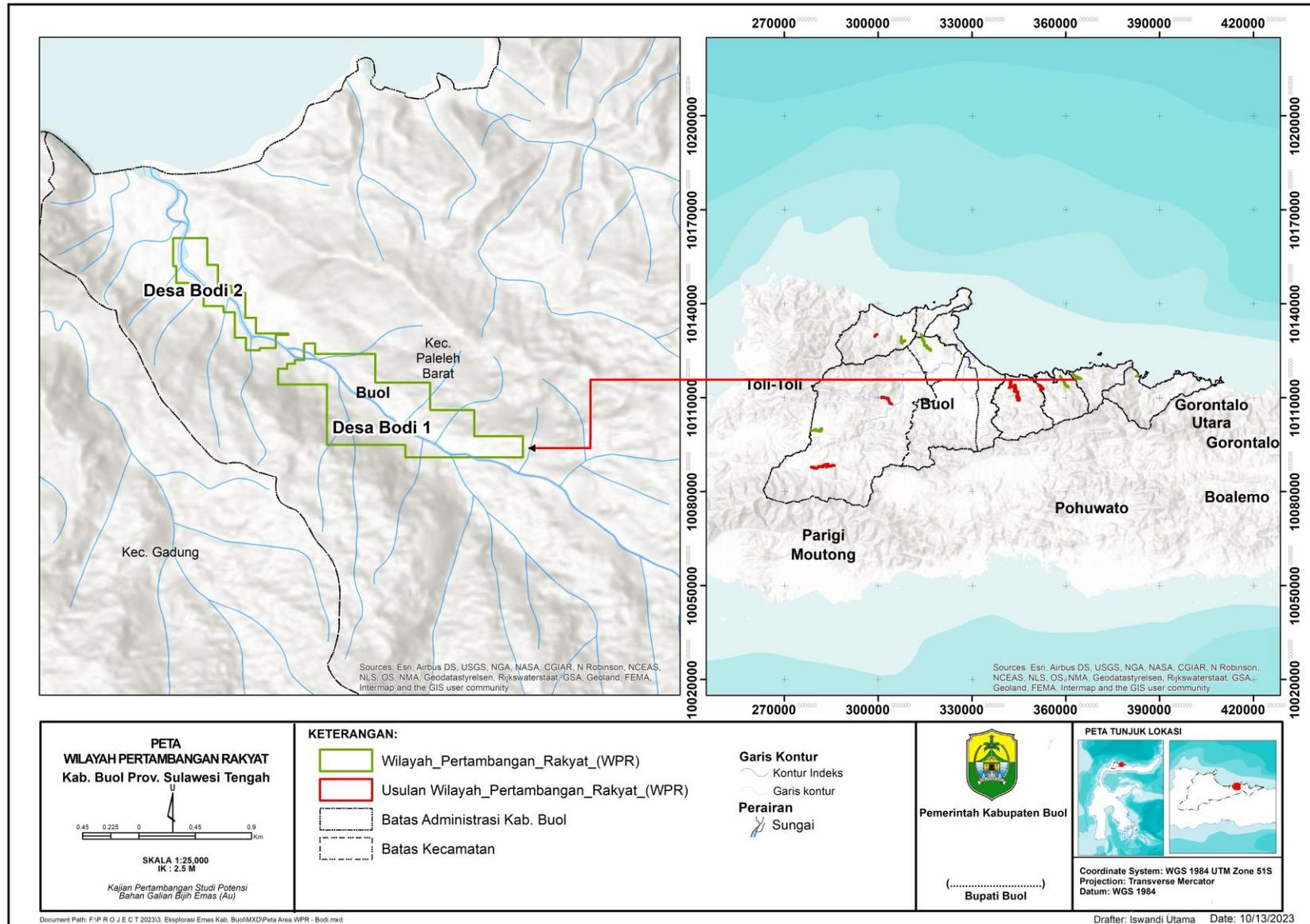


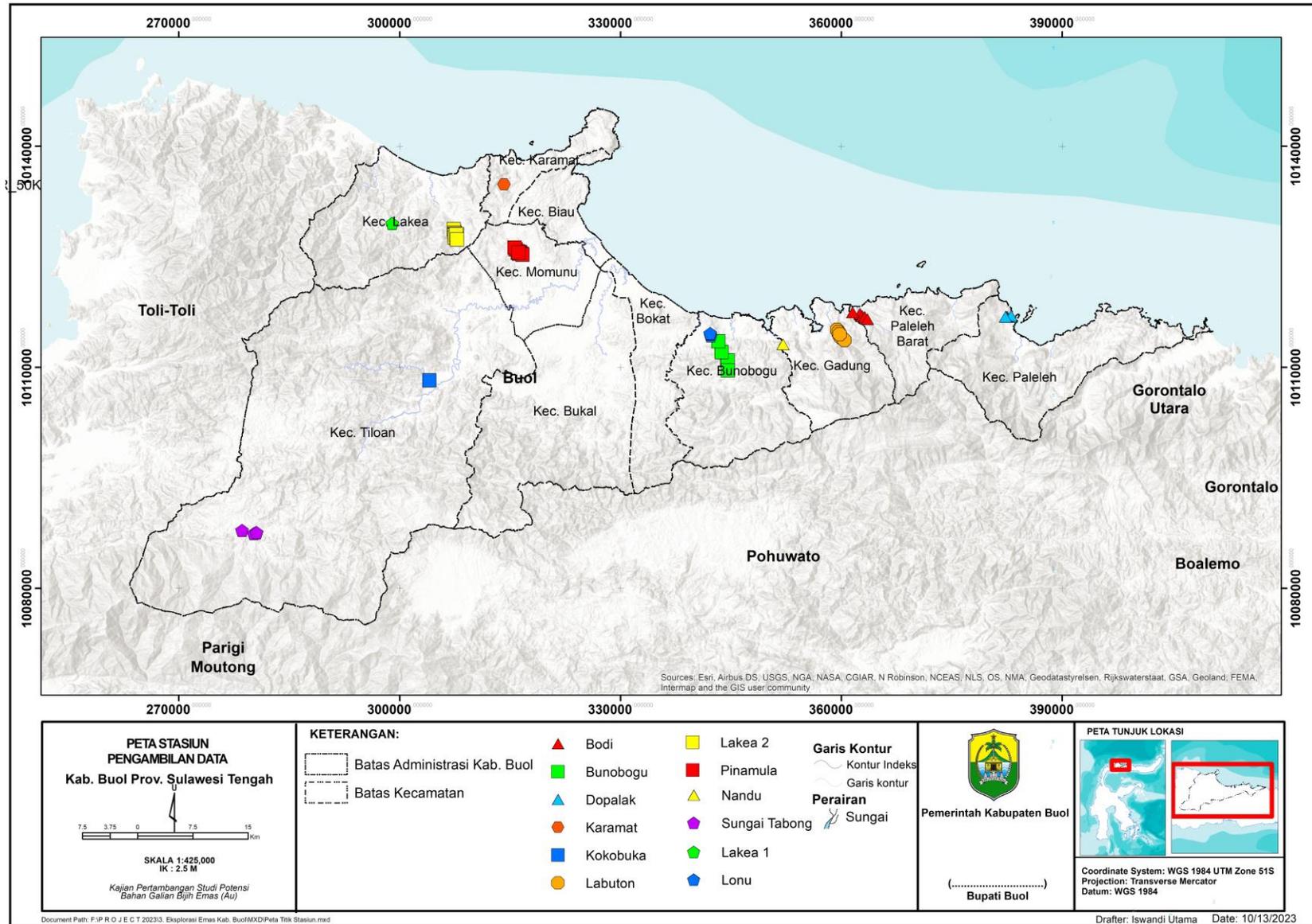












## **Lampiran 3: Hasil Analisa AAS**



**LABORATORIUM KIMIA ANALITIK**  
**DEPARTEMEN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Kampus Unhas Tamalanrea Jl Perintis kemerdekaan Km.10 Tamalanrea Makassar 90245.

