

**LAPORAN TAHUNAN**  
**PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI**



**Model Mineralisasi Breksi Wobudu dengan Pendekatan Metode  
Geologi dan Petrogenesa di Gorontalo**

Tahun Ke-1 dari Rencana 2 Tahun

**TIM PENELITI PENGUSUL (TPP)**

Muhammad Kasim, S.T., M.T NIDN:0015097706 (Ketua)

Ahmad Zainuri S.Pd., M.T NIDN: 0021077302 (Anggota)

Nurfaika, S.Si.,M.Sc NIDN: 0002028302(Anggota)

**TIM PENELITI MITRA (TPM)**

Prof. Dr.rer.nat. Ir. A.M.Imran NIDN: 0005066302 (Ketua)

Dr. Ulva Ria Irvan, S.T., M.T NIDN: 0006067001 (Anggota)

**UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO**

**SEPTEMBER 2014**

## HALAMAN PENGESAHAN

**Judul Kegiatan** : Model Mineralisasi Breksi Wobudu dengan Pendekatan Metode Geologi dan Petrogenesis di Gorontalo

**Peneliti / Pelaksana**

Nama Lengkap : MUHAMMAD KASIM S.T, M.T  
NIDN : 0015097706  
Jabatan Fungsional :  
Program Studi : Pendidikan Geografi  
Nomor HP : 085256800453  
Surel (e-mail) : muhkasim@ung.ac.id

**Anggota Peneliti (1)**

Nama Lengkap : AHMAD ZAINURI S.Pd., MT  
NIDN : 0021077302  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo

**Anggota Peneliti (2)**

Nama Lengkap : NURFAIKA S.Si., M.Sc  
NIDN : 0002028302  
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Gorontalo

**Institusi Mitra (jika ada)**

Nama Institusi Mitra :  
Alamat :  
Penanggung Jawab :  
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun  
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 45.000.000,00  
Biaya Keseluruhan : Rp. 182.886.000,00



Gorontalo, 7 - 10 - 2014,  
Ketua Peneliti,

**(MUHAMMAD KASIM S.T, M.T)**  
NIP/NIK 197709152008121001



## RINGKASAN

Daerah penelitian terletak di Kecamatan Sumalat Timur Kabupaten Gorontalo Utara Propinsi Gorontalo. Penelitian ini untuk mengetahui lebih rinci mengenai Breksi Wobudu dan keterkaitannya dengan mineralisasi Au, Cu, Pb dan Zn. Lama waktu penelitian direncanakan selama 2 tahun.

Metode yang akan digunakan adalah metode kualitatif dan kuantitatif. Studi literatur, penelitian lapangan, laboratorium mencakup analisis mineralogi meliputi pengamatan mikroskop polarisasi (tahun 1) dan geokimia adalah inductively coupled – mass spectrometry (ICP-MS) (tahun 2). Prosedur pengumpulan data yang dipilih adalah dilakukan secara acak (*random sampling*), pengujian sampel untuk analisis laboratorium dipilih sampel yang telah mengalami alterasi dan mineralisasi.

Batuan yang dijumpai umumnya andesit dan tufa. Umumnya kedua batuan ini mengalami alterasi dan mineralisasi. Alterasi yang terjadi adalah kaolinisasi, kloritisasi serta oksidasi. Sedangkan, mineralisasi yang dijumpai berbentuk vein dengan ketebalan antara 1 – 10 cm yang diisi oleh kuarsa, pirit, kalkopirit, galena serta kalsit.

Jenis alterasi yang dijumpai di daerah penelitian berdasarkan pengamatan petrografi adalah silisifikasi, kloritisasi, kaolinisasi dengan kehadiran mineral karbonat. Sedangkan, mineralisasi yang dijumpai adalah Cu, Fe, Zn, Au, Co dan Mo.

## **PRAKATA**

Penelitian Kerjasama Antar Perguruan Tinggi (PEKERTI) yang berjudul Model Mineralisasi Breksi Wobudu dengan Pendekatan Metode Geologi dan Petrogenesa di Gorontalo pada tahap pertama ini telah kami laksanakan. Laporan Tahunan ini menjelaskan tentang pelaksanaan penelitian ini hingga capaian yang telah dilaksanakan dan rencana tahun berikutnya.

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (Ditlitabmas), Ditjen Pendidikan Tinggi yang telah memberi kesempatan dan kepercayaan kepada kami dalam melaksana penelitian. Kepada Rektor Universitas Negeri Gorontalo yang telah memberikan kesempatan yang sama bagi dosen untuk meneliti. Kepada Lembaga Penelitian Universitas Negeri Gorontalo yang telah memfasilitasi dan memberikan bimbingan kami tanpa lelah. Pemerintah Daerah Kabupaten Gorontalo Utara, Pemerintah Kecamatan Sumalata Timur dan Pemerintah Desa Hulawa dan Buladu serta semua pihak yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat berjalan lancar. Rekan-rekan dosen yang telah membantu dan menyemangati kami.

Walaupun anggaran yang terealisasi hanya setengah dari yang diusulkan tetapi tim peneliti tetap melaksanakan penelitian ini dengan penuh rasa tanggungjawab. Adapun kendala yang kami dapatkan selama penelitian ini adalah kunjungan TPM ke lokasi TPP belum sempat dilaksanakan dengan alasan kurangnya dana yang tersedia. Kekurangan tersebut akan dilaksanakan pada tahun ke-2.

Dengan berjalannya penelitian ini Kami mengucapkan banyak terimakasih kepada Pemerintah melalui Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Lembaga Penelitian Universitas Negeri Gorontalo, Bupati Kabupaten Gorontalo Utara, Camat Kecamatan Sumalata Timur dan Kepala Desa Hulawa dan Desa Buladu atas kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

Gorontalo, Oktober 2014

**TIM PENELITI**

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
RINGKASAN .....	iii
PRAKATA .....	iv
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR TABEL .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR FOTO.....	viii
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian .....	4
2.2 Struktur Geologi dan Tektonik Regional .....	6
2.3 Sumber Daya Mineral .....	7
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	15
3.1 Tujuan Penelitian .....	15
3.2 Manfaat Penelitian .....	16
BAB 4. METODE PENELITIAN .....	17
4.1 Pendekatan Penelitian .....	17
4.2 Metode dan Prosedur Pengumpulan Data .....	17
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	23
5.1 Hasil Penelitian .....	23
5.1.1 Keadaan Geografis dan Kependudukan .....	23
5.1.2 Morfologi Daerah Penelitian.....	23
5.1.3 Kegiatan Lapangan.....	27
5.1.4 Kegiatan Laboratorium .....	32
5.2 Hasil Penelitian .....	35
5.2.1 Geologi Daerah Penelitian .....	35
5.2.2 Alterasi dan Mineralisasi.....	46

5.3 Capaian .....	52
BAB 6. RENCANA TAHAP BERIKUTNYA .....	54
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN .....	56
7.1 Kesimpulan .....	56
7.2 Saran .....	56
DAFTAR PUSTAKA .....	57
LAMPIRAN 1 DESKRIPSI PETROGRAFI DAN MINERAGRAFI.....	60
LAMPIRAN 2 PETA LINTASAN	
LAMPIRAN 3 PETA GEOMORFOLOGI	
LAMPIRAN 4 PETA GEOLOGI	

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 1	Bentuk-bentuk cebakan mineral yang sering dijumpai di Dunia.....	12
Tabel 2	Klasifikasi endapan mineral secara genetik .....	13
Tabel 3	Komposisi mineral utama dan mineral alterasi yang teramati dalam pengamatan petrografi.....	46

## **DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1	Peta geologi regional lembar Tilamuta .....	4
Gambar 2	Lokasi keterdapatn mineralisasi di lengan utara Sulawesi .....	9
Gambar 3	Diagram Alir Kegiatan Penelitian .....	22

## DAFTAR FOTO

Foto 1	Kenampakan morfologi daerah penelitian dimana ditereng Gunung Mohenti tersebar penambang rakyat .....	27
Foto 2	Kenampakan morfologi pedataran yang sempit dengan latar belakang Laut Sulawesi di foto ke arah utara .....	28
Foto 3	Sungai Kiki merupakan sungai utama yang mengalir di daerah penelitian, untuk mencapai lokasi penelitian terlebih dahulu harus menyeberangi sungai tersebut .....	28
Foto 4	Sungai Buladu di Desa Hulawa sepanjang tahun airnya tidak pernah jernih yang diakibatkan limbah penambangan rakyat.....	29
Foto 5	Kenampakan lubang bekas penggalian Belanda di Sungai Kiki dikenal oleh masyarakat setempat dengan gunung tembaga .....	30
Foto 6	Kenampakan material buangan Belanda pada saat pembuatan terowongan yang terletak di Dusun Pasolo Desa Hulawa .....	31
Foto 7	Limbah pengolahan emas di Desa Pasolo hasil peninggalan Belanda yang masih mengandung Fe, Au, Cu, Pb dan unsur lain yang masih bisa dimanfaatkan .....	31
Foto 8	Kenampakan rumah-rumah penambang rakyat yang terletak di Desa Hulawa .....	32
Foto 9	Beberapa conto batuan yang diambil di lapangan dan siat untuk dipreparasi sayatan tipis dan sayatan poles yang selanjutnya sampel tersebut diamati di bawah mikroskop polarisasi .....	33
Foto 10	Pembuatan preparasi sayatan tipis dan sayatan poles sebelum diamati dengan menggunakan mikroskop polarisasi .....	34
Foto 11	Mikroskop yang digunakan dalam pengamatan petrografi dan mineragrafi .....	34
Foto 12	Kenampakan vein kuarsa yang teroksidasi dijumpai di daerah Lasambo dengan veinlet berupa kalkopirit dan mineral sulfida lainnya .....	36
Foto 13	Kenampakan bekas lubang masyarakat yang telah ditinggalkan.....	37
Foto 14	Kenampakan singkapan andesit di daerah Lasambo .....	38

Foto 15	Kenampakan singkapan andesit yang terdapat terowongan Belanda yang dikenal dengan terowongan Berg .....	38
Foto 16	Kenampakan singkapan andesit yang terdapat terowongan Berg yang memperlihatkan bekas bor .....	39
Foto 17	Kenampakan singkapan andesit yang mengalami pelapukan mengulit bawang .....	40
Foto 18	Kenampakan warna soil pada batuan andesit yang mengalami pelapukan .....	40
Foto 19	Kenampakan sayatan tipis andesit dengan komposisi utama plagioklas dan massa dasar .....	41
Foto 20	Kenampakan sayatan tipis trakit dengan komposisi utama plagioklas dan sedikit kuarsa.....	42
Foto 21	Kenampakan singkapan tufa dengan warna coklat kekuningan dengan oksidasi .....	43
Foto 22	Kenampakan singkapan tufa berlapis .....	44
Foto 23	Kenampakan batuan tufa dibawah mikroskop dengan komposisi utama feldspar, massa dasar, serisit, lempung dan mineral opak .....	45
Foto 24	Fotomikroskopis sayatan poles H.1 04A memperlihatkan pyrite, copper dan emas.....	49
Foto 25	Fotomikroskopis sayatan poles H.1 05 memperlihatkan copper, chalcopyrite, sphalerite, arsenopyrite dan molybdenite.....	50
Foto 26	Fotomikroskopis sayatan poles MO.01 memperlihatkan copper, chalcopyrite, pyrite dan covelite .....	50
Foto 27	Fotomikroskopis sayatan poles PHP.01 memperlihatkan chalcopyrite, bornite, chalcocite dan magnetite.....	51
Foto 28	Fotomikroskopis sayatan poles PHP.07 memperlihatkan copper, covelite, bornite dan cobaltite .....	51

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

Propinsi Gorontalo merupakan propinsi baru hasil pemekaran dari Propinsi Sulawesi Utara. Propinsi ini terletak di lengan utara Sulawesi yang di batasi oleh 2 propinsi dan 2 laut yaitu Propinsi Sulawesi Utara di sebelah timur, Propinsi Sulawesi Tengah di sebelah barat, Laut Sulawesi di sebelah utara dan Teluk Tomini di sebelah Selatan. Secara geologi propinsi ini terletak di Mandala Barat Bagian Utara yang didominasi oleh batuan plutonik dan vulkanik yang berumur Kenozoik (Hall dan Wilson, 2000).

Propinsi Gorontalo memiliki banyak potensi khususnya sumberdaya alam salah satunya di bidang pertambangan (mineral logam). Para peneliti yang telah meneliti lengan utara Sulawesi menemukan berbagai macam mineral logam (*base metal*) yang ekonomis seperti Au, Cu, Pb, Zn dan Fe. Di daerah Kabupaten Gorontalo Utara proses eksplorasi dan penambangan emas (Au) telah dilakukan sejak zaman penjajahan Belanda. Semejak tahun 1896 – 1908 di daerah Sumalata Kabupaten Gorontalo Utara tepatnya di Desa Buladu (Van Bemmelen. R. W, 1949). Pada tahun 1970-an telah silih berganti perusahaan yang melakukan eksplorasi di daerah ini salahsatunya PT. Tropic Endeavour Indonesia yang melakukan eksplorasi mineral logam pada Blok 2 Sulawesi Utara. Berdasarkan hasil studi pustaka lokasi prospek Au, Cu, Pb dan Zn di utara Gorontalo terletak di sepanjang pantai utara yang dijumpai pada Formasi Breksi Wobudu (*Tm<sub>wv</sub>*) yaitu di daerah Atingola, Tanjung Dinuhe, Sumalata dan Daerah Bungalo Sulawesi Tengah (Bachri.S, dkk, 1993).

Formasi Breksi Wobudu (*Tmwv*) terdiri dari breksi gunungapi, aglomerat, tufa dan tufa lapili yang bersifat intermedit sampai basa yang berumur Pliosen (sekitar 3,2 – 1,8 juta tahun yang lalu) (Bachri.S, dkk, 1993). Nama formasi batuan ini pertama kali diperkenalkan oleh Molengraaf (fide Rutten, 1927 dalam Trail, 1974) merupakan batuan piroklastik yang berukuran kasar yang terletak tidak selaras (*unconformity*) dengan Formasi Dolokapa yang berada dibawahnya. Batuan gunungapi ini menyebar disepanjang pantai utara Gorontalo dan kontak dengan Granodiorit Boliohuto.

Di Kabupaten Gorontalo Utara terdapat sedikitnya 5 lokasi penambangan emas yang dikelola oleh rakyat yaitu 4 lokasi di Kecamatan Sumalata yaitu Padengo, Kelapa Dua, Tambang Tua dan Buloila, satu lokasi di Kecamatan Anggrek yaitu di Desa Ilangata. Hal ini mengindikasikan bahwa di daerah ini terdapat potensi pertambangan yang perlu dikaji dan diteliti secara lebih detail. Dengan harapan hasil penelitian ini nantinya dapat menjadi rujukan bagi pemerintah daerah setempat dalam menetapkan kebijakan khususnya mengenai wilayah pertambangan rakyat (WPR).

Berdasarkan latar belakang di atas peneliti tertarik untuk melihat secara ilmiah melalui riset mengenai jenis batuan pembawa mineralisasi Au di pantai utara Gorontalo khususnya pada anggota Breksi Wobudu (*Tmwv*) di Desa Buladu dan Desa Hulawa Kecamatan Sumalata Timur. Penelitian terfokus pada penelitian geologi khususnya pada anggota batuan Breksi Wobudu (*Tmwv*). Pendekatan yang dilakukan adalah survey lapangan dengan melakukan pemetaan geologi permukaan yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi

geologi dipermukaan. Posisi pengamatan (stasiun pengamatan) diplot dengan menggunakan GPS. Fenomena geologi yang akan diamati adalah pengamatan petrologi batuan anggota Breksi Wobudu (*Tmwv*), hubungan antar batuan, jenis/tipe alterasi dan mineralisasi yang terjadi pada batuan tersebut serta mengukur dan mengamati gejala-gejala struktur geologi yang ada di lapangan.

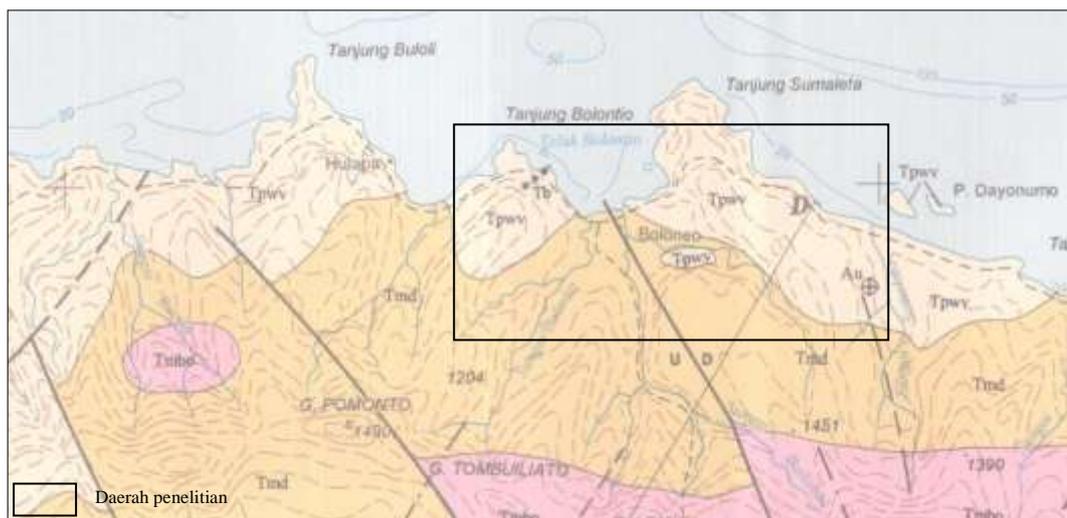
Data-data yang terkumpul selanjutnya akan dilakukan analisa laboratorium seperti petrografi dan geokimia. Analisa petrografi difokuskan pada tahun pertama. Sedangkan, pada tahun ke dua akan dilanjutkan dengan analisa geokimia dengan menggunakan metode ICP dan XRF. Luaran tahun pertama adalah peta geologi daerah penelitian dan analisa petrografi. Sedangkan pembuatan model mineralisasi logam pada Formasi Breksi Wobudu yang terletak di Kecamatan Sumalata Timur dilakukan pada tahun kedua.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Geologi Regional Daerah Penelitian

Pulau Sulawesi secara litotektonik dapat dibagi 3 mandala yaitu Mandala barat, mandala tengah dan mandala timur. Mandala barat dicirikan oleh jalur mgmatik, jalur tengah dicirikan oleh tersingkapnya batuan metamorf yang ditumpangi oleh bancuh yang merupakan bagian blok Australia dan timur dicirikan oleh batuan ofiolit berimbrikasi dengan batuan sedimen laut. Mandala barat dapat dibagi dua yaitu mandala barat bagian barat dan mandala barat bagian utara. Mandala barat bagian barat memanjang dari selatan ke utara yaitu dari Makassar hingga Buol. Sedangkan, bagian utara menyebar dari Buol hingga Manado dengan batuan bersifat intermedit hingga basa (Van Leeuwen, 1994).



Gambar 1 Peta geologi regional lembar Tilamuta (S. Bachri, dkk, 1993)

Geologi regional daerah penelitian sangat terkait dengan peta geologi regional yang di susun oleh S. Bachri, Sukido dan N. Ratman hasil pemetaan geologi di lengan utara Sulawesi untuk melengkapi data-data geologi hasil pemetaan yang dilakukan oleh D. Trail pada tahun 1974. Data pemetaan baru tersebut dikompilasi untuk menghasilkan peta geologi regional lembar Tilamuta tahun 1993 dengan skala 1 : 250.000.

Geologi daerah penelitian secara regional dapat dibagi ke dalam 3 kelompok batuan secara umum, yaitu kelompok batuan sedimen (endapan), kelompok batuan vulkanik (gunungapi), dan kelompok batuan terobosan (intrusi). Kelompok batuan sedimen terdiri dari alluvial dan Formasi Lokodidi. Alluvial terdiri dari pasir, kerikil, lempung, lumpur dan lanau. Batuan ini menyebar disepanjang sungai-sungai besar yang bermuara ke laut. Sedangkan, Formasi Lokodidi (*TQls*) terdiri dari konglomerat, batupasir, batupasir konglomeratan, serpih hitam dan batupasir tufaan. Umur dari batuan ini adalah Plistosen selaras dengan Breksi Wobudu yang ada dibawahnya. Formasi Dolokapa (*Tmd*) merupakan batuan sedimen tua yang berumur Miosen, terdiri dari batupasir wake, batulanau, batukempung, konglomerat, batuan gunungapi yang bersifat intermedit sampai basa. Kelompok batuan vulkanik (gunungapi) terdiri dari Batuan Gunungapi Pinogu (*TQpv*) terdiri dari aglomerat, tufa, lava yang bersifat intermedit sampai basa berumur Pliosen Atas hingga Plistosen. Breksi Wobudu (*Tpww*) terdiri dari breksi gunungapi, aglomerat, tufa, tufa lapila dan lava yang bersifat intermedit sampai basa, umur batuan ini adalah Pliosen dan selaras dengan batuan yang ada di atasnya. Kelompok batuan

terobosan (intrusi) yaitu Diorit Boliohuto yang menerobos Formasi Dolokapa yang berumur Miosen terdiri dari diorit dan granodiorit di beberapa tempat dijumpai retas-retas basal.

## **2.2 Struktur Geologi dan Tektonik Regional**

Struktur geologi yang berada di pulau Sulawesi memperlihatkan keadaan yang sangat kompleks. Hal ini disebabkan karena Pulau Sulawesi merupakan daerah yang banyak mendapat pengaruh pertemuan dari beberapa lempeng samudera dan benua. Hal tersebut telah menarik perhatian beberapa ahli geologi untuk meneliti keadaan tersebut seperti Sukanto (1975) dan Simandjuntak (2004).

Secara regional orogenesis di Pulau Sulawesi mulai berlangsung sejak Zaman Trias, terutama pada Mandala Banggai Sula yang merupakan mandala tertua, sedangkan Mandala Geologi Sulawesi bagian timur dimulai pada Awal Tersier. Perlipatan yang kuat menyebabkan terjadinya sesar anjak yang berlangsung pada Miosen Tengah di lengan timur Sulawesi dan di bagian tengah dari Mandala Geologi Sulawesi Barat, serta waktu yang bersamaan dengan transgresi lokal berlangsung di lengan tenggara Sulawesi dan aktivitas vulkanik terjadi di lengan utara dan selatan.

Zona tumbukan Maluku bagian selatan menunjukkan adanya aktivitas tektonik dan gempa bumi tertinggi dengan pola tektonik yang kompleks. Gerak saling mendekati Lempeng Sangihe dan Halmahera menghasilkan dorongan pada tubuh baji Sangihe melalui Laut Maluku, melebihi tepian kedua lempeng

serta menandakan puritan yang berhubungan dengan penunjaman. kedua lempeng tersebut telah bertemu dan membentuk jalur penunjaman baru dengan kemiringan ke timurlaut di Laut Sulawesi bagian timur (Simanjuntak, 2004).

Struktur geologi yang dijumpai pada daerah Sulawesi bagian utara adalah kekar, lipatan dan sesar. Sesar normal dominan berarah baratlaut-tenggara dan sebagian kecil mempunyai arah timurlaut-baratadaya. Daerah penelitian terletak di bagian timur dari lengan utara Sulawesi yang merupakan busur gunungapi yang terbentuk karena adanya tunjaman ganda, yaitu lajur tunjaman Sulawesi Utara di sebelah utara lengan utara Sulawesi dan lajur tunjaman Sangihe timur di sebelah timur dan selatan lengan utara (Simanjuntak, 1986).

Penunjaman tersebut mengakibatkan terjadinya kegiatan magmatisme dan kegunungapian yang menghasilkan batuan plutonik dan gunungapi yang tersebar luas. Tunjaman Sulawesi Utara diduga aktif sejak awal Tersier dan menghasilkan busur gunungapi Tersier yang terbentang dari sekitar Tolitoli sampai Manado. Sedangkan tumbukan Sangihe Timur diduga aktif sejak awal Kuartar dan menghasilkan lajur gunungapi Kuartar di bagian timur lengan utara Sulawesi dan menerus kearah baratdaya hingga daerah gunungapi Una-una area.

### **2.3 Sumber Daya Mineral**

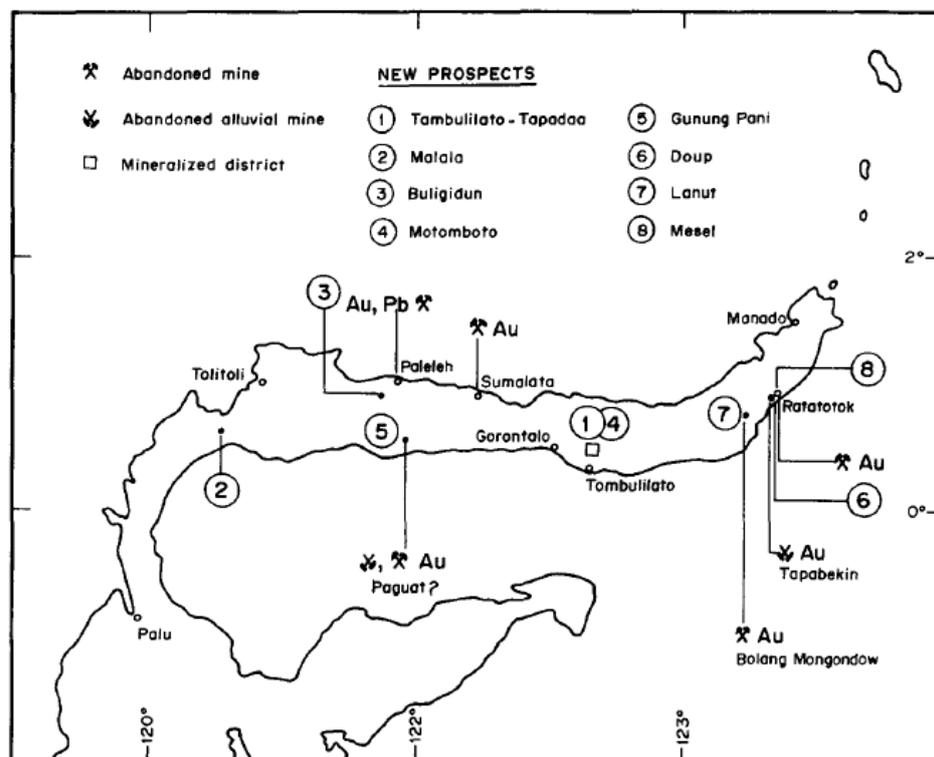
Berdasarkan hasil penelitian baik dalam bentuk paper, jurnal dan proseding menunjukkan bahwa potensi sumberdaya mineral di lengan utara Sulawesi sangat besar. Salah satunya dapat dibentuk dari busur gunungapi di

bagian barat Sulawesi yang berpotensi menghasilkan mineralisasi emas tipe hidrothermal. Keterdapatannya mineralisasi hidrothermal dapat pula terbentuk akibat kontak antara plutonik neogen yang terjadi pada Orogenesa Sulawesi (Simanjuntak, 2004). Di daerah Bulangidun dijumpai tipikal sistem porfiri Cu-Au dengan kelimpahan mineral turmalin. Mineralisasi tipe epithermal (*Epithermal Au mineralization*) dijumpai di daerah Sulawesi Utara, mineralisasi porfiri Cu-Au (*Porphyry Cu-Au mineralization*) dijumpai di daerah Tapadaa dan Tombolilato, mineralisasi porfiri Mo (*Porphyry Mo mineralization*) dijumpai di daerah Malala, mineralisasi Mo (*Vein Mo mineralization*) dijumpai di daerah Molamahu, mineralisasi magnetit tipe skarn (*Magnetite skarn mineralization*) terletak di sebelah tenggara Bulangidun, mineralisasi bentuk vein (*Intrusion-related vein mineralization*) dijumpai di Sumalata, Palele dan Ilangata, Tipe mineralisasi masif sulfida (*Volcanogenic massive sulphide mineralization*) dijumpai di Bukal dan Popayato dan mineralisasi emas dalam batuan metamorf (*Metamorphogenic gold mineralization*) dijumpai di leher Sulawesi (Kavalieris, I, 1992).

Gorontalo merupakan lajur batuan vulkano plutonik dan batuan terobosan yang berumur Eosen hingga Pliosen. Batuan ini menyebar dari utara hingga barat Gorontalo. Dalam formasi batuan ini dijumpai berbagai macam mineral ekonomis seperti Au, Cu, Pb dan Zn. Di beberapa tempat telah dilakukan penelitian yang menunjukkan keberadaan mineralisasi tersebut.

Gambar 1 menunjukkan lokasi keterdapatannya mineralisasi emas dan logam dasar lainnya yang menyebar di lengan utara Sulawesi. Salah satu daerah yang

ditunjuk adalah Sumalata yang terletak di Kabupaten Gorontalo Utara. Hal ini yang menjadi pertimbangan kritis dari peneliti untuk melakukan penelitian yang lebih detail. Peneliti tertarik menandatangani isu ini sebagai penelitian yang dapat memberi sumbangsi positif kepada daerah dan masyarakat Gorontalo.



Gambar 2 Lokasi keterdapatan mineralisasi di lengan utara Sulawesi (Kavalieris, Van Leeuwen dan Wilson, 1992)

Penelitian yang diusulkan adalah mengetahui model mineralisasi yang terdapat di daerah Sumalata. Dengan mengetahui model mineralisasi di daerah ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai keterdapatan mineralisasi, kedalaman, bentuk cebakan, cadangan, mineral-mineral lain yang bernilai ekonomis dan seberapa besar informasi dari hasil penelitian ini dapat mengangkat nama daerah dan kesejahteraan rakyat.

Bahan galian merupakan salah satu sumber daya alam non hayati yang keterjadiannya disebabkan oleh proses – proses geologi. Berdasarkan keterjadian dan sifatnya bahan galian dapat dibagi menjadi 3 kelompok yaitu mineral logam, mineral industri dan batubara. Karakteristik ketiga bahan galian tersebut berbeda dan metode eksplorasi yang dilakukan juga berbeda. Oleh karena itu diperlukan berbagai macam metode untuk mengetahui keterdapatan, sebaran, kuantitas dan kualitasnya.

Suatu model endapan mineral merupakan sebuah informasi yang disusun secara sistematis yang memuat informasi-informasi tentang atribut-atribut penting (sifat dan karakteristik) pada suatu kelas endapan mineral. Model endapan mineral tersebut dapat juga berupa suatu model empirik (deskriptif), yang memuat informasi-informasi yang saling berhubungan (dari yang belum diketahui) berdasarkan data teoritik, yang selanjutnya dijabarkan dalam konsep-konsep yang fundamental (mendasar).