Tlp/fax:0411-586498, Alamat E-mail :L.kimiauh@indosat.net.id

No. : 26/LKA/HA-AAS/X/2023  
 Nama : Dr. Ir. Sufriadin, S.T., M.T. NIP. 196608172000121001  
 Fakultas/Univ. : Teknik / Teknik Pertambangan  
 Sampel : Bijih Emas Kuarsa  
 Jumlah sampel : 1  
 Analisa : Emas (Au) Tanggal Preparasi : 19 Sept - 5 Oktober 2023  
 Tgl surat masuk : 19-Sep-23 Tanggal Analisa : 05 Oktober 2023  
 Tgl terima sampel : 19-Sep-23 Tanggal selesai : 06 Oktober 2023

Optimasi Analisa Emas (Au)	[Au] ppm	Absorban	Kurva Kalibrasi Emas
Type Alat: AAS Buck Scientific 205	0	-0.000379	
Version 3.94C	0.1	0.001069	
HCL Au Jarrel Ash	0.5	0.005450	
P. gel. : 242.8 nm	1	0.013685	
No Bkgnd Compensation	2	0.025738	
Intgr Time : 3,0 S Bkg Gain : 1	3	0.043495	
Data Times : 56 mS Energy : 2.922	5	0.070461	
Ave HCL : 3.8 mA DC Suppr : on			
Peak HCL : 15 mA Slit : 0,7 nm			
Min HCL Curr : 0,0 mA Meth. : Air/Acet			

Persyaratan	Hasil	Keterangan keberterimaan hasil	R <sup>2</sup> =
Linearitas ( r )	≥ 0.99	0.9991	0.9982
%R	75%-120%	95.57	r= 0.9991

Kontrol sampel	Absorban	[Au] mg/L
Au 1 mg/L	0.0129	0.97
	0.0127	0.95
	0.0127	0.95
Rata-rata	0.0128	0.96

Kadar Air Kode Sampel	B. Cawan Kosong (G)	Berat Sebelum Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Basah) (G)	Berat setelah Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Kering) (G)	Kadar Air (%)
10. ST01 A Nandu	40.4439	41.4518	1.0079	41.4132	0.9693	3.83
14. ST01 Lakea 1	40.6073	41.6115	1.0042	41.5755	0.9682	3.58
25. ST03 Sungai Tabong	50.7205	51.7286	1.0081	51.6910	0.9705	3.73
17. ST01 B Sungai Tabong	46.9427	47.9547	1.0120	47.9198	0.9771	3.45
13. ST01 C Nandu	47.5144	48.5256	1.0112	48.4900	0.9756	3.52
19. ST02 Sungai Tabong	55.5341	56.5359	1.0018	56.4952	0.9611	4.06
28. ST001 Pinamula/Blok B	60.2545	61.2555	1.0010	61.2103	0.9558	4.52
12. ST01 Kokobuka	49.7791	50.7818	1.0027	50.7428	0.9637	3.89
4. ST03 Bunobogli	41.1157	42.1172	1.0015	42.0863	0.9706	3.09
18. ST01 Palele Barat	59.7873	60.7984	1.0111	60.7543	0.9670	4.36
22. ST03 Palele Induk	45.9255	46.9511	1.0256	46.9156	0.9901	3.46
8. ST04 Lonu	44.1421	45.1434	1.0013	45.1097	0.9676	3.37



**LABORATORIUM KIMIA ANALITIK  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Kampus Unhas Tamalanrea Jl Perintis kemerdekaan Km.10 Tamalanrea Makassar 90245.

Tlp/fax:0411-586498, Alamat E-mail :L.kimiauh@indosat.net.id

No. : 26/LKA/HA-AAS/X/2023  
 Nama : Dr. Ir. Sufriadin, S.T., M.T. NIP. 196608172000121001  
 Fakultas/Univ. : Teknik / Teknik Pertambangan  
 Sampel : Bijih Emas Kuarsa  
 Jumlah sampel : 1  
 Analisa : Siver (Ag) Tanggal Preparasi : 19 Sept - 5 Oktober 2023  
 Tgl surat masuk : 19-Sep-23 Tanggal Analisa : 05 Oktober 2023  
 Tgl terima sampel : 19-Sep-23 Tanggal selesai : 06 Oktober 2023

Optimasi Analisa Silver (Ag)		[Ag] ppm	Absorban	Kurva Kalibrasi Silver
Type Alat: AAS Buck Scientific 205		0	-0.001034	
Version 3.94C		0.1	0.006483	
HCL Ag Jarrel Ash		0.5	0.039687	
P. gel. : 328,1 nm		1	0.079014	
No Bkgnd Compensation		2	0.162703	
Intgr Time : 3,0 S	Bkg Gain : 1	3	0.243156	
Data Times : 56 mS	Energy : 2.983			
Ave HCL : 2.5 mA	DC Suppr : on			
Peak HCL : 10mA	Slit : 0,7 nm			
Min HCL Curr : 0,0 mA	Meth. : Air/Acet			

Persyaratan	Hasil	Keterangan keberterimaan hasil	R <sup>2</sup> =
Linearitas ( r )	≥ 0.99	0.9999	0.9999
%R	75%-120%	94.16	r = 0.99995

Kontrol sampel	Absorban	[Ag] mg/L
	0.0741	0.93
Ag 1 mg/L	0.0767	0.96
	0.0752	0.94
Rata-rata	0.0753	0.94

Kadar Air Kode Sampel	B. Cawan Kosong (G)	Berat Sebelum Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Basah) (G)	Berat setelah Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Kering) (G)	Kadar Air (%)
10. ST01 A Nandu	40.4439	41.4518	1.0079	41.4132	0.9693	3.83
14. ST01 Lakea 1	40.6073	41.6115	1.0042	41.5755	0.9682	3.58
25. ST03 Sungai Tabong	50.7205	51.7286	1.0081	51.6910	0.9705	3.73
17. ST01 B Sungai Tabong	46.9427	47.9547	1.0120	47.9198	0.9771	3.45
13. ST01 C Nandu	47.5144	48.5256	1.0112	48.4900	0.9756	3.52
19. ST02 Sungai Tabong	55.5341	56.5359	1.0018	56.4952	0.9611	4.06
28. ST001 Pinamula/Blok B	60.2545	61.2555	1.0010	61.2103	0.9558	4.52
12. ST01 Kokobuka	49.7791	50.7818	1.0027	50.7428	0.9637	3.89
4. ST03 Bunobogli	41.1157	42.1172	1.0015	42.0863	0.9706	3.09
18. ST01 Palele Barat	59.7873	60.7984	1.0111	60.7543	0.9670	4.36
22. ST03 Palele Induk	45.9255	46.9511	1.0256	46.9156	0.9901	3.46
8. ST04 Lonu	44.1421	45.1434	1.0013	45.1097	0.9676	3.37



**LABORATORIUM KIMIA ANALITIK**  
**DEPARTEMEN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Kampus Unhas Tamalanrea Jl Perintis kemerdekaan Km.10 Tamalanrea Makassar 90245.

Tlp/fax: 0411-586498, Alamat E-mail : L.kimiauh@indosat.net.id

Kode Sampel	Absorban	[Au] (mg/L)	fp (kali)	[Au] x fp (mg/L)	B.sampel (G)	V. Sampel (mL)	Kadar Au (mg/kg= ppm)
4. ST03 Bunobogli	0.0103	0.78	1	0.79	0.5158	100	152.75
	0.0103	0.78					
	0.0105	0.80					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0104</b>	<b>0.7879</b>					
18. ST01 Palele Barat	0.0404	2.89	1	2.78	0.5971	50	222.52
	0.0382	2.73					
	0.0379	2.71					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0388</b>	<b>2.7786</b>					
22. ST03 Palele Induk	0.0237	1.72	1	1.80	0.5511	50	157.62
	0.0259	1.87					
	0.0249	1.80					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0248</b>	<b>1.7995</b>					
8. ST04 Lonu	0.0278	2.01	1	2.05	0.5672	100	349.08
	0.0296	2.13					
	0.0278	2.01					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0284</b>	<b>2.0490</b>					
9. ST05 Palele Induk	0.0366	2.62	1	2.72	0.5022	50	260.60
	0.0391	2.80					
	0.0384	2.75					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0380</b>	<b>2.7226</b>					
24. ST007/Pinamula	0.0189	1.38	1	1.20	0.5706	100	202.49
	0.0156	1.15					
	0.0144	1.07					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0163</b>	<b>1.2028</b>					
6. ST09/Lakea 2	0.0450	3.21	1	3.33	0.5438	50	294.42
	0.0478	3.41					
	0.0473	3.37					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0467</b>	<b>3.3287</b>					
2. ST09B Bulogidung	0.0314	2.26	1	2.24	0.5099	50	210.51
	0.0305	2.20					
	0.0315	2.27					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0311</b>	<b>2.2401</b>					
23. ST10 Dopala	0.0296	2.13	1	2.15	0.5163	100	400.00
	0.0312	2.24					
	0.0286	2.06					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0298</b>	<b>2.1469</b>					
3. ST10 Labuton	0.0349	2.50	1	2.42	0.5436	100	428.60
	0.0327	2.35					
	0.0336	2.41					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0337</b>	<b>2.4219</b>					
7. ST13 Bulogidung	0.0311	2.24	1	2.25	0.5229	100	416.32
	0.0332	2.38					
	0.0295	2.13					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0313</b>	<b>2.2494</b>					