Di bawah ini beberap model klasifikasi endapan mineral logam yang ada. Endapan mineral logam pada umumnya di bagi 2 yaitu internal proses dan eksternal proses. Internal proses berasal dari larutan magma yang mengalami kristalisasi, segregasi serta menghasilkan larutan sisa yang disebut dengan hydrothermal dan proses matamorfisme seperti yang terdapat di Sulawesi Tengah. Sedangkan, eksternal proses atau sering disebut sebagai proses permukaan (*surfaca processes*) adalah proses mineralisasi yang terjadi akibat konsentrasi mineral akibat gaya berat, proses pencucian dan vulkanik ekskalatif termasuk didalamnya adalah endapan placer.

Dalam penyusunan suatu model endapan mineral perlu diperhatikan penekanan pada endapan-endapan epigenetik, yaitu penekanan pada lingkungan litotektonik formasi (berhubungan dengan batuan asal atau batuan induk) atau penekanan pada lingkungan litotektonik mineralisasi (berhubungan proses pembentukan mineral-mineral).

Gorontalo secara litotektonik termasuk ke dalam Mandala bagian barat yang merupakan busur magmatik dengan batuan terobosan granodiorit-granitik menghasilkan beberapa jenis mineralisasi. Mandala barat bagian utara merupakan daerah yang sangat potensial sebagai tempat mineralisasi logam, dimana terbentuk beberapa jenis mineralisasi yang terdiri atas emas epitermal jenis sulfidasi rendah, tembaga-emas porfiri, emas pada batuan sedimen, urat sulfidasi polimetalik dan mineralisasi Cu-Au-Ag epitermal sulfidasi tinggi.

Di setiap daerah memiliki tipe mineralisasi yang berbeda-beda. Banyak hal yang menyebabkan perbedaan tersebut diantaranya adalah setting tektonik dan lingkungan geologinya. Model-model mineralisasi yang ada di dunia yang telah ditulis dalam publikasi ataupun dalam buku cetak hanya dijadikan dasar dalam mengklasifikasikan atau menempatkan tipe mineralisasi di daerah penyelidikan kita. sebab banyak hal yang pastinya berbeda seperti tipe fluidanya, setting tektoniknya, batuan dan hal lain yang dapat mempengaruhi pertukaran ion dalam fluida.

Tabel 1 Bentuk-bentuk cebakan mineral yang sering dijumpai di Dunia

Theory	Nature of process	Typical deposits
<i>Origin due to internal processes</i>		
Magmatic crystallization	Precipitation of ore minerals as major or minor constituents of igneous rocks in the form of disseminated grains or segregations	Diamonds disseminated in kimberlites, REE minerals in carbonatites. Lithium-tin-caesium pegmatites of Bikita, Zimbabwe. Uranium pegmatites of Bancroft, Canada and Rossing, Namibia. Bulk material deposits of granite, basalt, dunite, nepheline-syenite
Magmatic segregation	Separation of ore minerals by fractional crystallization and related processes during magmatic differentiation	Chromite layers in the Great Dyke of Zimbabwe and the Bushveld Complex, RSA
	Liquation, liquid immiscibility. Settling out from magmas of sulphide, sulphide-oxide or oxide melts that accumulated beneath the silicates or were injected into wall rocks or in rare cases erupted on the surface	Copper-nickel orebodies of Sudbury, Canada; Pechenga, USSR and the Yilgarn Block, Western Australia. Allard Lake titanium deposits, Quebec, Canada
Hydrothermal	Deposition from hot aqueous solutions, which may have had a magmatic, metamorphic, surface or other source	Tin-tungsten-copper veins and stockworks of Cornwall, UK. Molybdenum stockworks of Climax, USA. Porphyry copper deposits of Panguna, PNG and Bingham, USA. Fluorspar veins of Derbyshire, UK
Lateral secretion	Diffusion of ore- and gangue-forming materials from the country rocks into faults and other structures	Yellowknife gold deposits, Canada. Mother Lode gold deposit, USA
Metamorphic processes	Contact and regional metamorphism producing industrial mineral deposits	Andalusite deposits, Transvaal, RSA. Garnet deposits, NY, USA
	Pyrometamomatic (skarn) deposits formed by replacement of wall rocks adjacent to an intrusion	Copper deposits of Mackay, USA and Craigmont, Canada. Magnetite bodies of Iron Springs, USA. Tale deposits, Luzenac, France
	Initial or further concentration of ore elements by metamorphic processes, e.g. granitization, alteration processes	Some gold veins, and disseminated nickel deposits in ultramafic bodies
<i>Origin due to surface processes</i>		
Mechanical accumulation	Concentration of heavy, durable minerals into placer deposits	Rutile-zircon sands of New South Wales, Australia, and Trail Ridge, USA. Tin placers of Malaysia. Gold placers of the Yukon, Canada. Industrial sands and gravels, Kaolin deposits, Georgia, USA. Bauxites of Guyana
Sedimentary precipitates	Precipitation of particular elements in suitable sedimentary environments, with or without the intervention of biological organisms	Banded iron formations of the Precambrian shields. Manganese deposits of Chiaturi, USSR. Zechstein evaporite deposits of Europe. Floridan phosphate deposits, USA
Residual processes	Leaching from rocks of soluble elements leaving concentrations of insoluble elements in the remaining material	Nickel laterites of New Caledonia. Bauxites of Hungary, France, Jamaica and Arkansas, USA. Kaolin deposits, Nigeria
Secondary or supergene enrichment	Leaching of valuable elements from the upper parts of mineral deposits and their precipitation at depth to produce higher concentrations	Many gold and silver bonanzas. The upper parts of a number of porphyry copper deposits
Volcanic exhalative (= sedimentary exhalative)	Exhalations of hydrothermal solutions at the surface, usually under marine conditions and generally producing stratiform orebodies	Base metal deposits of Meggan, Germany; Sullivan, Canada; Mount Isa, Australia; Rio Tinto, Spain; Kuroko deposits of Japan; black smoker deposits of modern oceans. Mercury of Almaden, Spain. Solfataras deposits (kaolin + alunite), Sicily

Tabel 2      Klasifikasi endapan mineral secara genetik

<p><b>1. Magmatic:</b> ores that form by the accumulation of minerals that crystallize directly from magma.</p> <p>(a) In mafic and ultramafic rocks</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chromite and platinum-group elements (PGE) in large layered intrusions (Bushveld in South Africa, Great Dyke in Zimbabwe)</li> <li>• Chromite in ophiolites (Turkey)</li> <li>• Cu-Ni-Fe sulfide in the layered intrusions (Sudbury, Noril'sk)</li> <li>• Sulfide Ni-Cu-Fe in komatiitic lavas (Kambalda)</li> <li>• Diamonds in kimberlites</li> </ul> <p>(b) Associated with felsic intrusions</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cu ore in carbonatites (Phalabora)</li> <li>• REE, P, Nb, Li, Be etc in pegmatites</li> </ul> <p><b>2. Deposits associated with hydrothermal fluids:</b> metals are mobilized within and precipitated from hot aqueous fluids or various origins</p> <p>(a) Cu-Mo-W deposits in granitic intrusions</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deposits of the type "porphyry" (porphyry copper) (USA, Chile, Philippines)</li> </ul> <p>(b) Epigenetic deposits – minerals in veins or replacing host rocks</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cu, Zn, Pb, Mo, Ag, Au ores related to granitic rocks (Butte, Potosi)</li> <li>• "orogenic" gold deposits (Abitibi, Canada, Yilgarn, Australia)</li> <li>• Ag-Ni-Co-As-S deposits (Potosi, Bolivia; Cobalt, Canada)</li> </ul> <p>(c) Volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Precambrian deposits (Noranda, Canada)</li> <li>• Modern (Kuroko, Japan)</li> </ul> <p>(d) Deposits unrelated to magmatic activity</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pb-Zn ore in limestone (Mississippi Valley Type, USA)</li> <li>• Uranium deposits (Athabasca, Canada; Colorado, USA)</li> </ul> <p><b>3. Sedimentary deposits:</b> concentrations of detrital minerals or precipitates</p> <p>(a) SEDEX – Pb-Zn sulfides in shales (Mt Isa, Australia; Sullivan, Canada)</p> <p>(b) Cu ores in sandstones (Copperbelt of Central Africa; Kupferschiefer, Poland)</p> <p>(c) BIF (banded iron formations) (Australia, Brazil, Canada)</p> <p>(d) Evaporites, phosphatites, Li-rich brines, limestone</p> <p>(e) Placer deposits</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Placer gold in rivers (California, Australia, Brazil)</li> <li>• Ti, Zr in beach sands (Australia)</li> <li>• Diamonds in sand and gravel (South Africa)</li> </ul> <p><b>4. Deposits related to weathering</b></p> <p>(a) Al laterites – bauxite (Jamaica, France, Australia)</p> <p>(b) Ni laterite (New Caledonia)</p> <p>(c) "Supergene" ore enrichment</p> <p><b>5. Metamorphic deposits</b></p> <p>(a) Deposits in skarn (China, Scandinavia, USA)</p>
---

Sebagai contoh tabel 2 di atas memberikan gambaran klasifikasi endapan mineral berdasarkan genetiknya. Berdasarkan hal tersebut endapan mineral di bagi menjadi 5 yaitu :

1. Magmatik dimana ore terakumulasi melalui hasil kristalisasi magma. Hal tersebut dapat berasosiasi dengan pembentukan magma basa – ultrabasa menghasilkan endapan-endapan PGE (platina group elements) kromit, Ni-Cu-Fe sulfida serta intan. Dapat pula berasosiasi dengan magma felsik menghasilkan Cu ore, REE dan lainnya.
2. Endapan yang berasosiasi dengan larutan hydrothermal. Endapan tipe ini umumnya berasosiasi dengan Cu-Mo-W dalam intrusi granit, dapat berbentuk vein dan mineralisasi pada batuan samping yang disebut epigenetik deposit, VMS seperti endapan Koroko di Japan serta endapan yang tidak terkait dengan aktivitas magma seperti Pb-Zn ore di dalam batugamping serta uranium deposit yang terdapat di Amerika Serikat.
3. Endapan yang berhubungan dengan sedimentasi,
4. Endapan yang berhubungan dengan pelapukan, dan
5. Endapan yang berhubungan dengan batuan metamorf

## **BAB 3**

### **TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN**

#### **3.1 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan penelitian yang akan dicapai pada penelitian ini adalah dapat di bagi dua yaitu tujuan umum dan tujuan khusus. Tujuan umum adalah tujuan yang akan dicapai pada tahun ke-2. Sedangkan, tujuan khusus adalah menggambarkan tahap-tahapan sasaran yang ingin dicapai dari tahap pertama hingga tahap kedua.

##### **1. Tujuan Umum**

Mengetahui model cebakan mineralisasi logam Au, Cu, Pb dan Zn pada Breksi Wobudu (*Tmwv*) di Kecamatan Sumalata Timur Kabupaten Gorontalo Utara.

##### **2. Tujuan Khusus**

Tujuan yang ingin di capai pada tahun pertama :

1. Merekonstruksi tatanan geologi daerah Sumalata Timur
2. Mengetahui petrogenesa anggota batuan Breksi Wobudu di daerah penelitian

Tujuan yang ingin di capai pada tahun kedua :

3. Membuat zonasi alterasi dan mineralisasi logam Au, Cu, Pb dan Zn daerah penelitian
4. Mengetahui sebaran anomali geokimia batuan di daerah penelitian
5. Membuat model mineralisasi logam daerah penelitian

### **3.2 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Tersedianya peta geologi detail dengan skala 1:25.000 daerah penelitian. Saat ini peta geologi yang tersedia adalah peta geologi dengan skala regional yaitu 1:250.000.
2. Saat ini pemerintah melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menggalakkan nilai tambah pada produk pertambangan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi tambahan mengenai keterdapatan mineral-mineral ekonomis lainnya di daerah penelitian selain emas (Au) dan tembaga (Cu).
3. Dengan mengetahui model mineralisasi yang berkembang di daerah penelitian diharapkan dapat dijadikan data awal bagi PEMDA setempat dalam menentukan lokasi wilayah Pertambangan Rakyat (WPR) sebagai mana amanat undang-undang. Sehingga dapat memberi kepastian hukum bagi masyarakat yang menggantungkan hidupnya dari tambang rakyat.
4. Hasil penelitian ini pula dapat disosialisasikan kepada masyarakat penambang di daerah tersebut mengenai model mineralisasi emas di daerah mereka sehingga mereka tidak asal menambang tetapi mengikuti pola mineralisasi yang ada sehingga pekerjaan mereka lebih efisien dengan hasil yang melimpah.
5. Selain itu, kerusakan lingkungan juga bisa diminimalisir dengan tidak membuka hutan di daerah-daerah yang tidak memiliki potensi.

## **BAB 4**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Pendekatan Penelitian**

Pendekatan penelitian secara garis besar akan menghasilkan model mineralisasi Au yang ada di daerah Sumalata Timur khususnya pada Breksi Wobudu. Untuk menjapai tujuan tersebut ditindak lanjuti dengan melakukan penelitian lapangan, pekerjaan laboratorium, pengolahan dan analisis data serta pelaporan dan publikasi. Kegiatan tersebut di atas merupakan satu rangkaian yang tak dapat dipisahkan.

Metode geologi dan petrogenesa batuan merupakan kunci dalam mengetahui segala proses yang terjadi pada batuan mulai dari batuan terbentuk hingga menempati posisi seperti sekarang ini. Inti dari penelitian ini adalah keterampilan dalam mengamati geologi di lapangan, ketelitian dalam mengamati batuan di bawah mikroskop dan pengolahan data geokimia hasil analisa laboratorium untuk menentukan tipe mineralisasi yang berkembang di daerah penelitian. Metode geokimia yang akan dipergunakan adalah analisa XRD maupun ICP.

#### **4.2 Metode dan Prosedur Pengumpulan Data**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah perpaduan antara metode kualitatif dan kuantitatif. Tahapan penelitian ini dimulai dari studi literatur, penelitian lapangan, analisa laboratorium, pengolahan data dan pelaporan. Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan referensi-referensi yang

sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian lapangan dengan pengamatan unsur-unsur geologi, pencatatan data, pengambilan contoh batuan dan pengukuran anomali geomagnetik batuan di lapangan. Contoh batuan yang diambil di lapangan dilanjutkan dengan pekerjaan laboratorium mencakup analisis mineralogi dan geokimia. Analisis mineralogi dilakukan dengan pengamatan mineralogi penyusun batuan dengan menggunakan mikroskop polarisasi. Sedangkan, *X-ray diffraction* (XRD) dilakukan untuk mengenali mineral alterasi pada batuan. Analisis geokimia menggunakan *inductively coupled – mass spectrometry* (ICP-MS). Prosedur pengumpulan data dan pengambilan contoh batuan di lapangan dilakukan secara acak (*random sampling*) dengan tetap memperhatikan keterwakilan seluruh daerah penelitian. Pengujian sampel untuk analisis laboratorium dipilih sampel yang segar (belum mengalami pelapukan) dan sampel yang telah mengalami alterasi dan mineralisasi.

#### **4.2.1 Studi literatur**

Merupakan studi awal yang dilakukan untuk mengumpulkan informasi awal mengenai penelitian-penelitian terkait dengan penelitian yang akan dilakukan. Literatur yang digunakan adalah literatur terbaru yang bersumber dari buku-buku referensi dan jurnal-jurnal internasional dan nasional yang relevan. Studi literatur ini akan tetap dilakukan hingga tahun ke-2 untuk mengupdate informasi-informasi terbaru yang relevan. Dalam penelusuran pustaka khususnya jurnal terakreditasi dicari di [www.ebscohost.com](http://www.ebscohost.com).