Mengetahui,  
Kepala,

Dr. Djabal Basir, M.Si  
NIP. 197403192008011010



Makassar, 09 Oktober 2023

Fibriyanthi, S.Si., M.Si  
NIP. 198102022006042001



**LABORATORIUM KIMIA ANALITIK  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

*Kampus Unhas Tamalanrea Jl Perintis kemerdekaan Km.10 Tamalanrea Makassar 90245.*

*Tlp/fax:0411-586498, Alamat E-mail : L.kimiauh@indosat.net.id*

Kadar Air Kode Sampel	B. Cawan Kosong (G)	Berat Sebelum Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Basah) (G)	Berat setelah Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Kering) (G)	Kadar Air (%)
9. ST05 Palele Induk	52.8514	53.8741	1.0227	53.8346	0.9832	3.86
24. ST007/Pinamula	51.4844	52.4971	1.0127	52.4572	0.9728	3.94
6. ST09/Lakea 2	52.6113	53.6138	1.0025	53.5757	0.9644	3.80
2. ST09B Bulogidung	58.0490	59.0625	1.0135	59.0203	0.9713	4.16
23. ST10 Dopala	52.2538	53.2661	1.0123	53.2276	0.9738	3.80
3. ST10 Labuton	51.5253	52.5328	1.0075	52.4945	0.9692	3.80
7. ST13 Bulogidung	47.3890	48.3912	1.0022	48.3589	0.9699	3.22

Kode Sampel	Absorban	[Au] (mg/L)	fp (kali)	[Au] x fp (mg/L)	B.sampel (G)	V. Sampel (mL)	Kadar Au (mg/kg= ppm)
10. ST01 A Nandu	0.0138 0.0155 0.0142	1.03 1.15 1.06	1	1.08	0.5107	50	101.40
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0145</b>	<b>1.0769</b>					
14. ST01 Lakea 1	0.0166 0.0180 0.0163	1.22 1.32 1.20	1	1.25	0.5017	50	120.05
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0170</b>	<b>1.2494</b>					
25. ST03 Sungai Tabong	0.0154 0.0162 0.0164	1.14 1.20 1.21	1	1.18	0.5189	50	109.63
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0160</b>	<b>1.1818</b>					
17. ST01 B Sungai Tabong	0.0138 0.0141 0.0122	1.03 1.05 0.92	1	1.00	0.5198	50	92.66
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0134</b>	<b>0.9977</b>					
13. ST01 C Nandu	0.0164 0.0146 0.0162	1.21 1.08 1.20	1	1.16	0.5065	50	110.78
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0157</b>	<b>1.1632</b>					
19. ST02 Sungai Tabong	0.0121 0.0320 0.0132	0.91 2.30 0.99	1	1.40	0.5057	50	132.67
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0191</b>	<b>1.3986</b>					
28. ST001 Pinamula/Blok B	0.0144 0.0159 0.0156	1.07 1.17 1.15	1	1.13	0.5072	50	106.64
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0153</b>	<b>1.1329</b>					
12. ST01 Kokobuka	0.0201 0.0203 0.0190	1.47 1.48 1.39	1	1.45	0.5101	50	136.37
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0198</b>	<b>1.4476</b>					



**LABORATORIUM KIMIA ANALITIK  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Kampus Unhas Tamalanrea Jl Perintis Kemerdekaan Km.10 Tamalanrea Makassar 90245.

Tlp/fax:0411-586498, Alamat E-mail :L.kimiauh@indosat.net.id

No. : 26/LKA/HA-AAS/X/2023  
 Nama : Dr. Ir. Sufriadin, S.T., M.T. NIP. 196608172000121001  
 Fakultas/Univ. : Teknik / Teknik Pertambangan  
 Sampel : Bijih Emas Kuarsa  
 Jumlah sampel : 1  
 Analisa : Tembaga (Cu) Tanggal Preparasi : 19 Sept - 5 Oktober 2023  
 Tgl surat masuk : 19-Sep-23 Tanggal Analisa : 05 Oktober 2023  
 Tgl terima sampel : 19-Sep-23 Tanggal selesai : 06 Oktober 2023

Optimasi Analisa Tembaga (Cu)	[Cu] ppm	Absorban	Kurva Kalibrasi Tembaga
Type Alat: AAS Buck Scientific 205	0	0.000339	
Version 3.94C	0.05	0.003974	
HCL Cu Buck Scientific	0.1	0.005075	
P. gel. : 324.7 nm	0.5	0.033064	
No Bkgnd Compensation	1	0.060075	
Intgr Time : 3,0 S Bkg Gain : 1	2	0.114349	
Data Times : 56 mS Energy : 3,538	3	0.170570	
Ave HCL : 1.5 mA DC Suppr : on			
Peak HCL : 6 mA Slit : 0,7 nm			
Min HCL Curr : 0,0 mA Meth. : Air/Acet			

Persyaratan	Hasil	Keterangan keberterimaan hasil	R <sup>2</sup> =
Linearitas ( r )	≥ 0.99	0.9996	0.9992
%R	75%-120%	94.46	r = 0.9996

Kontrol sampel	Absorban	[Cu] mg/L
	0.1094	1.90
Cu 2 mg/L	0.1095	1.91
	0.1067	1.86
Rata-rata	0.1085	1.89

Kadar Air Kode Sampel	B. Cawan Kosong (G)	Berat Sebelum Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Basah) (G)	Berat setelah Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Kering) (G)	Kadar Air (%)
10. ST01 A Nandu	40.4439	41.4518	1.0079	41.4132	0.9693	3.83
14. ST01 Lakea 1	40.6073	41.6115	1.0042	41.5755	0.9682	3.58
25. ST03 Sungai Tabong	50.7205	51.7286	1.0081	51.6910	0.9705	3.73
17. ST01 B Sungai Tabong	46.9427	47.9547	1.0120	47.9198	0.9771	3.45
13. ST01 C Nandu	47.5144	48.5256	1.0112	48.4900	0.9756	3.52
19. ST02 Sungai Tabong	55.5341	56.5359	1.0018	56.4952	0.9611	4.06
28. ST001 Pinamula/Blok B	60.2545	61.2555	1.0010	61.2103	0.9558	4.52
12. ST01 Kokobuka	49.7791	50.7818	1.0027	50.7428	0.9637	3.89
4. ST03 Bunobogli	41.1157	42.1172	1.0015	42.0863	0.9706	3.09
18. ST01 Palele Barat	59.7873	60.7984	1.0111	60.7543	0.9670	4.36
22. ST03 Palele Induk	45.9255	46.9511	1.0256	46.9156	0.9901	3.46
8. ST04 Lonu	44.1421	45.1434	1.0013	45.1097	0.9676	3.37



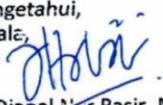
**LABORATORIUM KIMIA ANALITIK  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Kampus Unhas Tamalanrea Jl Perintis kemerdekaan Km.10 Tamalanrea Makassar 90245.