#### **4.2.2 Penelitian lapangan**

Pengumpulan data-data primer dilakukan dengan mendatangi lokasi penelitian secara langsung. Lokasi penelitian terletak di Desa Buladu dan Desa Hulawa Kecamatan Sumalata Timur. Data yang diambil adalah conto batuan segar dan batuan yang termineralisasi dan teralterasi, sampel tanah (soil), vein dan sampel konsetrat dulang. Ploting posisi pengamatan dan pengambilan sampel ke dalam peta dasar menggunakan GPS. Pengamatan dan pengukuran data-data geologi permukaan seperti data geomorfologi, data litologi/stratigrafi, data struktur geologi dan sumberdaya mineral. Pekerjaan ini difokuskan selesai pada tahun ke-1, tetapi anggaran yang diajukan hanya setengahnya yang terelisasi sehingga pada tahun ke-2 akan tetapi dilanjutkan dengan pengambilan data-data lapangan.

#### **4.2.3 Pekerjaan laboratorium**

Pekerjaan laboratorium dilakukan 2 tahap yaitu analisis mineralogi dan mineragrafi dengan menggunakan mikroskop polarisasi dan analisis geokimia dengan metode XRD dan ICP-MS. Contoh batuan yang diambil di lapangan kemudia dipilah/disortir berdasar keterwakilan semua daerah penelitian, perbedaan jenis batuan, batuan yang mengalami alterasi dan mineralisasi. Contoh batuan terlebih dahulu dipreparasi berdasarkan pengamatan/analisis yang akan kita lakukan. Untuk pengamatan mineral tembus cahaya dilakukan pengamatan petrografi dengan menggunakan mikroskop polarisasi preparasi yang dilakukan dalam bentuk sayatan tipis (*thin section*). Untuk pengamatan mineral biji yang tak

tembus cahaya (mineral logam) dilakukan pengamatan mineragrafi dengan menggunakan mikroskop refleksi preparasinya yang dibuat adalah sayatan poles.

Pekerjaan laboratorium untuk preparasi sampel dan pengamatan mineral biji menggunakan mikroskop dilakukan di laboratorium petrografi Universitas Hasanuddin (laboratorium milik TPM). Pekerjaan laboratorium ini sangat tergantung contoh batuan yang diambil pada tahap penelitian lapangan. Sekitar 60% pekerjaan ini dirampungkan pada tahun ke-1 sisanya akan diselesaikan pada tahun ke-2.

Pengamatan mineral ubahan atau alterasi dilakukan dengan menggunakan XRD seperti jenis mineral lempung, jenis mineral bijih (logam) dan *gangue* mineral. Adapun prosedur dalam analisa ini adalah terlebih dahulu contoh batuan dibuat dalam bentuk bubuk sekitar 250 mesh, kemudian sampel dipreparasi dan selanjutnya dimasukkan ke dalam alat XRD untuk dianalisa. Analisis ini dilakukan di Laboratorium Fisika UNG. Analisis XRD direncanakan rampung pada tahun ke-2 .

Setelah dilakukan analisis mineralogi baik menggunakan mikroskop dan XRD, selanjutnya akan dilakukan analisis geokimia dengan menggunakan ICP-MS. Metode ini dilakukan untuk menunjang data pengamatan sebelumnya. Metode ICP-MS ini dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia batuan yang ada di lokasi penelitian. Peneliti memilih metode ICP-MS ini karena memiliki beberapa keunggulan yaitu biayanya relatif murah, dapat mendeteksi kandungan unsur hingga ppb, unsur yang dideteksi lebih banyak ( $\pm 30 - 40$  unsur). Analisis geokimia ini direncanakan dilakukan di laboratorium komersial "The Actlabs

Canada” berdasarkan rekomendasi dari TPM yang telah sering menggunakan jasa laboratorium tersebut untuk kepentingan riset. Jika peneliti kesulitan dalam analisa di tempat tersebut maka akan dilakukan di laboratorium PT. Intertek Jakarta dengan tanpa mengurangi mutu yang diharapkan. Analisis geokimia direncanakan sudah mulai dikerjakan pada tahun ke-2.

#### ***4.2.4 Pengolahan dan analisis data***

Pengolahan data dilakukan secara bertahap disesuaikan dengan data yang telah dikumpulkan. Pada tahap awal dilakukan pembuatan peta dasar dengan menggunakan peta rupa bumi (RBI) Indonesia terbitan Bakosurtanal dengan menggunakan perangkat lunak Arc Gis 10. Peta yang dihasilkan akan digunakan sebagai peta dasar untuk survey lapangan.

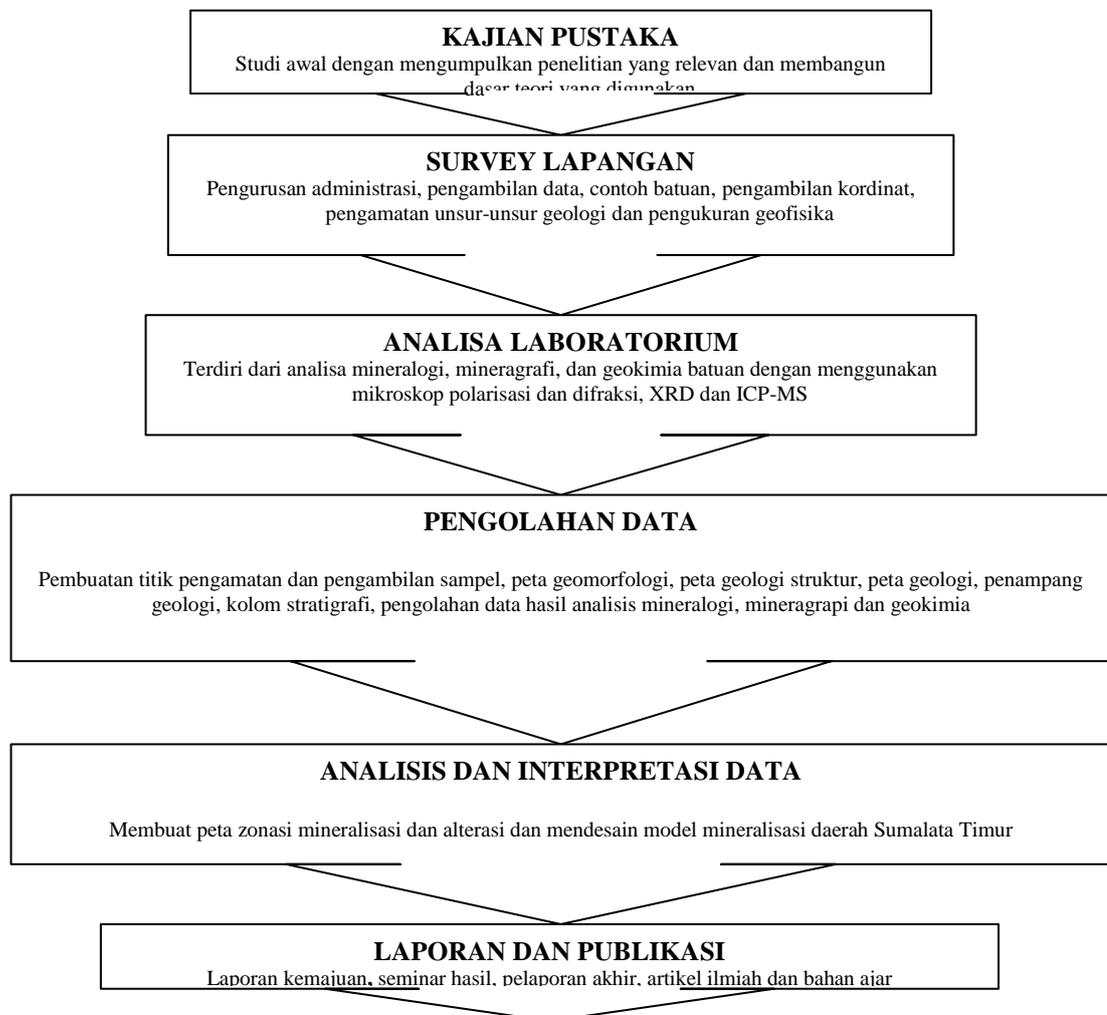
Setelah data-data lapangan terkumpul dilanjutkan dengan pembuatan peta-peta tematik seperti peta lintasan dan kerangka geologi, peta geomorfologi, peta geologi, peta struktur geologi dan kolom stratigrafi daerah penelitian. Peta dan data-data yang dihasilkan dalam penelitian lapangan seperti contoh batuan, dokumentasi, hasil pengukuran kedudukan batuan, pengukuran kekar, lipatan dan sesar) kemudian dikompilasi dengan data hasil pekerjaan laboratorium dan dianalisa guna menghasilkan laporan penelitian.

#### ***4.2.5 Laporan dan publikasi***

Laporan terdiri dari laporan kemajuan pekerjaan dan laporan tahunan. Format laporan disusun berdasarkan panduan pelaksanaan penelitian edisi IX

tahun 2013. Selain laporan, Target luaran seperti jurnal terakreditasi nasional dan buku ajar diharapkan dapat dihasilkan pada tahun ke-2.

Pada tahun pertama ini penelitian difokuskan pada pengumpulan data lapangan dan analisa petrografi dan mineragrafi. Hal ini disesuaikan dengan besaran anggaran yang disetujui. Inti dari penelitian ini yaitu membuat model, jurnal dan buku ajar akan diselesaikan pada tahap akhir.



Gambar 3 Diagram Alir Kegiatan Penelitian

## **BAB 5**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **5.1 HASIL PENELITIAN**

##### **5.1.1 Keadaan Geografis dan Kependudukan**

Secara administratif daerah penelitian terletak di Desa Buladu dan sekitarnya Kecamatan Sumalata Timur Kabupaten Gorontalo Utara Propinsi Gorontalo. Wilayah penelitian dapat dicapai dari Kota Gorontalo ke Desa Buladu dengan kendaraan bermotor roda empat sejauh 160 km dengan waktu tempuh sekitar 3 jam. Untuk mencapai daerah penelitian dapat dicapai dengan jalan kaki.

Penduduk yang bermukim di daerah ini terdiri dari berbagai suku diantaranya suku Gorontalo dan pendatang dari suku bugis, makassar, sangir dan jawa. Mata pencaharian umumnya hidup dari bidang pertanian, perikanan, berdagang, pertambangan rakyat dan sebagian lagi sebagai pegawai negeri. Penduduk setempat mayoritas beragama Islam dan selebihnya beragama kristen.

Iklim di daerah ini adalah beriklim tropis, yang ditandai oleh adanya perbedaan dua musim. Musim panas berlangsung dari bulan April sampai September, sedangkan musim hujan berlangsung dari bulan Oktober sampai Maret.

##### **5.1.2 Morfologi Daerah Penelitian**

Daerah penelitian merupakan daerah perbukitan yang termasuk dalam kawasan hutan produksi dan areal penggunaan lain. Morfologi ini dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai areal perkebunan seperti jagung, cengkeh, kelapa dan

durian. Selain itu, di tempat-tempat tertentu dimanfaatkan sebagai lokasi tambang rakyat. Berdasarkan morfologinya daerah penelitian dapat dibagi menjadi 3 satuan morfologi yaitu morfologi pegunungan, morfologi perbukitan dan dataran.

Morfologi pegunungan mempunyai sifat relief topografi yang tinggi, tekstur kasar, lereng topografi yang terjal, batuan penyusunnya adalah batuan gunungapi dan batuan beku, menyebar di bagian utara setempat di bagian tengah dengan penyebaran barat – timur. Puncak pegunungan adalah Huido Motuluo (1.330 mdpl). Pola aliran sungainya berpola dendritik. Sungai mempunyai bentuk lembah yang sempit, stadia sungai yang berkembang adalah stadia muda.

Morfologi daerah perbukitan mempunyai sifat – sifat relief topografi sedang - agak tinggi dan tekstur sedang - agak terjal. Batuan penyusunnya adalah batuan sedimen dan batuan beku, sebarannya mendominasi daerah bagian tengah. Puncak – puncak bukitnya adalah Huido Kiki (678 mdpl) dan Huido Polahenti (892 mdpl). Pola aliran dendritik dan beberapa tempat berpola trellis. Sungai pada wilayah ini mempunyai bentuk lembah yang relatif lebar, namun erosi vertikal yang masih tinggi daripada erosi lateral, sehingga stadia sungai yang berkembang menunjukkan stadia muda menjelang dewasa.

Morfologi daerah pedataran mempunyai sifat – sifat relief topografi sangat rendah tekstur topografi halus. Batuan penyusunnya adalah endapan Alluvium yang terdiri dari material lepas, merupakan hasil pelapukan batuan yang lebih tua, berukuran lempung sampai bongkah. Sebarannya di bagian utara yang merupakan endapan sungai dan pantai yang berupa perkebunan dan pemukiman penduduk. Pola aliran sungai yang berkembang adalah pola dendritik dengan bentuk lembah

yang lebar dan datar, erosi lateral cenderung mendominasi dan terbentuk meander (belokan sungai), sehingga sungainya menunjukkan stadia sungai tua.

Berdasarkan hasil analisis geomorfologi di daerah penelitian dapat dibagi menjadi 3 satuan geomorfologi. Pembagian tersebut berdasarkan kenampakan morfologi dan proses-proses geomorfologi yang berlangsung di daerah tersebut. Adapun pembagian satuan geomorfologi di daerah tersebut adalah satuan pedataran aluvial, satuan perbukitan denudasi dan satuan perbukitan vulkanik.

**a. *Satuan Pedataran Aluvial***

Satuan geomorfologi pedataran dapat dijumpai di sepanjang pantai Sumalata yang memanjang ke arah barat. Umumnya diperuntukkan sebagai pengembangan pemukiman serta areal persawahan dan perkebunan. Luas daerah ini sekitar 2,98 km<sup>2</sup>.

Umumnya disusun oleh batuan aluvial yang dihasilkan dari aktivitas sungai dan laut. Endapan pantai yang terdapat di sepanjang pantai Sumalata umumnya didominasi oleh sedimen dari darat. Erosi dan sedimentasi di daerah ini cukup tinggi yang diakibatkan oleh aktivitas penambangan dan pembukaan lahan oleh warga setempat.

Masyarakat memanfaatkan daerah ini sebagai areal pemukiman, perkantoran, perkebunan seperti cengkeh, kelapa, durian dan jagung dan persawahan. Di sekitar sungai dan pantai terdapat aktivitas penambangan emas (pendulangan) dan sirtu. Khususnya di Sungai Hulawa air sungainya tidak pernah jernih diakibatkan aktivitas penambangan rakyat di sepanjang sungai tersebut.

***b. Satuan Perbukitan Denudasi***

Satuan perbukitan denudasi menempati sekitar 18,37 km<sup>2</sup> terletak di sebelah selatan satuan pedataran aluvial. Menyempit di sebelah timur dan melebar di sebelah barat. Daerah ini umumnya dimanfaatkan sebagai areal penambangan rakyat (PETI). Aktivitas ini telah dilakukan oleh masyarakat secara turun temurun dengan mempergunakan peralatan sederhana. Daerah ini telah dikenal sejak zaman Belanda, terbukti dengan dijumpainya beberapa terowongan bekas penambangan serta sisa hasil penambangan yang menumpuk di Desa Hulawa (dikenal dengan “Lokasi Lama”).

Daerah ini umumnya disusun oleh tufa dan breksi vulkanik dengan tekstur klastik dan berwarna coklat muda hingga coklat tua. Di beberapa tempat dijumpai adanya longoran dan aktivitas pengikisan oleh air. Masyarakat setempat menggunakan areal ini sebagai perkebunan cengkeh, kelapa dan durian selain sebagai tempat penambangan emas.

***c. Satuan Perbukitan Vulkanik***

Satuan ini menempati luas area sekitar 21 km<sup>2</sup> yang terletak dibagian selatan dari satuan perbukitan denudasional. Umumnya wilayah ini masuk dalam kawasan hutan konversi dan hutan produksi terbatas. Disusun oleh batuan beku andesit dan batuan vulkanik. Memiliki ketinggian hingga 660 mdpl. Sungai-sungai yang mengalir di daerah ini adalah Sungai Kiki dan Sungai Buladu.

Di daerah ini tidak dijumpai adanya aktivitas penduduk yang memanfaatkan hutan. Di kategorikan sebagai satuan vulkanik karena masih

memperlihatkan ciri vulkanik seperti bentuk puncak mengkerucut, lava serta material vulkanik.

### 5.1.3 Kegiatan Lapangan

Daerah penelitian yang memiliki morfologi perbukitan yang terletak di kaki Gunung Mohenti di Kecamatan Sumalata Timur memiliki medan yang berat untuk di lalui. Lokasi penelitian sebagian besar harus dijangkau dengan berjalan kaki. Foto 1 di bawah ini memperlihatkan morfologi perbukitan dibagian utara dan pegunungan di bagian selatan. Nampak aktivitas masyarakat Desa Hulawa dan Buladu yang mendirikan tenda-tenda sebagai tempat untuk menambang. Aktivitas ini telah berjalan cukup lama dan turun temurun dilakukan oleh masyarakat setempat.



Foto 1 Kenampakan morfologi daerah penelitian dimana ditereng Gunung Mohenti tersebar penambang rakyat di foto ke arah selatan



Foto 2 Kenampakan morfologi pedataran yang sempit dengan latar belakang Laut Sulawesi di foto ke arah utara



Foto 3 Sungai Kiki merupakan sungai utama yang mengalir di daerah penelitian, untuk mencapai lokasi penelitian terlebih dahulu harus menyeberangi sungai tersebut

Sungai Kiki adalah salah satu sungai yang mengalir di daerah penelitian lebar sungai sekitar 20 meter. Jika hujan turun sungai ini sulit untuk dilewati sebab memiliki arus yang deras. Sungai ini merupakan sungai permanen, sumber air penduduk Desa Buladu di ambil dari sungai ini. Setelah kita menyeberangi sungai ini kita dapat melihat banyaknya aktivitas penambangan rakyat. Mereka menggali dengan alat sederhana dengan tingkat pengamanan yang minim. Aturan mengenai kepemilikan lahan, pembuangan limbah, pembukaan lahan serta silih bergantinya penduduk dari desa lain masuk ke lokasi ini membuat daerah ini sangat rawan. Di tempat ini terkadang terjadi longsoran lubang tambang, pencemaran lingkungan dan konflik antar warga.



Foto 4 Sungai Buladu yang mengalir di Desa Hulawa sepanjang tahun airnya tidak pernah jernih yang diakibatkan limbah penambangan rakyat

Aktivitas penambangan di daerah ini telah dilakukan sejak zaman Belanda. Hal ini dapat dibuktikan dengan ditemukannya sisa-sisa penggalian dan penambangan yang dilakukan pada zaman itu. Selain bekas terowongan dijumpai pula tailing (limbah hasil pengolahan) yang dapat dijumpai di Dusun Pasolo (foto 6). Dijumpai pula batuan yang berukuran seragam yang diduga material buangan pada saat pembuatan terowongan (foto 7).

Batuan penyusun daerah ini adalah batuan beku yang bersifat intermedit sampai basa. Umumnya telah termineralisasi berupa pirit, kalkopirit, malasit serta hematit di beberapa tempat dijumpai vein kalsit dan kuarsa. Batuan yang banyak dijumpai adalah andesit hingga andesit porpiri. Batuan ini kontak dengan tufa yang merupakan batuan vulkanik yang terletak di atasnya yang berumur Miosen. Andesit dan tufa masih merupakan anggota Formasi Breksi Wobudu.

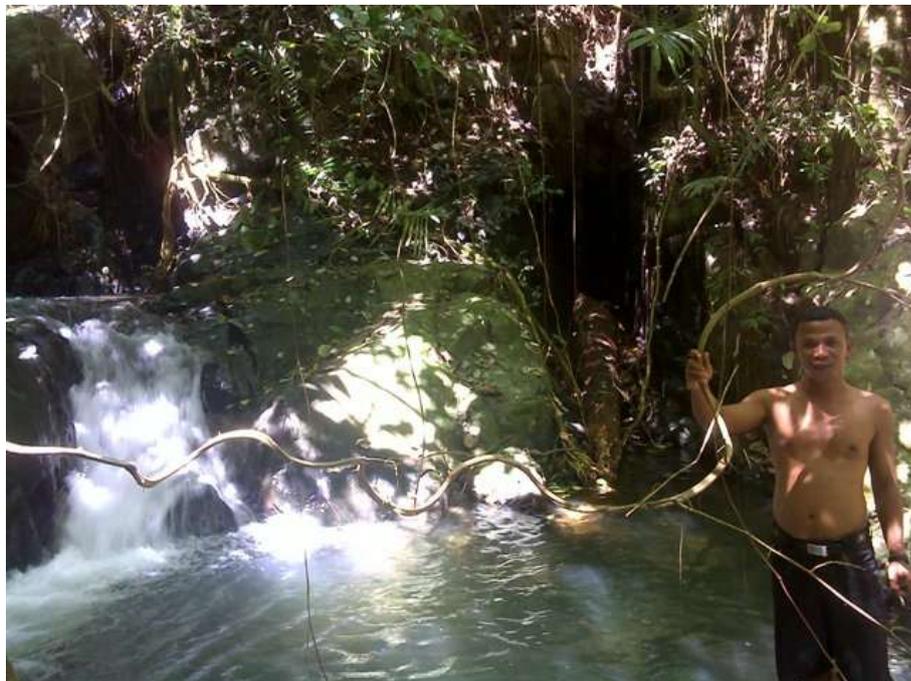


Foto 5 Kenampakan lubang bekas penggalian Belanda di Sungai Kiki dikenal oleh masyarakat setempat dengan gunung tembaga



Foto 6 Kenampakan material buangan Belanda pada saat pembuatan terowongan yang terletak di Dusun Pasolo Desa Hulawa



Foto 7 Limbah pengolahan emas di Desa Pasolo hasil peninggalan Belanda yang masih mengandung Fe, Au, Cu, Pb dan unsur lain yang masih bisa dimanfaatkan



Foto 8 Kenampakan rumah-rumah penambang rakyat yang terletak di Desa Hulawa

Masyarakat di daerah ini telah melakukan penambangan cukup lama hal dapat dilihat dari model bangunan mereka yang semi permanen. Kedalaman lubang bervariasi dari puluhan meter hingga ratusan meter. Di daerah ini juga terdapat perusahaan yang memiliki izin yaitu PT. Makale Toraja Mining yang beroperasi sejak tahun 2009 hingga sekarang. Hingga saat ini hubungan antara perusahaan dengan penambang rakyat terjalin dengan baik.

#### **5.1.4 Kegiatan Laboratorium**

Sampel yang diambil di lapangan harus segar dan tidak terkontaminasi dengan material hasil pelapukan. Memiliki ukuran sekepalan tangan dan memperhatikan alterasi dan mineralisasi yang terdapat pada batuan. Gambar di bawah ini memperlihatkan contoh batuan yang di ambil di lapangan dan siap untuk di preparasi.



Foto 9 Beberapa contoh batuan yang diambil di lapangan dan siat untuk dipreparasi sayatan tipis dan sayatan poles yang selanjutnya sampel tersebut diamati di bawah mikroskop polarisasi



Foto 10 Pembuatan preparasi sayatan tipis dan sayatan poles sebelum diamati dengan menggunakan mikroskop polarisasi



Foto 11 Mikroskop yang digunakan dalam pengamatan petrografi dan mineragrafi

Cara pembuatan preparasinya yaitu dengan memotong batuan sesuai ukuran preparat yang digunakan. Untuk menghasilkan preparat sayatan tipis sampel tersebut dipoles hingga berukuran 0,03 mm. Jika terlalu tebal sampel tersebut tidak layak untuk diamati sebab sifat optis mineral tidak sempurna. Sedangkan, untuk sayatan poles sampel dipotong dengan ukuran tertentu dan hanya satu sisinya saja yang dihaluskan.

Dalam pengamatan petrografi dan mineragrafi mikroskop yang digunakan sama yaitu mikroskop polarisasi. Perbedaan pengamatn tersebut terletak pada jenis cahaya yang digunakan. Untuk pengamatan petrografi cahaya yang digunakan adalah dari bawah dan dipolarisasikan melalui kondensor. Jenis mineral yang diamati adalah mineral non logam. Sedangkan, pengamatan mineragrafi dilakukan dengan menggunakan cahaya atas. Jenis mineral yang diamati adalah mineral logam.

## **5.2 PEMBAHASAN**

### **5.2.1 Geologi daerah penelitian**

Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dijumpai 2 jenis batuan yang mendominasi daerah penelitian, yaitu andesit dan tufa. Kedua jenis batuan ini dijumpai secara selaras dimana tufa dijumpai berada di atas andesit. Hal ini menunjukkan bahwa umur tufa lebih muda dibandingkan dengan andesit.

Selain itu, di daerah penelitian juga banyak dijumpai ubahan-ubahan mineral yang diduga akibat aktivitas hidrothermal (larutan sisa). Seperti di daerah Pasolo, Kelapa Dua, Padengo hingga lokasi lama dijumpai warna tanah yang kemerahan yang diakibatkan oleh oksidasi mineral-mineral yang kaya besi.

Dijumpai pula adanya rekahan-rekahan batuan yang terisi oleh mineralisasi yang di sebut vein. Vein inilah yang banyak mengandung mineral-mineral ekonomis seperti emas, tembaga, perak, alumunium, zeng dan lainnya.

Vein ini terbentuk akibat rekahan yang berkembang pada batuan akibat gaya. Biasanya rekahan ini terbentuk akibat pola struktur yang berkembang di daerah penelitian. Daerah ini banyak dipengaruhi oleh subduksi yang ada di sebelah utara yang menunjam ke selatan. Hal ini memberikan pengaruh besar dalam terbentuknya batuan vulkanik dan mineralisasi di daerah ini.



Foto 12 Kenampakan vein kuarsa yang teroksidasi dijumpai di daerah Lasambo dengan veinlet berupa kalkopirit dan mineral sulfida lainnya



Foto 13 Kenampakan bekas lubang masyarakat yang telah ditinggalkan

Stratigrafi daerah penelitian diurutkan berdasarkan umurnya dari tua ke muda sebagai berikut :

### **1. Satuan andesit**

Satuan batuan andesit dijumpai tersingkap sebagai batuan intrusif yang dapat dikenali dengan sifatnya yang pejal dan berwarna abu-abu. Merupakan kelompok batuan beku yang memiliki tekstur porfiro afanitik – afanitik. Komposisi mineral utamanya sulit dikenali sebab kenampakan yang halus, tetapi jika dilihat dari warnanya dapat dikenali bahwa batuan tersebut bersusunan andesitik (intermedit). Batuan ini mengalami mineralisasi dengan dijumpainya mineral pirit – kalkopirit – kuarsa yang membentuk veinlet-veilet dan mengisi ruang antar rekahan.



Foto 14 Kenampakan singkapan andesit di daerah Lasambo



Foto 15 Kenampakan singkapan andesit yang terdapat terowongan Belanda yang dikenal dengan terowongan Berg



Foto 16 Kenampakan singkapan andesit yang terdapat terowongan Berg yang memperlihatkan bekas bor sebagai tempat memasukkan bahan peledak

Di daerah ini juga dijumpai terowongan Belanda yang belum sempat dikerjakan. Hal ini dapat dilihat dari bekas-bekas bor pada batuan yang diduga merupakan tempat untuk memasukkan bahan peledak.

Di daerah Kelapa Dua dijumpai singkapan andesit yang mengalami pelapukan mengulit bawang (*Spheroidal Weathering*) yang menunjukkan bahwa batuan ini banyak mengandung plagioklas. Warna kemerahan dan coklat tua pada batuan tersebut adalah mineral oksida.



Foto 17 Kenampakan singkapan andesit yang mengalami pelapukan mengulit bawang



Foto 18 Kenampakan warna soil pada batuan andesit yang mengalami pelapukan

Berdasarkan hasil pengamatan petrografi batuan andesit yang ada di daerah penelitian dapat dibedakan menjadi andesit dan trakit. Andesit dan trakit merupakan batuan beku lelehan yang bersifat intermedit - basa. Perbedaan dari kedua batuan ini adalah komposisi kandungan plagioklas dan ortoklas dengan kandungan kuarsa kurang. Trakit memiliki komposisi kuarsa kurang dari 5 persen yang bersifat lebih basa dibandingkan andesit.

Sampel andesit yang diambil di lokasi PHP 06 berwarna transparan hingga kecoklatan, ukuran mineral <math><10\mu\text{m}</math>-518 $\mu\text{m}</math>, bentuk mineral subhedral sampai anhedral, warna interferensi abu-abu kecoklatan hingga kehitaman, tekstur kristalinitas hipokristalin, granularitas faneroporfiritik, relasi inequigranular, komposisi mineral primer terdiri dari plagioklas dan massa dasar. Mineral sekunder terdiri dari hornblende, serisit, mineral lempung, dan mineral opak.$

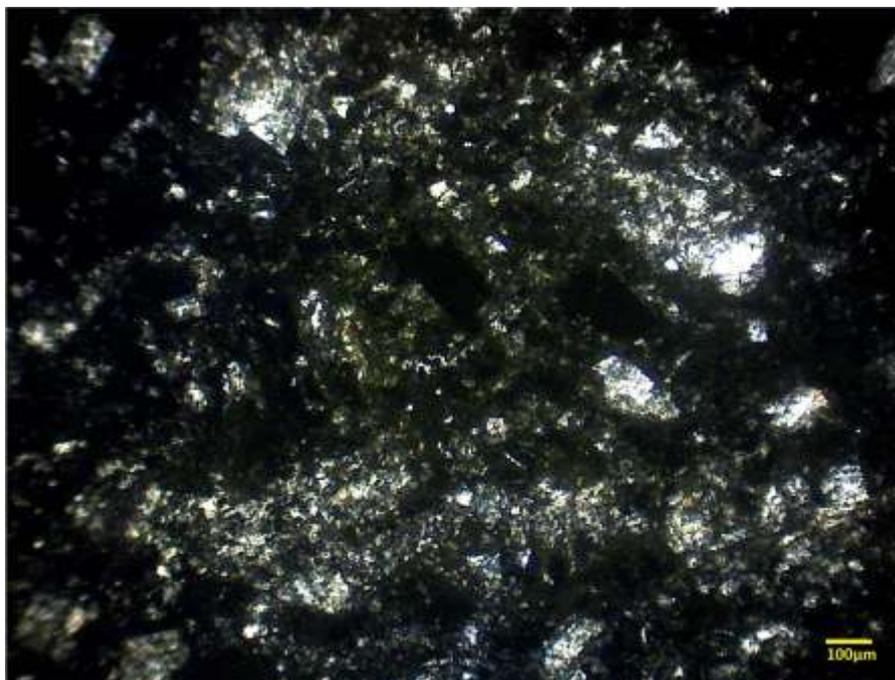


Foto 19 Kenampakan sayatan tipis andesit dengan komposisi utama plagioklas dan massa dasar (nikol silang)

Sedangkan, contoh batuan yang diambil di lokasi PHP 04 dalam pengamatan petrologi disebutkan sebagai andesit tetapi setelah diamati secara petrografis memperlihatkan komposisi kursor lebih kecil dari 5 persen batuan tersebut adalah trakit. Sayatan batuan ini berwarna transparan hingga kecoklatan, ukuran mineral <math><10\mu\text{m}</math>-<math>599\mu\text{m}</math>, bentuk mineral subhedral sampai anhedral, warna interferensi abu-abu kecoklatan hingga kehitaman, tekstur kristalinitas hipokristalin, granularitas faneroporfiritik, relasi inequigranular, komposisi mineral primer terdiri dari plagioklas dan massa dasar. Mineral sekunder terdiri dari mineral lempung, serisit, dan mineral opak.