Tlp/fax: 0411-586498, Alamat E-mail : L.kimiauh@indosat.net.id

Kode Sampel	Absorban	[Ag] (mg/L)	fp (kali)	[Ag] x fp (mg/L)	B.sampel (G)	V. Sampel (mL)	Kadar Ag (mg/kg= ppm)
4. ST03 Bunobogli	0.0103	0.14	1	0.15	0.5158	100	28.75
	0.0110	0.15					
	0.0105	0.15					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0106</b>	<b>0.1483</b>					
18. ST01 Palele Barat	0.0117	0.16	1	0.17	0.5971	50	13.61
	0.0132	0.18					
	0.0122	0.17					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0124</b>	<b>0.1699</b>					
22. ST03 Palele Induk	0.0008	0.03	1	0.03	0.5511	50	2.68
	0.0012	0.03					
	<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0010</b>					
8. ST04 Lonu	0.0122	0.17	1	0.18	0.5672	100	30.07
	0.0133	0.18					
	0.0132	0.18					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0129</b>	<b>0.1765</b>					
9. ST05 Palele Induk	0.0165	0.22	1	0.23	0.5022	50	21.90
	0.0176	0.23					
	0.0174	0.23					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0172</b>	<b>0.2288</b>					
24. ST007/Pinamula	0.0075	0.11	1	0.13	0.5706	100	22.14
	0.0088	0.13					
	0.0114	0.16					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0092</b>	<b>0.1315</b>					
6. ST09/Lakea 2	0.0001	0.02	1	0.02	0.5438	50	1.73
	0.0001	0.02					
	<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0001</b>					
2. ST09B Bulogidung	0.0117	0.16	1	0.16	0.5099	50	14.97
	0.0111	0.15					
	0.0117	0.16					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0115</b>	<b>0.1593</b>					
23. ST10 Dopala	0.0049	0.08	1	0.08	0.5163	100	14.61
	0.0049	0.08					
	<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0049</b>					
3. ST10 Labuton	0.0163	0.22	1	0.23	0.5436	100	40.70
	0.0182	0.24					
	0.0173	0.23					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0173</b>	<b>0.2300</b>					
7. ST13 Bulogidung	0.0099	0.14	1	0.13	0.5229	100	23.44
	0.0088	0.13					
	0.0078	0.11					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0088</b>	<b>0.1266</b>					

Mengetahui,  
Kepala,

  
Dr. Djabal M. Basir, M.Si  
NIP. 197403192008011010

Makassar, 09 Oktober 2023



  
Fibriyanthi, S.Si., M.Si  
NIP. 198102022006042001



**LABORATORIUM KIMIA ANALITIK  
DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

*Kampus Unhas Tamalanrea Jl Perintis kemerdekaan Km.10 Tamalanrea Makassar 90245.*

*Tlp/fax:0411-586498, Alamat E-mail :L.kimiauh@indosat.net.id*

Kadar Air Kode Sampel	B. Cawan Kosong (G)	Berat Sebelum Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Basah) (G)	Berat setelah Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Kering) (G)	Kadar Air (%)
9. ST05 Palele Induk	52.8514	53.8741	1.0227	53.8346	0.9832	3.86
24. ST007/Pinamula	51.4844	52.4971	1.0127	52.4572	0.9728	3.94
6. ST09/Lakea 2	52.6113	53.6138	1.0025	53.5757	0.9644	3.80
2. ST09B Bulogidung	58.0490	59.0625	1.0135	59.0203	0.9713	4.16
23. ST10 Dopala	52.2538	53.2661	1.0123	53.2276	0.9738	3.80
3. ST10 Labuton	51.5253	52.5328	1.0075	52.4945	0.9692	3.80
7. ST13 Bulogidung	47.3890	48.3912	1.0022	48.3589	0.9699	3.22

Kode Sampel	Absorban	[Ag] (mg/L)	fp (kali)	[Ag] x fp (mg/L)	B.sampel (G)	V. Sampel (mL)	Kadar Ag (mg/kg= ppm)
10. ST01 A Nandu	0.0094 0.0105 0.0120	0.13 0.15 0.17	1	0.15	0.5107	50	14.00
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0106</b>	<b>0.1487</b>					
14. ST01 Lakea 1	0.0086 0.0074	0.12 0.11	1	0.12	0.5017	50	11.19
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0080</b>	<b>0.1164</b>					
25. ST03 Sungai Tabong	0.0113 0.0100 0.0110	0.16 0.14 0.15	1	0.15	0.5189	50	13.94
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0108</b>	<b>0.1503</b>					
17. ST01 B Sungai Tabong	0.0141 0.0143 0.0130	0.19 0.19 0.18	1	0.19	0.5198	50	17.41
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0138</b>	<b>0.1875</b>					
13. ST01 C Nandu	0.0095 0.0092 0.0086	0.13 0.13 0.12	1	0.13	0.5065	50	12.37
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0091</b>	<b>0.1299</b>					
19. ST02 Sungai Tabong	0.0068 0.0076 0.0076	0.10 0.11 0.11	1	0.11	0.5057	50	10.27
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0073</b>	<b>0.1083</b>					
28. ST001 Pinamula/Blok B	0.0109 0.0107 0.0099	0.15 0.15 0.14	1	0.15	0.5072	50	13.84
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0105</b>	<b>0.1471</b>					
12. ST01 Kokobuka	0.0133 0.0123	0.18 0.17	1	0.18	0.5101	50	16.51
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0128</b>	<b>0.1752</b>					



**LABORATORIUM KIMIA ANALITIK**  
**DEPARTEMEN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Kampus Unhas Tamalanrea Jl Perintis kemerdekaan Km.10 Tamalanrea Makassar 90245.

Tlp/fax: 0411-586498, Alamat E-mail : L.kimiauh@indosat.net.id

Kode Sampel	Absorban	[Cu] (mg/L)	fp (kali)	[Cu] x fp (mg/L)	B.sampel (G)	V. Sampel (mL)	Kadar Cu (mg/kg= ppm)
4. ST03 Bunobogli	0.0390 0.0395 0.0382	0.66 0.67 0.65	1	0.66	0.5158	100	127.76
<b>Rata-Rata</b>	= <b>0.0389</b>	<b>0.6590</b>					
18. ST01 Palele Barat	0.0566 0.0553 0.0556	0.97 0.95 0.95	1	0.96	0.5971	50	76.74
<b>Rata-Rata</b>	= <b>0.0558</b>	<b>0.9582</b>					
22. ST03 Palele Induk	0.0472 0.0472 0.0471	0.81 0.81 0.80	10	8.05	0.5511	50	705.13
<b>Rata-Rata</b>	= <b>0.0472</b>	<b>0.8051</b>					
8. ST04 Lonu	0.0300 0.0304 0.0307	0.50 0.51 0.51	1	0.51	0.5672	100	86.59
<b>Rata-Rata</b>	= <b>0.0304</b>	<b>0.5082</b>					
9. ST05 Palele Induk	0.1749 0.1734 0.1763	3.06 3.04 3.09	1	3.06	0.5022	50	293.01
<b>Rata-Rata</b>	= <b>0.1749</b>	<b>3.0612</b>					
24. ST007/Pinamula	0.0422 0.0410 0.0409	0.72 0.70 0.69	10	7.03	0.5706	100	1182.81
<b>Rata-Rata</b>	= <b>0.0414</b>	<b>0.7026</b>					
6. ST09/Lakea 2	0.0558 0.0604 0.0608	0.96 1.04 1.05	1	1.01	0.5438	50	89.70
<b>Rata-Rata</b>	= <b>0.0590</b>	<b>1.0141</b>					
2. ST09B Bulogidung	0.0777 0.0784 0.0773	1.34 1.36 1.34	10	13.46	0.5099	50	1265.18
<b>Rata-Rata</b>	= <b>0.0778</b>	<b>1.3463</b>					
23. ST10 Dopala	0.0344 0.0332 0.0369	0.58 0.56 0.62	10	5.87	0.5163	100	1094.00
<b>Rata-Rata</b>	= <b>0.0348</b>	<b>0.5872</b>					
3. ST10 Labuton	0.1837 0.1800 0.1829	3.22 3.15 3.20	10	31.91	0.5436	100	5646.64
<b>Rata-Rata</b>	= <b>0.1822</b>	<b>3.1908</b>					
7. ST13 Bulogidung	0.0257 0.0253 0.0262	0.43 0.42 0.43	100	42.64	0.5229	100	7891.41
<b>Rata-Rata</b>	= <b>0.0257</b>	<b>0.4264</b>					