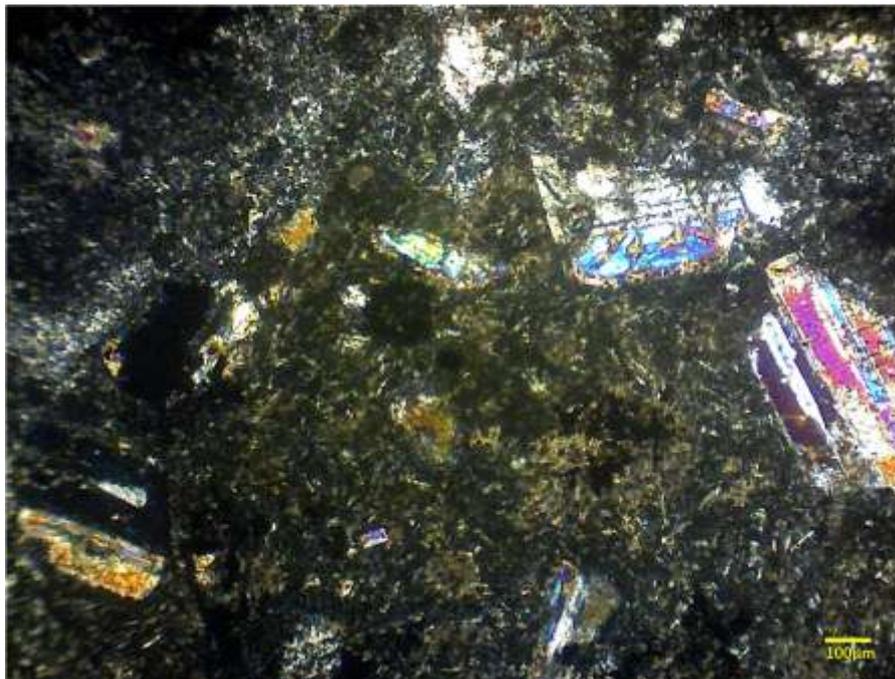


Foto 20 Kenampakan sayatan tipis trakit dengan komposisi utama plagioklas, dengan sedikit kursor dan massa dasar (nikol silang)

## 2. Satuan tufa

Satuan tufa umumnya terletak dibagian atas dari satuan andesit. Dapat dikenali dengan warna coklat kekuningan dan dibeberapa tempat terdapat oksidasi

dengan warna kemerahan. Umumnya berlapis dengan kedudukan N125°E/45°SW. Ketebalan perlapisan bervariasi antara 5 – 20 cm. Berbutir halus hingga kasar dengan porositas baik.



Foto 21 Kenampakan singkapan tufa dengan warna coklat kekuningan dengan oksidasi yang berwarna merah

Pada batuan ini pula dijumpai adanya alterasi dan mineralisasi. Jenis alterasi yang berkembang adalah kaolinisasi dan kloritisasi. Dimana mineral-mineral plagioklas yang ada pada batuan berubah menjadi kaolin. Selain itu, dijumpai pula mineralisasi yang berbentuk vein. Biasanya searah dengan perlapisan batuan dengan ketebalan sekitar 2 – 5 cm. Mineralisasi tersebut berupa pirit, kalkopirit, hematit, galena dengan membawa emas dan perak.



Foto 22 Kenampakan singkapan tufa yang berlapis dengan ketebalan bervariasi

Sayatan batuan ini berwarna transparan hingga kecoklatan, ukuran mineral <math><10\mu\text{m}</math>-<math>349\mu\text{m}</math>, bentuk mineral subhedral sampai anhedral, warna interferensi abu-abu kecoklatan hingga kehitaman, tekstur kristalinitas hipokristalin, granularitas faneroporfiritik, relasi inequigranular, komposisi mineral primer terdiri dari feldspar dan massa dasar. Mineral sekunder terdiri dari biotit sekunder, serisit, mineral lempung, dan mineral opak. Berdasarkan penamaan batuan oleh Pettijohn, 1975 berdasarkan komposisi mineral utamanya batuan tersebut adalah crystal tuff.

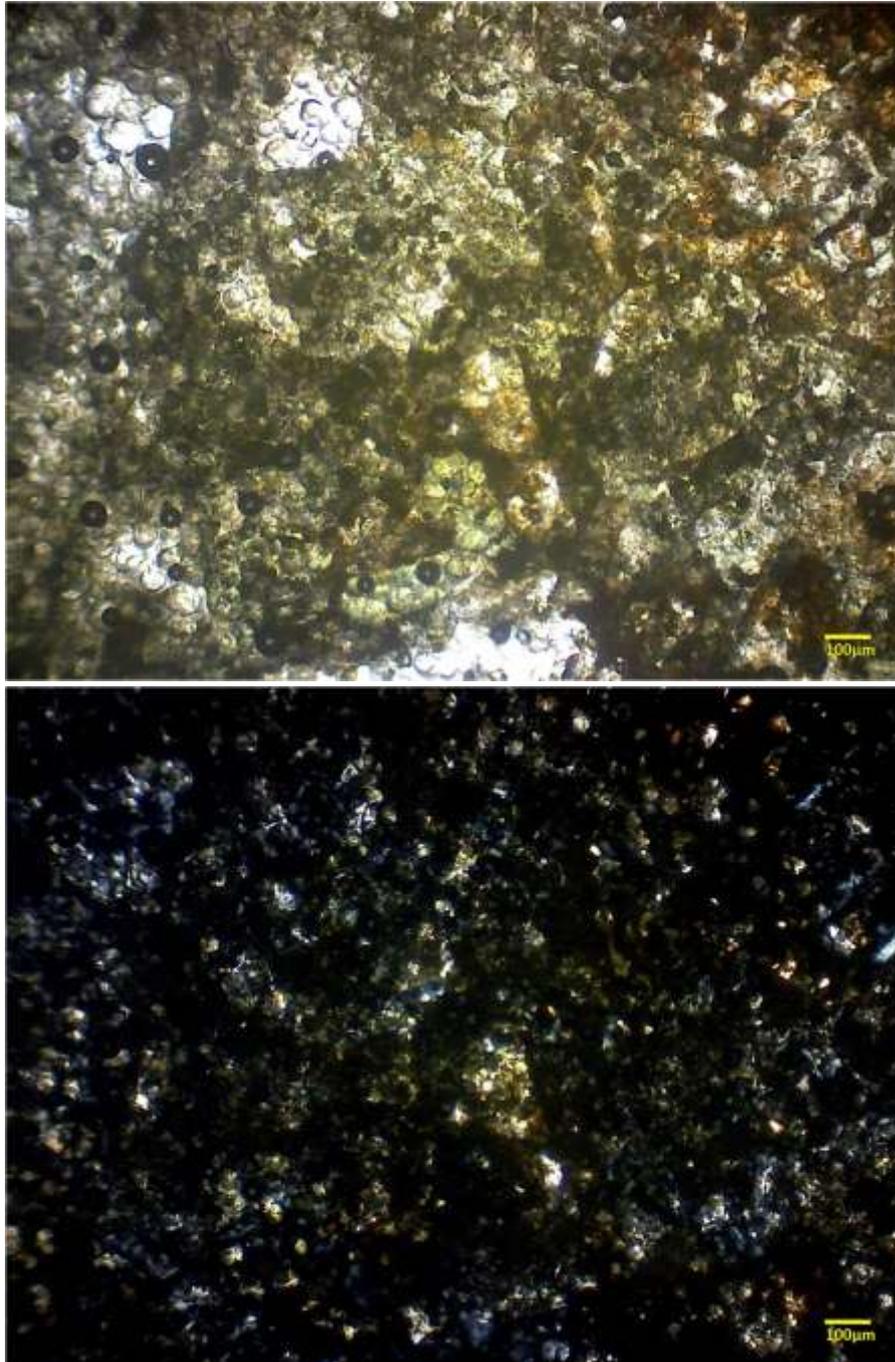


Foto 23 Kenampakan batuan tufa di bawah mikroskop, dengan komposisi utama feldspar, massa dasar, biotit, serisit, lempung dan mineral opak. Nikol sejajar (atas), nikel silang (bawah)

Tabel 3 Komposisi mineral utama dan mineral alterasi yang teramati dalam pengamatan petrografi sampel batuan yang berasal dari daerah penelitian

No.	Kode Sampel	Nama Batuan	Komposisi Mineral	Mineral alterasi
1	C 5. 1	Latite	Sanidin, Plagioklas, Masadasar glass	Min. Karbonat, min lempung, klorit, serisit,min. Opak
2	C 43	Trachyte	alkali feldspar, plagioklas, masadasar glass	kuarsa, serisit, mineral lempung, mineral opak
3	HI. 01	Quartz- Latite	alkali feldspar, kuarsa, masadasar glass	kuarsa, alunit, mineral lempung, mineral opak
4	HI. 03	Lithic Tuff	Lithic, Crystal, glass volc.	Min. Karbonat, serisit,min. Opak
5	5.1	Trachyte	Ortoklas, masadasar glass	Min. Karbonat, serisit,min. Opak
6	5.2	Trachyte	Ortoklas, plagioklas, masadasar glass	Min. Karbonat, serisit,min. Opak
7	PHP 2.1	Lithic Crystal Tuff	Lithic, Crystal, glass volc.	kuarsa, klorit, min. Lempung, min. Opak.
8	PHP 2.2	Andesite	plagioklas, alkali feldspar, masadasar gelas	kuarsa, klorit, min. Lempung, min. Opak.
9	PHP 04	Trachyte	Ortoklas, plagioklas, masadasar glass	Min. Karbonat, serisit,min. Opak
10	PHP 06	Andesite	plagioklas, alkali feldspar, masadasar gelas	serisit, min lempung, min opak
11	PHP 25	Crystal Lithic Tuff	Crystal, litik, masadasar gelas	biotit, serisit, mineral lempung, min. Opak.

### 5.2.2 Alterasi dan Mineralisasi

Daerah Gorontalo Utara khususnya Kecamatan Sumalata memiliki potensi sumber daya mineral ekonomis seperti emas dan tembaga. Hal ini dapat dilihat dengan banyaknya masyarakat yang melakukan penambangan emas di daerah ini

secara ilegal. Selain masyarakat, ada pula 2 perusahaan swasta nasional yang memiliki IUP eksplorasi di daerah ini. Hal tersebut menambah daya tarik tersendiri untuk meneliti tipe dan model endapan emas dan tembaga di daerah Sumalata.

Untuk mengetahui jenis mineralisasi dan alterasi yang terbentuk di daerah penelitian pada tahap pertama ini dilakukan analisis petrografi dan mineragrafi. Selanjutnya, pada tahap kedua nantinya akan dilanjutkan dengan analisis lebih mendalam yaitu geokimia batuan. Jenis alterasi yang dijumpai di daerah penelitian berdasarkan pengamatan petrografi adalah silisifikasi, kloritisasi, kaolinisasi dengan kehadiran mineral karbonat. Sedangkan, mineralisasi yang dijumpai adalah Cu, Fe, Zn, Au, Co dan Mo.

Mineralisasi Cu hadir dalam bentuk mineral copper, kalkopirit, kovalit, kalkosit dan bornit. Mineralisasi Fe dijumpai dalam bentuk pirit, magnetit, markasit dan arsenopirit. Mineralisasi Zn dijumpai dalam bentuk mineral spalerit. Mineralisasi Co hadir dalam bentuk mineral kobalit. Mineralisasi Mo hadir dalam bentuk molibdenit. Semua mineral tersebut merupakan kelompok mineral sulfida.

1. Copper (Cu)

Berwarna coklat, isotropic, bentuk subhedral-anhedral.

2. Chalcopyrite ( $\text{CuFeS}_2$ )

Chalcopyrite tersebar berbentuk anhedral berwarna kuning, permukaan mineral tidak rata, isotrop, intergrowth dengan pyrite dan copper.

3. Sphalerite ( $\text{ZnS}$ )

Sphalerite berwarna abu-abu, isotrop, internal refleksi kecoklatan.

4. Arsenopyrite ( $\text{FeAsS}$ )

Berwarna putih, berbentuk prismatic dan rhombohedral, anisotrop dan internal refleksi yang tidak tampak.

5. Pyrite ( $\text{FeS}_2$ )

Berwarna putih kekuningan, lebih terang daripada chalcopyrite, memiliki bentuk kubik sebagian subhedral, isotrop.

6. Magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )

Berwarna abu-abu, subhedral pada bagian tepi.

7. Marcasite ( $\text{FeS}_2$ )

Berwarna putih hingga kekuningan, anisotrop, tekstur lamellar.

8. Emas (Au)

Emas berwarna kuning terang, isotrop dengan pemadaman yang tidak sempurna, internal refleksi tidak terlihat. Berbentuk butiran tunggal dan berasosiasi dengan mineral sulfida berupa pyrite dan chalcopyrite.

9. Molybdenite ( $\text{MoS}_2$ )

Berwarna putih, anisotrop, tekstur flakes.

10. Covelite ( $\text{CuS}$ )

Covelite berwarna biru laut, anisotrop, bentuk subhedral-anhedral.

11. Realgar ( $\text{AsS}$ )

Berwarna merah kekuningan, anisotrop, bentuk anhedral mengisi vug.

12. Tenantite-Tetrahedrite ( $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ - $\text{Cu}_{12}\text{SbS}_{13}$ )

Tenantite berwarna abu-abu, tetrahedrite berwarna abu-abu kecoklatan, isotropic.

13. Cobaltite (CoAsS)

Cobaltite berwarna putih keabu-abuan, anisotropy, bentuk subhedral.

14. Bornite (Cu<sub>5</sub>FeS<sub>4</sub>)

Bornite berwarna pink keunguan, isotrop.

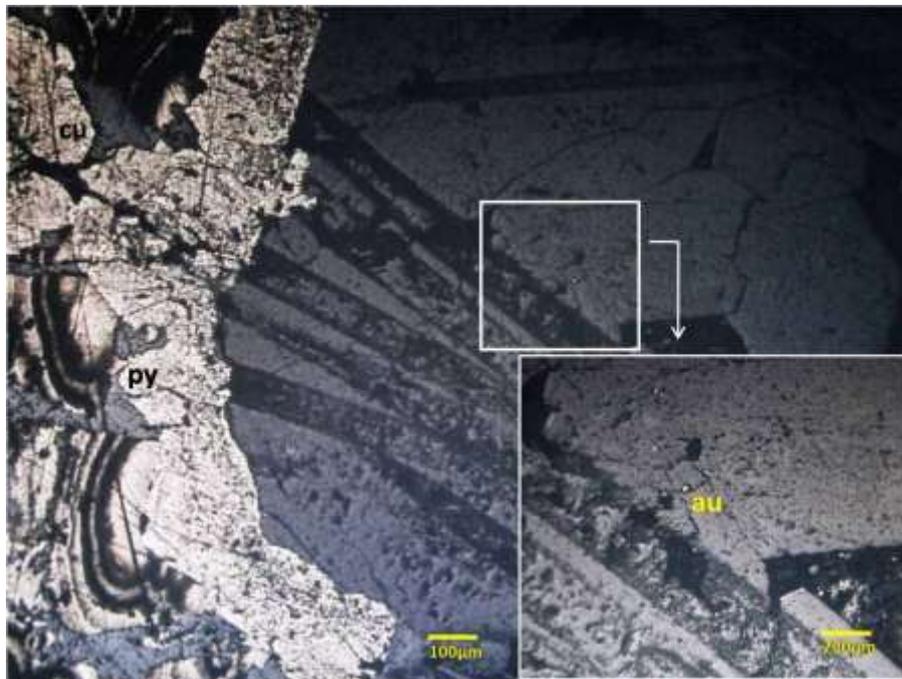


Foto 24 Fotomikroskopis sayatan poles H.I 04 A, yang memperlihatkan mineral pyrite (py), copper (cu), dan emas (Au)



Foto 25 Fotomikroskopis sayatan poles HI 05, yang memperlihatkan mineral copper (cu), chalcopyrite (cp), sphalerite (sph), arsenopyrite (apy), dan molybdenite (mo)

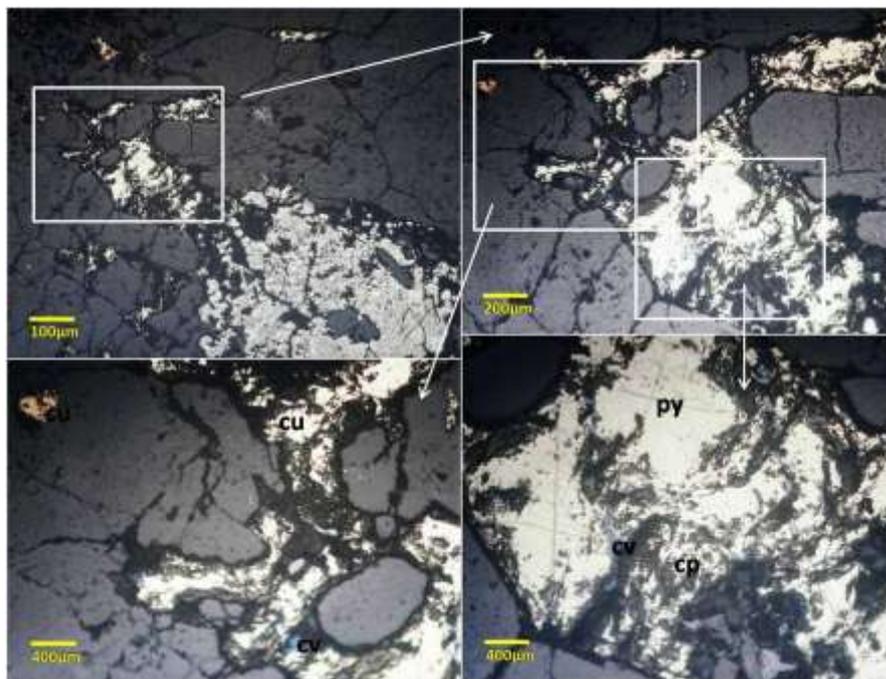


Foto 26 Fotomikroskopis sayatan poles MO 01, yang memperlihatkan mineral copper (cu), chalcopyrite (cp), pyrite (py), dan covelite (cv)

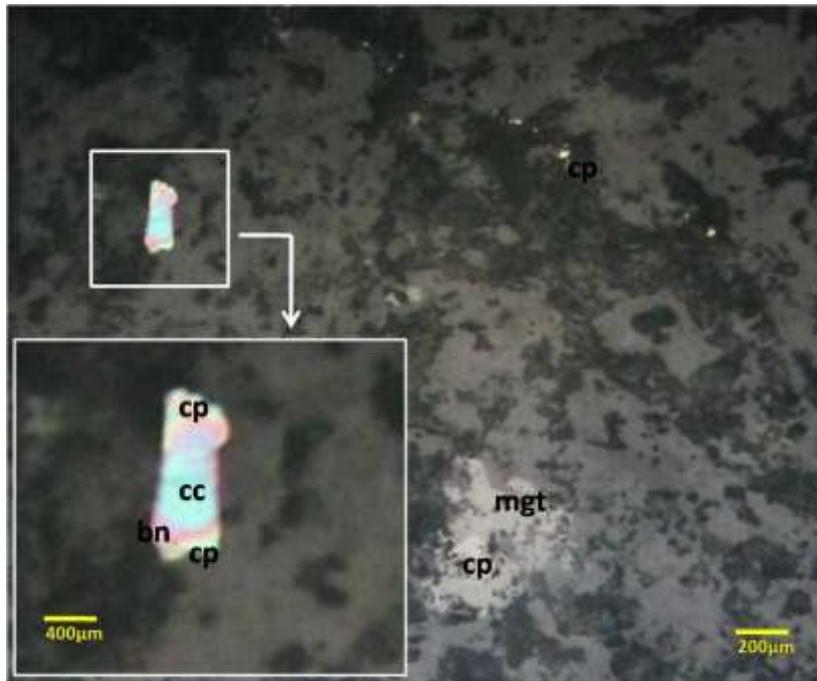


Foto 27 Fotomikroskopis sayatan poles PHP 01, yang memperlihatkan mineral chalcopyrite (cp), bornite (bn), chalcocite (cc), dan magnetite (mgt).

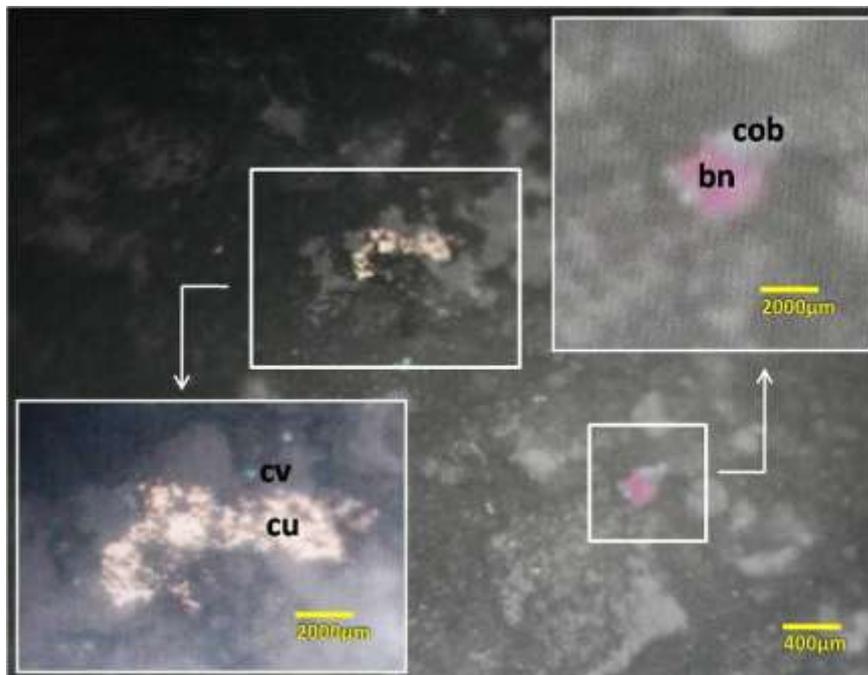


Foto 28 Fotomikroskopis sayatan poles PHP 07, yang memperlihatkan mineral copper (cu), covelite (cv), bornite (bn), dan cobaltite (cob).

### 5.3 CAPAIAN

Penelitian pada tahap pertama ini merupakan penelitian pendahuluan yang direncanakan selama 2 tahun. Pada tahun kedua baru dapat menghasilkan model dan luaran yang ditargetkan. Capaian pada tahun pertama ini adalah:

1. Kegiatan lapangan

Sampai saat ini telah 100% dilakukan untuk pengambilan sampel dan pengamatan kondisi geologi yang ada di lapangan. Tetapi jika setelah dilakukan analisis akhir masih dianggap kurang maka masih memungkinkan untuk dilakukan kegiatan yang sama guna melengkapi data-data yang telah ada,

2. Kunjungan ke lokasi Tim Peneliti Mitra (TPM)

Telah dilakukan kunjungan ke lokasi TPM di Universitas Hasanuddin Fakultas Teknik Jurusan Teknik Geologi guna mengadakan kordinasi awal, pengantaran sampel untuk dipreparasi dan konsultasi mengenai data-data yang telah diperoleh di lapangan. Pada tahap ini, TPM belum sempat berkunjung ke lokasi TPP dengan alasan keterbatasan dana penelitian . penelitian ini hanya setengahnya yang terdanai dari anggaran yang diusulkan. Pada tahun kedua TPM wajib berkunjung ke lokasi TPP guna berdiskusi lebih lanjut mengenai permasalahan-permasalahan yang tidak dapat dipecahkan oleh peneliti pengusul.

3. Analisis Petrologi, petrografi dan mineragrafi

Analisis petrologi telah selesai dilakukan. Dimana sampel yang diambil di lapangan kemudian dideskripsi secara petrologi, petrografi dan

mineragrafi. Hal ini dilakukan guna mempertajam pengamatan khususnya mengenai penamaan batuan yang ada di lokasi penelitian. Sedangkan, analisis mineragrafi dilakukan guna mengetahui jenis mineralisasi yang terbentuk di daerah penelitian.

#### 4. Pembuatan peta

Saat ini sebanyak 3 jenis peta yang dihasilkan yaitu peta lintasan dan pengamatan, peta geomorfologi dan peta geologi. Peta geologi yang dihasilkan pada tahap pertama ini masih membutuhkan revisi pada tahun berikutnya. Hal ini dilakukan guna mengupdate data-data baru yang diperoleh pada tahun kedua. Setelah dirasa lengkap maka akan dibuat peta geologi yang permanen daerah penelitian.

#### 5. Pembuatan laporan kemajuan dan laporan Tahunan

Laporan kemajuan telah selesai dibuat dan diupload di simlitabmas pada bulan juni 2014. Sedangkan, laporan akhir diselesaikan pada akhir september 2014. Pembuatan laporan kemajuan dan laporan tahunan mengacu pada panduan edisi IX tahun 20132.

## **BAB 6**

### **RENCANA TAHAP BERIKUTNYA**

Penelitian ini berorientasi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan sebagai upaya memberikan informasi kepada pemerintah daerah, masyarakat dan pelaku usaha mengenai sumberdaya mineral ekonomis yang ada di Kabupaten Gorontalo Utara khususnya Kecamatan Sumalata Timur. Penelitian ini ditargetkan dapat memberikan informasi mengenai tipe dan model endapan mineralisasi yang ada di daerah penelitian.

Pada tahun pertama ini penelitian difokuskan untuk mengetahui tatanan geologi daerah penelitian. Batuan yang mengalami alterasi dan mineralisasi telah dapat dilokalisasi. Analisa laboratorium khususnya petrografi dan mineragrafi telah 70 persen telah dilakukan untuk mengetahui petrogenesa batuan di daerah penelitian. Pada tahun ke-1 target yang diharapkan adalah peta geologi, peta geomorfologi, peta struktur, penampang geologi, kolom stratigrafi telah selesai dilakukan.

Pada tahun ke-2 fokus penelitian yang akan dilakukan adalah :

- 1 Melengkapi data-data pada tahun ke-1 khususnya mengenai analisa petrografi dan mineragrafi yang belum selesai pada tahun pertama. Hal ini dilakukan guna lebih memperkuat data yang dihasilkan pada tahun pertama,
- 2 Pada tahun ke-2 ini analisa XRD dan analisa geokimia ICP dilaksanakan hingga rampung. Hal ini bertujuan untuk mendukung data pengamatan petrografi dan mineragrafi yang telah dilakukan pada tahun pertama. Sebagai contoh pada analisis petrografi dan mineragrafi mineralisasi yang dijumpai di

daerah penelitian adalah Cu, Au, Fe, Zn, Co dan Mo hal ini akan dibuktikan lebih jauh dalam pengamatan geokimia termasuk persentase keterdapatn logam tersebut dalam batuan,

- 3 Membuat model mineralisasi yang terdapat di daerah penelitian dan peta zonasi alterasi dan mineralisasi. Model yang dibuat merupakan zonasi penyebaran logam berdasarkan hasil analisis geokimia,
- 4 penyusunan jurnal dan buku ajar sesuai dengan luaran penelitian yang diharapkan.

## **BAB 7**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **7.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah :

1. Satuan batuan yang ada di daerah penelitian dapat dibagi dua yaitu andesit dan tufa. Dimana keduanya merupakan batuan vulkanik anggota dari Breksi Wobudu (*Tmwv*).
2. Mineralisasi umumnya dijumpai pada kedua batuan tersebut. Perbedaannya pada andesit mineralisasi yang dijumpai berupa vein dengan mineralisasi yang beragam dan lebih tebal. Tetapi pada tufa mineralisasi yang dijumpai lebih tipis. Arah vein umumnya mengikuti arah sesar utama yang berkembang di daerah penelitian.
3. Jenis alterasi yang dijumpai di daerah penelitian berdasarkan pengamatan petrografi adalah silisifikasi, kloritisasi, kaolinisasi dengan kehadiran mineral karbonat. Sedangkan, mineralisasi yang dijumpai adalah Cu, Fe, Zn, Au, Co dan Mo.

#### **7.2 Saran**

Adapun saran saya pada penelitian tahap pertama ini adalah sebaiknya penelitian ini dilanjutkan pada tahap berikutnya dengan alokasi dana yang lebih besar sebab pada tahap ini analisis yang digunakan masih berupa pengamatan petrologi, petrografi dan mineragrafi. Pada tahap selanjutnya analisis geokimia batuan dilakukan guna mengetahui persentase logam yang ada pada batuan dapat diketahui sehingga lebih menajamkan analisis yang dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bachri, S., Sukido, dan Ratman, N., 1993. *Peta Geologi Lembar Tilamuta, Sulawesi*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Carlile, J.C., Digdowirogo, S. and Darius, K., 1990. *Geological setting, characteristics and regional exploration for gold in the volcanic arcs of North Sulawesi, Indonesia*. Journal of Geochemical Exploration, 35, 105-140.
- Darman, H. and Sidi, F.H., 2000. *An outline of the geology of Indonesia*. Indonesian Association of Geologists (IAGI), Jakarta, 192 p
- Dong, G., Morrison, G. and Jaireth, S., 1995. *Quartz textures in epithermal veins, Queensland – classification, origin, and implication*. Economic Geology, 90, 1841-1856
- Evan, A. M., 1993. *Ore geology and industrial minerals, an introduction*. Blackwell Publishing company, third Edition
- Garwin, S., Hall, R., and Watanabe, Y., 2005. *Tectonic setting, geology, and gold and copper mineralization in cenozoic magmatic arcs of southeast asia and the west pacific*. Society of Economic Geologists, Inc. *Economic Geology 100th Anniversary Volume*. pp. 891–930
- Hall, R. and Wilson, M.E.J, 2000. *Neogene sutures in eastern Indonesia*. Journal of Asian Earth Sciences, 18, 781-808
- Hedenquist, J.W., Izawa, E., Arribas, A. and White, N.C., 1996. *Epithermal gold deposits: styles, characteristics, and exploration*. Resource Geology Special Publication, 1, Tokyo.
- Irianto B, Seimbiring R, 2004, *The Tanoyan Prospect*, Report Project, Unpublish, PT Avocet Bolaang mongondow, Manado, Sulawesi Utara
- Kavalieris, I., Van Leeuwen, Th, M., Wilson, M., 1992. *Geological setting and styles of mineralization, north arm Sulawesi, Indonesia*. Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 7, 2/3, pp. 113-129
- Macdonald, E. H., 2007. *Handbook of gold exploration and evaluation*. Woodhead Publishing Limited, England.
- Marjoribanks., 2010. *Geological methods in mineral exploration and mining*. Second Edition. Springer Scienc. London