Mengetahui,  
Kepala,

Dr. Djabal Nur Basir, M.Si  
NIP. 197403192008011010

Makassar, 09 Oktober 2023

Fibbyanthy, S.Si, M.Si  
NIP. 198102022006042001



**LABORATORIUM KIMIA ANALITIK**  
**DEPARTEMEN KIMIA**  
**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

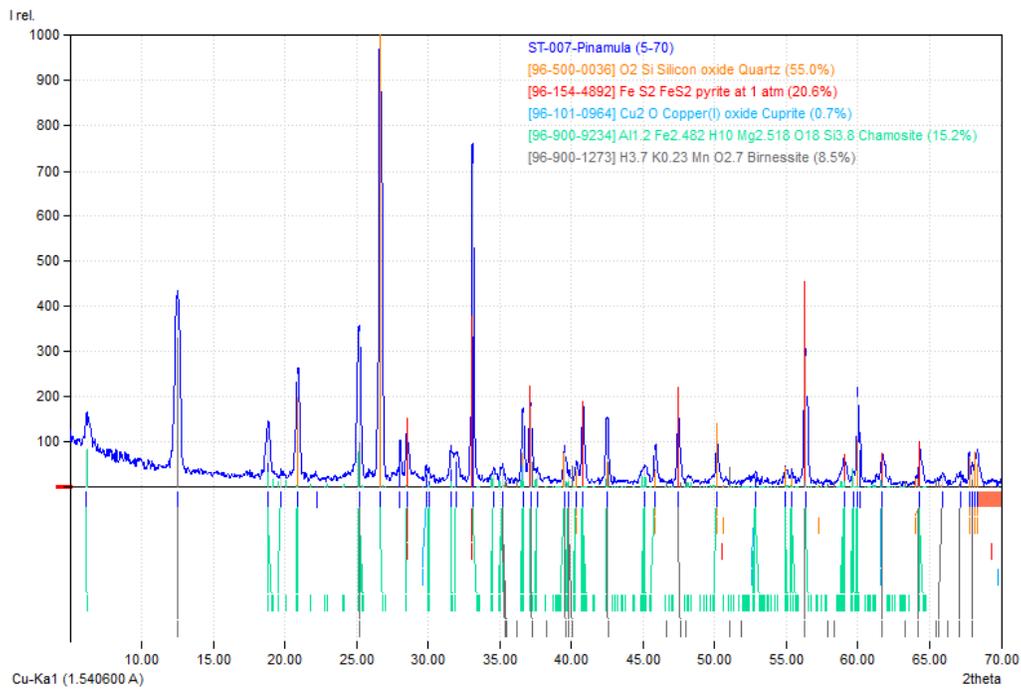
Kampus Unhas Tamalanrea Jl Perintis kemerdekaan Km.10 Tamalanrea Makassar 90245.

Tlp/fax:0411-586498, Alamat E-mail : L.kimiauh@indosat.net.id

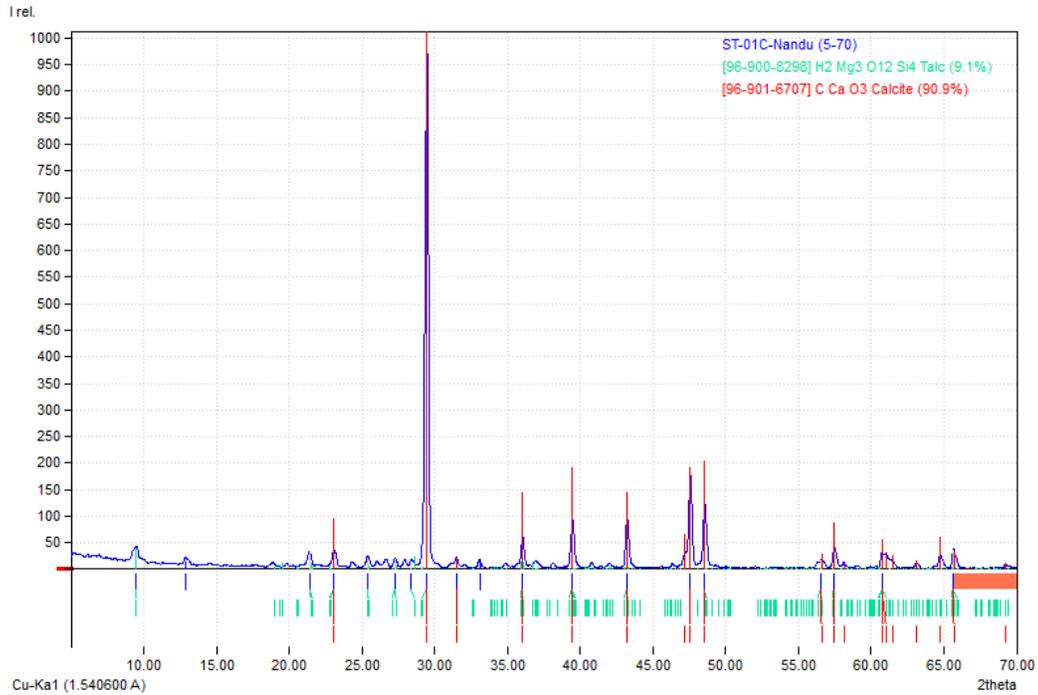
Kadar Air Kode Sampel	B. Cawan Kosong (G)	Berat Sebelum Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Basah) (G)	Berat setelah Pemanasan (G)	B. Sampel (B. Kering) (G)	Kadar Air (%)
9. ST05 Palele Induk	52.8514	53.8741	1.0227	53.8346	0.9832	3.86
24. ST007/Pinamula	51.4844	52.4971	1.0127	52.4572	0.9728	3.94
6. ST09/Lakea 2	52.6113	53.6138	1.0025	53.5757	0.9644	3.80
2. ST09B Bulogidung	58.0490	59.0625	1.0135	59.0203	0.9713	4.16
23. ST10 Dopala	52.2538	53.2661	1.0123	53.2276	0.9738	3.80
3. ST10 Labuton	51.5253	52.5328	1.0075	52.4945	0.9692	3.80
7. ST13 Bulogidung	47.3890	48.3912	1.0022	48.3589	0.9699	3.22

Kode Sampel	Absorban	[Cu] (mg/L)	fp (kali)	[Cu] x fp (mg/L)	B.sampel (G)	V. Sampel (mL)	Kadar Cu (mg/kg= ppm)
10. ST01 A Nandu	0.0529	0.91	1	0.90	0.5107	50	85.06
	0.0522	0.89					
	0.0531	0.91					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0527</b>	<b>0.9034</b>					
14. ST01 Lakea 1	0.0199	0.32	1	0.32	0.5017	50	30.95
	0.0197	0.32					
	0.0199	0.32					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0198</b>	<b>0.3221</b>					
25. ST03 Sungai Tabong	0.0287	0.48	1	0.51	0.5189	50	47.64
	0.0319	0.54					
	0.0314	0.53					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0307</b>	<b>0.5135</b>					
17. ST01 B Sungai Tabong	0.0301	0.50	1	0.52	0.5198	50	48.30
	0.0319	0.54					
	0.0311	0.52					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0310</b>	<b>0.5200</b>					
13. ST01 C Nandu	0.0426	0.72	1	0.77	0.5065	50	73.20
	0.0459	0.78					
	0.0468	0.80					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0451</b>	<b>0.7686</b>					
19. ST02 Sungai Tabong	0.0290	0.48	1	0.48	0.5057	50	45.86
	0.0286	0.48					
	0.0293	0.49					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0290</b>	<b>0.4835</b>					
28. ST001 Pinamula/Blok B	0.0371	0.63	1	0.62	0.5072	50	58.71
	0.0368	0.62					
	0.0368	0.62					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0369</b>	<b>0.6237</b>					
12. ST01 Kokobuka	0.0410	0.70	1	0.70	0.5101	50	65.97
	0.0416	0.71					
	0.0411	0.70					
<b>Rata-Rata</b>	<b>= 0.0412</b>	<b>0.7002</b>					

## **Lampiran 4: Hasil Analisa XRD**

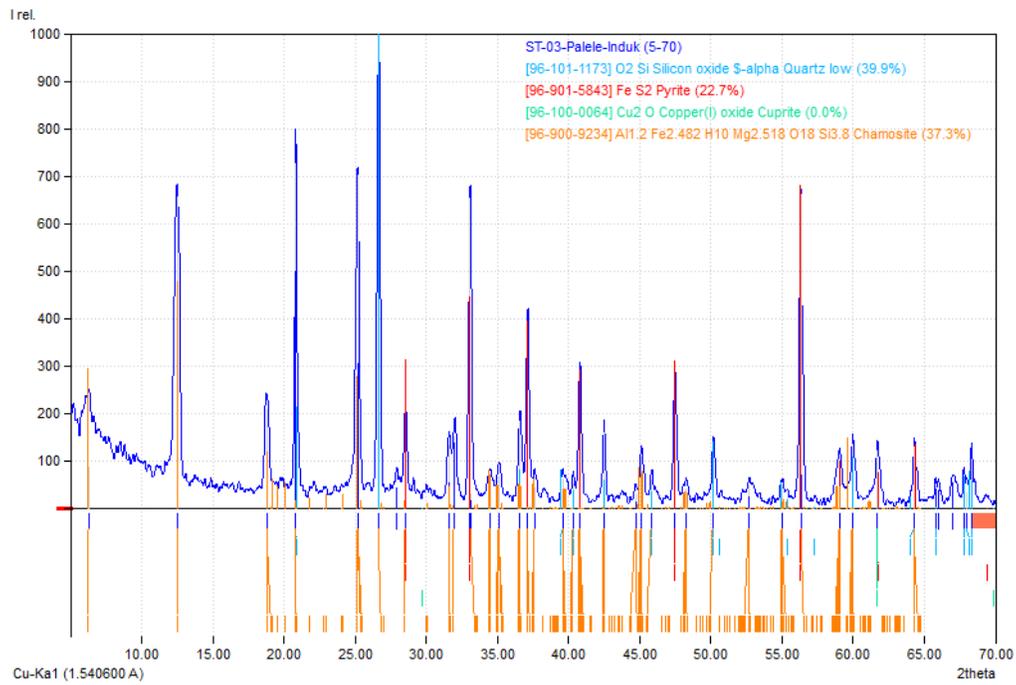


Gambar 8.1 Pola difraktogram sampel kode ST.007 Pinamula memperlihatkan kehadiran mineral sulfida yakni pirit serta mineral oksida tembaga.



Gambar 8.2 Pola difraktogram sampel bijih ST.01C Nandu, memperlihatkan sampel didominasi oleh

kalsit dan sedikit mineral talk.



Gambar 8.3 Pola difraksi sinar X sampel bijih sulfida kode ST.03.Palele Induk terdiri dari mineral-mineral kuarsa dan kamosit sebagai mineral gangue. Sedangkan mineral bijihnya berupa pirit dan kuprit.

## **Lampiran 5: Hasil Analisa XRF**

Sample : ST-01-Kokobuka  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 13:01:46

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
SiO2	49.574 %	[ 0.730]	Quan-FP	SiKa	1.1610
Al2O3	32.130 %	[ 1.573]	Quan-FP	AlKa	0.0751
Fe2O3	10.484 %	[ 0.034]	Quan-FP	FeKa	230.8314
CaO	5.158 %	[ 0.035]	Quan-FP	CaKa	5.5896
K2O	1.464 %	[ 0.021]	Quan-FP	K Ka	1.0721
TiO2	0.843 %	[ 0.017]	Quan-FP	TiKa	4.7224
MnO	0.183 %	[ 0.004]	Quan-FP	MnKa	3.3359
V2O5	0.046 %	[ 0.009]	Quan-FP	V Ka	0.3475
Cr2O3	0.040 %	[ 0.005]	Quan-FP	CrKa	0.5122
SrO	0.039 %	[ 0.001]	Quan-FP	SrKa	3.8579
CuO	0.015 %	[ 0.002]	Quan-FP	CuKa	0.4401
ZrO2	0.014 %	[ 0.001]	Quan-FP	ZrKa	1.4010
ZnO	0.010 %	[ 0.002]	Quan-FP	ZnKa	0.3775

Sample : ST-03-Sungai-Tabong  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 13:15:19

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
SiO2	53.000 %	[ 0.588]	Quan-FP	SiKa	1.2914
Al2O3	37.582 %	[ 1.270]	Quan-FP	AlKa	0.0993
Fe2O3	4.619 %	[ 0.019]	Quan-FP	FeKa	117.8679
K2O	2.942 %	[ 0.024]	Quan-FP	K Ka	2.1839
CaO	1.146 %	[ 0.012]	Quan-FP	CaKa	1.2394
TiO2	0.444 %	[ 0.010]	Quan-FP	TiKa	2.6724
BaO	0.112 %	[ 0.030]	Quan-FP	BaLa	0.3341
MnO	0.078 %	[ 0.004]	Quan-FP	MnKa	1.6043
ZrO2	0.038 %	[ 0.001]	Quan-FP	ZrKa	5.3966
SrO	0.024 %	[ 0.001]	Quan-FP	SrKa	3.2471
ZnO	0.010 %	[ 0.001]	Quan-FP	ZnKa	0.4971
Y2O3	0.005 %	[ 0.001]	Quan-FP	Y Ka	0.7010
Rb2O	0.001 %	[ 0.001]	Quan-FP	RbKa	0.0786

Sample : ST-03-Palele Induk-A-2  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 16:40:35

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
SiO2	27.656 %	[ 0.656]	Quan-FP	SiKa	0.6646
SO3	25.697 %	[ 0.261]	Quan-FP	S Ka	4.0140
Fe2O3	24.937 %	[ 0.063]	Quan-FP	FeKa	516.3111
Al2O3	15.860 %	[ 3.866]	Quan-FP	AlKa	0.0308
P2O5	2.950 %	[ 0.304]	Quan-FP	P Ka	0.1441
CaO	1.855 %	[ 0.027]	Quan-FP	CaKa	1.9744
K2O	0.412 %	[ 0.013]	Quan-FP	K Ka	0.2849
ZnO	0.169 %	[ 0.004]	Quan-FP	ZnKa	4.1866
MnO	0.158 %	[ 0.009]	Quan-FP	MnKa	2.8474
PbO	0.156 %	[ 0.003]	Quan-FP	PbLb1	4.7569
CuO	0.117 %	[ 0.004]	Quan-FP	CuKa	2.4131
Ac	0.016 %	[ 0.005]	Quan-FP	AcLa	0.6803
ZrO2	0.010 %	[ 0.002]	Quan-FP	ZrKa	0.6640
Y2O3	0.010 %	[ 0.002]	Quan-FP	Y Ka	0.6484

Sample : ST-02-Sungai-Tabong  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 11:41:27

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
SiO2	58.851 %	[ 0.575]	Quan-FP	SiKa	1.5437
Al2O3	32.148 %	[ 1.039]	Quan-FP	AlKa	0.0875
Fe2O3	3.427 %	[ 0.017]	Quan-FP	FeKa	88.2008
K2O	3.273 %	[ 0.025]	Quan-FP	K Ka	2.4570
CaO	1.750 %	[ 0.014]	Quan-FP	CaKa	1.8953
TiO2	0.394 %	[ 0.010]	Quan-FP	TiKa	2.3384
MnO	0.040 %	[ 0.003]	Quan-FP	MnKa	0.8380
SrO	0.027 %	[ 0.001]	Quan-FP	SrKa	3.9245
ZrO2	0.024 %	[ 0.001]	Quan-FP	ZrKa	3.5543
V2O5	0.020 %	[ 0.007]	Quan-FP	V Ka	0.1619
Cr2O3	0.017 %	[ 0.004]	Quan-FP	CrKa	0.2325
Ag2O	0.012 %	[ 0.002]	Quan-FP	AgKa	0.9442
ZnO	0.009 %	[ 0.001]	Quan-FP	ZnKa	0.4457
Rb2O	0.005 %	[ 0.001]	Quan-FP	RbKa	0.7038
Y2O3	0.003 %	[ 0.001]	Quan-FP	Y Ka	0.4632

Sample : ST-01B-Sungai-Tabong  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 11:55:42

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
SiO2	55.475 %	[ 0.564]	Quan-FP	SiKa	1.3921
Al2O3	35.370 %	[ 1.151]	Quan-FP	AlKa	0.0948
Fe2O3	3.749 %	[ 0.018]	Quan-FP	FeKa	95.6209
K2O	2.798 %	[ 0.023]	Quan-FP	K Ka	2.0831
CaO	1.971 %	[ 0.015]	Quan-FP	CaKa	2.1367
TiO2	0.471 %	[ 0.011]	Quan-FP	TiKa	2.7868
MnO	0.071 %	[ 0.004]	Quan-FP	MnKa	1.4663
SrO	0.029 %	[ 0.001]	Quan-FP	SrKa	4.1943
PdO	0.029 %	[ 0.002]	Quan-FP	PdKa	2.3236
V2O5	0.021 %	[ 0.007]	Quan-FP	V Ka	0.1691
ZnO	0.009 %	[ 0.001]	Quan-FP	ZnKa	0.4595
Y2O3	0.004 %	[ 0.001]	Quan-FP	Y Ka	0.6379
Rb2O	0.001 %	[ 0.001]	Quan-FP	RbKa	0.1840

Sample : ST-001-Pinamula-Blok-B  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 12:08:58

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
SiO2	61.405 %	[ 0.631]	Quan-FP	SiKa	1.6324
Al2O3	28.750 %	[ 1.077]	Quan-FP	AlKa	0.0762
Fe2O3	5.011 %	[ 0.021]	Quan-FP	FeKa	128.2106
K2O	2.426 %	[ 0.023]	Quan-FP	K Ka	1.8139
CaO	1.602 %	[ 0.015]	Quan-FP	CaKa	1.7607
TiO2	0.551 %	[ 0.013]	Quan-FP	TiKa	3.3440
MnO	0.061 %	[ 0.004]	Quan-FP	MnKa	1.2772
Cr2O3	0.048 %	[ 0.005]	Quan-FP	CrKa	0.6794
V2O5	0.038 %	[ 0.008]	Quan-FP	V Ka	0.3124
SrO	0.035 %	[ 0.001]	Quan-FP	SrKa	4.7100
ZrO2	0.033 %	[ 0.001]	Quan-FP	ZrKa	4.6162
Ag2O	0.018 %	[ 0.002]	Quan-FP	AgKa	1.3543
ZnO	0.009 %	[ 0.001]	Quan-FP	ZnKa	0.4644
CuO	0.008 %	[ 0.002]	Quan-FP	CuKa	0.3169
Y2O3	0.005 %	[ 0.001]	Quan-FP	Y Ka	0.6626

Sample : ST-01-Palele-Barat  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 12:32:05

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
Fe2O3	85.002 %	[ 0.197]	Quan-FP	FeKa	1238.9211
SiO2	6.612 %	[ 0.469]	Quan-FP	SiKa	0.1237
TiO2	5.775 %	[ 0.068]	Quan-FP	TiKa	45.4248
MnO	0.661 %	[ 0.014]	Quan-FP	MnKa	9.7212
V2O5	0.546 %	[ 0.012]	Quan-FP	V Ka	5.6862
CaO	0.505 %	[ 0.016]	Quan-FP	CaKa	0.6573
Cr2O3	0.228 %	[ 0.014]	Quan-FP	CrKa	3.5757
ZrO2	0.217 %	[ 0.006]	Quan-FP	ZrKa	5.9795
PbO	0.157 %	[ 0.019]	Quan-FP	PbLb1	1.9630
Ac	0.133 %	[ 0.003]	Quan-FP	AcLa	2.3106
ZnO	0.111 %	[ 0.011]	Quan-FP	ZnKa	1.1374
ThO2	0.051 %	[ 0.012]	Quan-FP	ThLa	1.0910

Sample : ST-04-Lonu  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 12:48:10

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
Fe2O3	37.650 %	[ 0.094]	Quan-FP	FeKa	672.6127
SiO2	29.907 %	[ 0.830]	Quan-FP	SiKa	0.6757
Al2O3	19.845 %	[ 4.427]	Quan-FP	AlKa	0.0365
TiO2	7.086 %	[ 0.065]	Quan-FP	TiKa	48.2684
CaO	3.843 %	[ 0.040]	Quan-FP	CaKa	4.9234
Cr2O3	0.553 %	[ 0.011]	Quan-FP	CrKa	7.4664
V2O5	0.443 %	[ 0.008]	Quan-FP	V Ka	4.0343
MnO	0.357 %	[ 0.007]	Quan-FP	MnKa	5.7629
K2O	0.199 %	[ 0.021]	Quan-FP	K Ka	0.1671
ZrO2	0.061 %	[ 0.004]	Quan-FP	ZrKa	3.1983
ZnO	0.034 %	[ 0.006]	Quan-FP	ZnKa	0.6514
SrO	0.023 %	[ 0.003]	Quan-FP	SrKa	1.1813

Sample : ST-05-Palele-Induk  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 10:56:24

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
Fe2O3	75.452 %	[ 0.178]	Quan-FP	FeKa	1044.4950
SiO2	15.863 %	[ 0.695]	Quan-FP	SiKa	0.2888
TiO2	4.353 %	[ 0.059]	Quan-FP	TiKa	28.9481
CaO	1.076 %	[ 0.024]	Quan-FP	CaKa	1.2079
PbO	0.844 %	[ 0.015]	Quan-FP	PbLb1	10.6279
MnO	0.460 %	[ 0.011]	Quan-FP	MnKa	6.2726
V2O5	0.364 %	[ 0.026]	Quan-FP	V Ka	3.2114
K2O	0.326 %	[ 0.027]	Quan-FP	K Ka	0.2408
ZrO2	0.317 %	[ 0.007]	Quan-FP	ZrKa	8.5775
Ac	0.215 %	[ 0.004]	Quan-FP	AcLa	3.7718
ZnO	0.196 %	[ 0.009]	Quan-FP	ZnKa	2.0493
Cr2O3	0.191 %	[ 0.014]	Quan-FP	CrKa	2.6385
CuO	0.107 %	[ 0.012]	Quan-FP	CuKa	0.9315
MoO3	0.100 %	[ 0.007]	Quan-FP	MoKa	2.7421
ThO2	0.079 %	[ 0.014]	Quan-FP	ThLa	1.7014
Y2O3	0.058 %	[ 0.006]	Quan-FP	Y Ka	1.5301

Sample : ST-09B-Bulogidung  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 11:10:26

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
Fe2O3	86.429 %	[ 0.201]	Quan-FP	FeKa	1241.6298
SO3	7.521 %	[ 0.182]	Quan-FP	S Ka	1.1639
TiO2	3.230 %	[ 0.051]	Quan-FP	TiKa	24.0729
WO3	0.813 %	[ 0.031]	Quan-FP	W La	3.5918
CaO	0.483 %	[ 0.024]	Quan-FP	CaKa	1.8000
CuO	0.419 %	[ 0.016]	Quan-FP	CuKa	3.4318
V2O5	0.387 %	[ 0.025]	Quan-FP	V Ka	3.8318
MnO	0.306 %	[ 0.018]	Quan-FP	MnKa	4.4879
Cr2O3	0.131 %	[ 0.013]	Quan-FP	CrKa	2.0690
Au2O	0.121 %	[ 0.018]	Quan-FP	AuLa	1.0218
ZrO2	0.092 %	[ 0.006]	Quan-FP	ZrKa	2.3731
K2O	0.061 %	[ 0.018]	Quan-FP	K Ka	0.0476
ThO2	0.008 %	[ 0.012]	Quan-FP	ThLa	0.1582

Sample : ST-03-Bunobogu  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 09:45:48

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
SiO2	49.890 %	[ 0.754]	Quan-FP	SiKa	1.1105
Al2O3	31.986 %	[ 1.608]	Quan-FP	AlKa	0.0707
Fe2O3	11.333 %	[ 0.036]	Quan-FP	FeKa	241.3058
CaO	4.040 %	[ 0.031]	Quan-FP	CaKa	4.2301
TiO2	1.251 %	[ 0.022]	Quan-FP	TiKa	6.9255
K2O	0.861 %	[ 0.016]	Quan-FP	K Ka	0.5979
RuO2	0.270 %	[ 0.003]	Quan-FP	RuKa	16.4596
MnO	0.182 %	[ 0.004]	Quan-FP	MnKa	3.2220
V2O5	0.092 %	[ 0.011]	Quan-FP	V Ka	0.6855
Cr2O3	0.029 %	[ 0.005]	Quan-FP	CrKa	0.3713
SrO	0.029 %	[ 0.001]	Quan-FP	SrKa	2.7220
ZnO	0.013 %	[ 0.002]	Quan-FP	ZnKa	0.4506
ZrO2	0.013 %	[ 0.001]	Quan-FP	ZrKa	1.2541
CuO	0.011 %	[ 0.002]	Quan-FP	CuKa	0.3223

Sample : ST10-Dopala  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 10:08:23

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
Fe2O3	41.095 %	[ 0.097]	Quan-FP	FeKa	852.2428
SiO2	28.096 %	[ 0.812]	Quan-FP	SiKa	0.6669
Al2O3	20.086 %	[ 4.619]	Quan-FP	AlKa	0.0389
SO3	4.207 %	[ 0.113]	Quan-FP	S Ka	0.7115
TiO2	2.259 %	[ 0.035]	Quan-FP	TiKa	16.9509
CaO	1.886 %	[ 0.028]	Quan-FP	CaKa	2.4616
K2O	0.932 %	[ 0.023]	Quan-FP	K Ka	0.8045
MnO	0.507 %	[ 0.009]	Quan-FP	MnKa	9.5935
PbO	0.265 %	[ 0.006]	Quan-FP	PbLb1	6.5681
V2O5	0.224 %	[ 0.020]	Quan-FP	V Ka	2.2552
Cr2O3	0.189 %	[ 0.012]	Quan-FP	CrKa	3.1261
CuO	0.080 %	[ 0.008]	Quan-FP	CuKa	1.3567
Ac	0.077 %	[ 0.009]	Quan-FP	AcLa	2.6831
ZnO	0.071 %	[ 0.007]	Quan-FP	ZnKa	1.4367
SrO	0.014 %	[ 0.003]	Quan-FP	SrKa	0.7278
ThO2	0.011 %	[ 0.007]	Quan-FP	ThLa	0.4698

Sample : ST-10-Labuton  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 11:27:20

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
Fe2O3	73.184 %	[ 0.168]	Quan-FP	FeKa	1116.0599
SiO2	12.960 %	[ 0.625]	Quan-FP	SiKa	0.2554
SO3	5.688 %	[ 0.152]	Quan-FP	S Ka	0.8858
TiO2	4.057 %	[ 0.054]	Quan-FP	TiKa	29.4418
CaO	1.040 %	[ 0.023]	Quan-FP	CaKa	1.2586
CuO	0.877 %	[ 0.022]	Quan-FP	CuKa	8.3982
WO3	0.658 %	[ 0.023]	Quan-FP	W La	3.4033
V2O5	0.469 %	[ 0.011]	Quan-FP	V Ka	4.5343
K2O	0.384 %	[ 0.025]	Quan-FP	K Ka	0.3033
MnO	0.377 %	[ 0.017]	Quan-FP	MnKa	5.6521
Cr2O3	0.102 %	[ 0.012]	Quan-FP	CrKa	1.5559
Au2O	0.096 %	[ 0.015]	Quan-FP	AuLa	0.9428
ThO2	0.046 %	[ 0.010]	Quan-FP	ThLa	1.0794
ZrO2	0.031 %	[ 0.004]	Quan-FP	ZrKa	0.9432
MoO3	0.031 %	[ 0.004]	Quan-FP	MoKa	0.9632

Sample : ST-01A-Nandu  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 10:21:04

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
SiO2	45.513 %	[ 0.661]	Quan-FP	SiKa	1.0942
Al2O3	28.671 %	[ 1.408]	Quan-FP	AlKa	0.0662
CaO	15.972 %	[ 0.060]	Quan-FP	CaKa	16.9104
Fe2O3	7.787 %	[ 0.032]	Quan-FP	FeKa	143.5024
K2O	1.069 %	[ 0.015]	Quan-FP	K Ka	0.7951
TiO2	0.621 %	[ 0.016]	Quan-FP	TiKa	2.7703
SrO	0.200 %	[ 0.002]	Quan-FP	SrKa	18.1710
MnO	0.104 %	[ 0.006]	Quan-FP	MnKa	1.5730
V2O5	0.046 %	[ 0.010]	Quan-FP	V Ka	0.2785
CuO	0.017 %	[ 0.002]	Quan-FP	CuKa	0.4686

Sample : ST-03-Palele-Induk-A  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 16:31:01

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
SiO2	69.740 %	[ 0.930]	Quan-FP	SiKa	1.3418
Fe2O3	18.195 %	[ 0.065]	Quan-FP	FeKa	239.3626
PbO	5.958 %	[ 0.031]	Quan-FP	PbLb1	114.3472
P2O5	2.704 %	[ 0.411]	Quan-FP	P Ka	0.0755
CuO	1.316 %	[ 0.016]	Quan-FP	CuKa	20.5463
K2O	0.809 %	[ 0.019]	Quan-FP	K Ka	0.3424
ZnO	0.783 %	[ 0.011]	Quan-FP	ZnKa	14.6454
CaO	0.217 %	[ 0.013]	Quan-FP	CaKa	0.1366
Ag2O	0.108 %	[ 0.008]	Quan-FP	AgKa	1.7792
Cr2O3	0.087 %	[ 0.010]	Quan-FP	CrKa	0.7162
MnO	0.038 %	[ 0.008]	Quan-FP	MnKa	0.4300
ZrO2	0.027 %	[ 0.003]	Quan-FP	ZrKa	0.8282
Rb2O	0.017 %	[ 0.003]	Quan-FP	RbKa	0.5209

Sample : ST-007-Pinamula  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 16:21:58

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
SiO2	69.131 %	[ 0.910]	Quan-FP	SiKa	1.3034
Fe2O3	16.345 %	[ 0.066]	Quan-FP	FeKa	204.9133
PbO	7.636 %	[ 0.037]	Quan-FP	PbLb1	139.4146
P2O5	2.773 %	[ 0.410]	Quan-FP	P Ka	0.0764
CuO	1.686 %	[ 0.019]	Quan-FP	CuKa	26.2871
ZnO	0.989 %	[ 0.013]	Quan-FP	ZnKa	18.4657
K2O	0.844 %	[ 0.020]	Quan-FP	K Ka	0.3388
CaO	0.383 %	[ 0.010]	Quan-FP	CaKa	0.2270
Ag2O	0.127 %	[ 0.009]	Quan-FP	AgKa	1.8526
MnO	0.049 %	[ 0.008]	Quan-FP	MnKa	0.5201
ZrO2	0.038 %	[ 0.004]	Quan-FP	ZrKa	1.0458

Sample : ST-09-Lakea-2  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 10:33:06

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
Fe2O3	80.575 %	[ 0.196]	Quan-FP	FeKa	1046.8534
TiO2	10.387 %	[ 0.092]	Quan-FP	TiKa	76.0661
SiO2	2.672 %	[ 0.503]	Quan-FP	SiKa	0.0487
SO3	1.474 %	[ 0.306]	Quan-FP	S Ka	0.4317
Cr2O3	1.377 %	[ 0.023]	Quan-FP	CrKa	18.0909
MnO	1.058 %	[ 0.018]	Quan-FP	MnKa	13.7614
V2O5	0.800 %	[ 0.014]	Quan-FP	V Ka	7.6912
ZrO2	0.539 %	[ 0.010]	Quan-FP	ZrKa	14.3398
RuO2	0.262 %	[ 0.014]	Quan-FP	RuKa	4.4302
HgO	0.223 %	[ 0.010]	Quan-FP	HgLa	1.9778
WO3	0.183 %	[ 0.024]	Quan-FP	W La	0.8261
As2O3	0.157 %	[ 0.058]	Quan-FP	AsKb	0.4492
CaO	0.154 %	[ 0.015]	Quan-FP	CaKa	0.1927
ZnO	0.096 %	[ 0.012]	Quan-FP	ZnKa	0.9639
Br	0.043 %	[ 0.008]	Quan-FP	BrKa	0.9686

Sample : ST-13-Bulogidung  
 Operator: Zahran  
 Comment : Quick&easy Air-Metal  
 Group : easy-oxide  
 Date : 2023-10-07 10:44:52

## Quantitative Result

Analyte	Result	[3-sigma]	Proc.-Calc.	Line	Int. (cps/uA)
Fe2O3	74.611 %	[ 0.171]	Quan-FP	FeKa	1184.1161
SO3	10.467 %	[ 0.210]	Quan-FP	S Ka	1.7146
SiO2	8.177 %	[ 0.449]	Quan-FP	SiKa	0.1647
TiO2	3.314 %	[ 0.050]	Quan-FP	TiKa	25.0654
CuO	0.882 %	[ 0.023]	Quan-FP	CuKa	8.6050
CaO	0.809 %	[ 0.021]	Quan-FP	CaKa	1.0072
WO3	0.553 %	[ 0.021]	Quan-FP	W La	2.9148
V2O5	0.361 %	[ 0.024]	Quan-FP	V Ka	3.6384
MnO	0.331 %	[ 0.016]	Quan-FP	MnKa	5.2050
K2O	0.200 %	[ 0.020]	Quan-FP	K Ka	0.1615
Cr2O3	0.118 %	[ 0.012]	Quan-FP	CrKa	1.9003
Au2O	0.070 %	[ 0.013]	Quan-FP	AuLa	0.7010
ZrO2	0.067 %	[ 0.005]	Quan-FP	ZrKa	2.0640
MoO3	0.029 %	[ 0.004]	Quan-FP	MoKa	0.9105
ThO2	0.012 %	[ 0.009]	Quan-FP	ThLa	0.2852