- Marshall, D., Anglin, C.D. and Mumin, H., 2004. *Ore mineral atlas*. Geological Association of Canada – Mineral Deposits Division, 112 p.
- Mauk, J.L. and Simpson, M.P., 2007. *Geochemistry and stable isotope composition of altered rocks at the Golden Cross epithermal Au-Ag deposit, New Zealand*. *Economic Geology*, 102, 841-871.
- McDonough, W.F. and Sun, S.S., 1995. *The composition of the earth*. *Chemical Geology*, 120, 223-253.
- McPhie, J., Doyle, M. and Allen, R., 1993. *Volcanic textures, a guide to the interpretation of textures in volcanic rocks*. Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania, 196 p.
- Morrison, G.W., Dong, G. and Jaireth, S., 1990. *Textural zoning in epithermal quartz veins*. Klondike Exploration Services, Townsville, Australia, 33 p.
- Philpotts, A.R., 2003. *Petrography of igneous and metamorphic rocks*. Waveland Press, Inc., Illinois, USA, 179 p.
- Polvé, M., Maury, R.C., Bellon, H., Rangin, C., Priadi, B., Yuwono, S., Joron, J.L. and Soeria-Atmadja, R., 1997. *Magmatic evolution of Sulawesi (Indonesia): constraints on the Cenozoic geodynamic history of the Sundaland active margin*. *Tectonophysics*, 272, 69-92.
- Pracejus, B., 2008. *The ore minerals under the microscope, an optical guide*. *Atlases in Geoscience 3*, Elsevier, Netherlands, 875 p.
- Priadi, B., Bellon, H., Maury, R.C., Polvé, M., Soeria-Atmadja, R., Philippet, J.C., 1994. *Magmatic evolution in Sulawesi in the light of new 40K-40Ar age data*. *Proceedings of the 23th IAGI Annual Convention, 1994*, 355-370.
- Simandjuntak, T. O., 2004. *Tektonika*. Publikasi Khusus, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. 31.
- Suprabto, S. J., 2006. *Geokimia regional Sulawesi bagian utara percontohan endapan sungai aktif -80 mesh*. *jurnal geologi indonesia*, Vol. 1, No.2
- Thompson, A.J.B. and Thompson, J.F.H., 1996. *Atlas of alteration, a field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals*. Geological Association of Canada, Mineral Deposits Division, 118 p.
- Trail, D. S., John, T. V., Bird, M. C., Obial, R. C., Petzel, B. A., Abiong, D. B., Parwoto and Sabagio. 1974. *The general geological survey of block 2, Sulawesi Utara, Indonesia*, P.T. Tropic Endeavour Indonesia

- Van Bemmelen, R. W., 1949, *The geology of Indonesia, economic geology*. Vol. 2. Govt Printing Office. The Hague.
- White, N.C. and Hedenquist, J.W., 1990. *Epithermal environments and styles of mineralizations: variations and their causes, and guidelines for exploration*. Journal of Geochemical Exploration, 36, 445-474.
- White, N.C. and Poizat, V., 1995. *Epithermal deposits: diverse styles, diverse origins?*. Exploring the Rim, PACRIM 1995 Congress, Auckland, New Zealand, Proceedings, 623-628.
- White, N.C., Leake, M.J., McCaughey, S.N. and Parris, B.W., 1995. *Epithermal gold deposits of the southwest Pacific*. Journal of Geochemical Exploration, 54, 87-136.
- Wilkinson, J.J., 2001. *Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits*. Lithos, 55, 229-272.
- Winchester, J.A. and Floyd, P.A., 1977. *Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements*. Chemical Geology, 20, 325-343.
- Winter, J.D., 2001. *An introduction to igneous and metamorphic petrology*. Prentice Hall Inc., New Jersey, USA, 697 p.

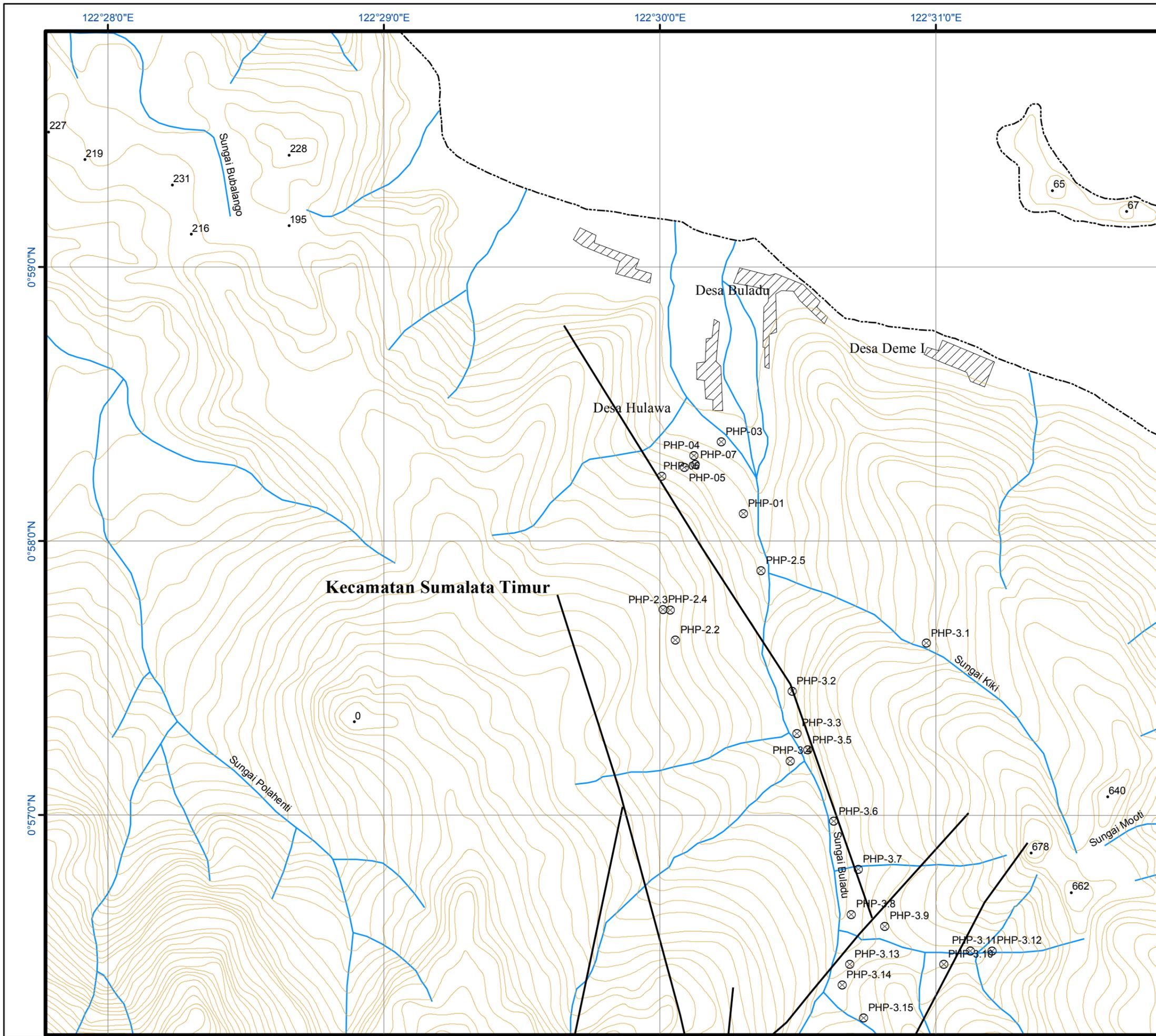
# LAMPIRAN 1

DESKRIPSI PETROGRAFI  
DESKRIPSI MINERAGRAFI

# LAMPIRAN 2

## PETA LINTASAN DAN STASIUN PENGAMATAN

DESA BULADU KECAMATAN SUMALATA TIMUR  
KABUPATEN GORONTALO UTARA PROPINSI  
GORONTALO



**PETA STASIUN PENGAMATAN  
KEC. SUMALATA TIMUR  
KAB. GORONTALO UTARA**



1:25.000

Oleh :

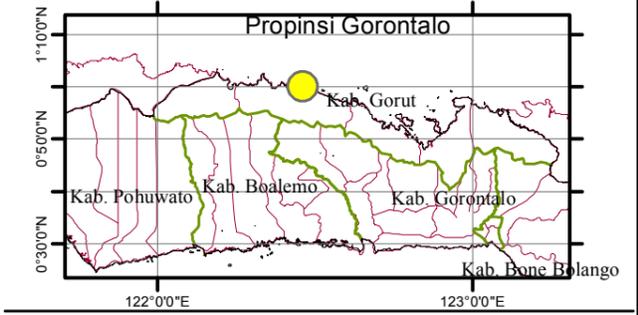
**Tim Peneliti**

**2014**

**Legend**

- ⊗ Stasiun\_Pengamatan
- titik ketinggian
- sesar antam
- strktr geologi
- garis pantai
- garis kontur
- sungai
- ▨ pemukiman

**Peta Indeks**



Sumber Peta  
Hasil Digitasi dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)  
Skala 1 : 50.000  
BAKOSURTANAL - INDONESIA

Projected Coordinate System: WGS\_1984\_UTM\_Zone\_51N  
Projection: Transverse\_Mercator  
False\_Northing: 0,00000000  
Central\_Meridian: 123,00000000  
Linear Unit: Meter

Geographic Coordinate System: GCS\_WGS\_1984  
Datum: D\_WGS\_1984  
Prime Meridian: Greenwich  
Angular Unit: Degree

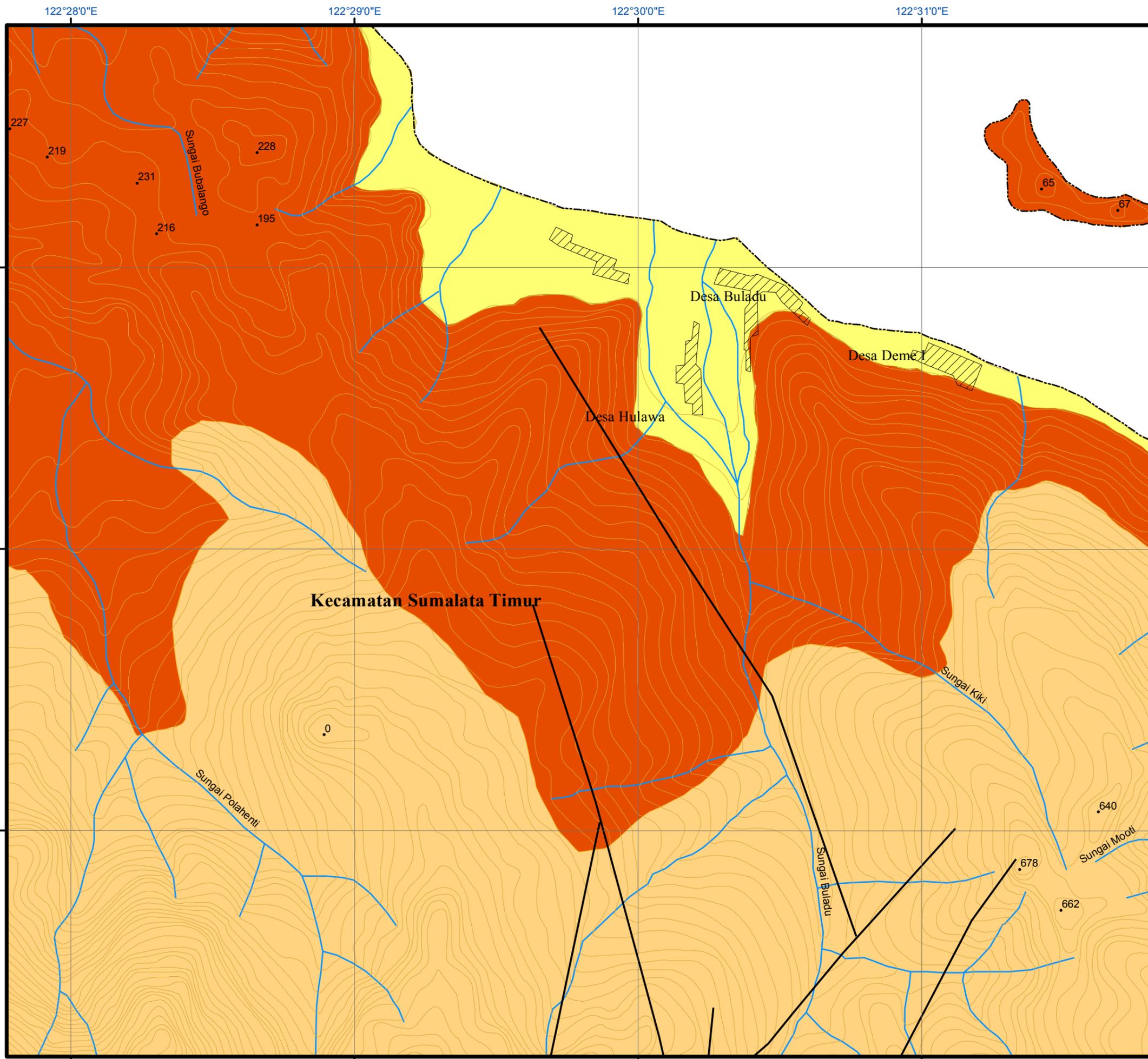
**PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI  
BERSAMA  
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO  
LEMBAGA PENELITIAN**

# LAMPIRAN 3

## PETA GEOMORFOLOGI

DESA BULADU KECAMATAN SUMALATA TIMUR  
KABUPATEN GORONTALO UTARA PROPINSI  
GORONTALO



**PETA GEOMORFOLOGI  
KEC. SUMALATA TIMUR  
KAB. GORONTALO UTARA**



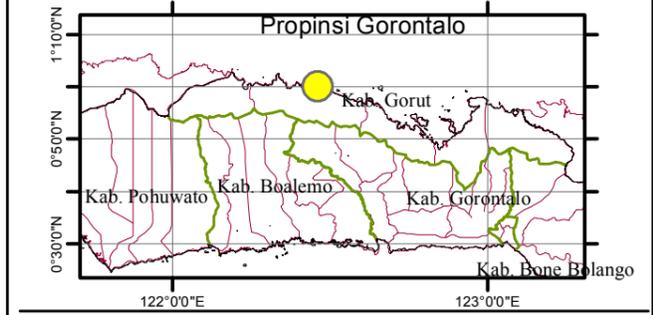
1:25.000

Oleh :  
**Tim Peneliti**  
**2014**

**Legend**

- ⊗ Stasiun\_Pengamatan
- titik ketinggian
- sesar antam
- strktur geologi
- garis pantai
- garis kontur
- sungai
- ▨ pemukiman
- Satuan Perbukitan Vulkanik
- Satuan Perbukitan Denudasi
- Satuan Pedataran Aluvial

**Peta Indeks**



Sumber Peta  
Hasil Digitasi dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)  
Skala 1 : 50.000  
BAKOSURTANAL - INDONESIA

Projected Coordinate System: □ WGS\_1984\_UTM\_Zone\_51N  
Projection: Transverse\_Mercator  
False\_Northing: 0,00000000  
Central\_Meridian: 123,00000000  
Linear Unit: □ Meter

Geographic Coordinate System: □ GCS\_WGS\_1984  
Datum: □ D\_WGS\_1984  
Prime Meridian: □ Greenwich  
Angular Unit: □ Degree

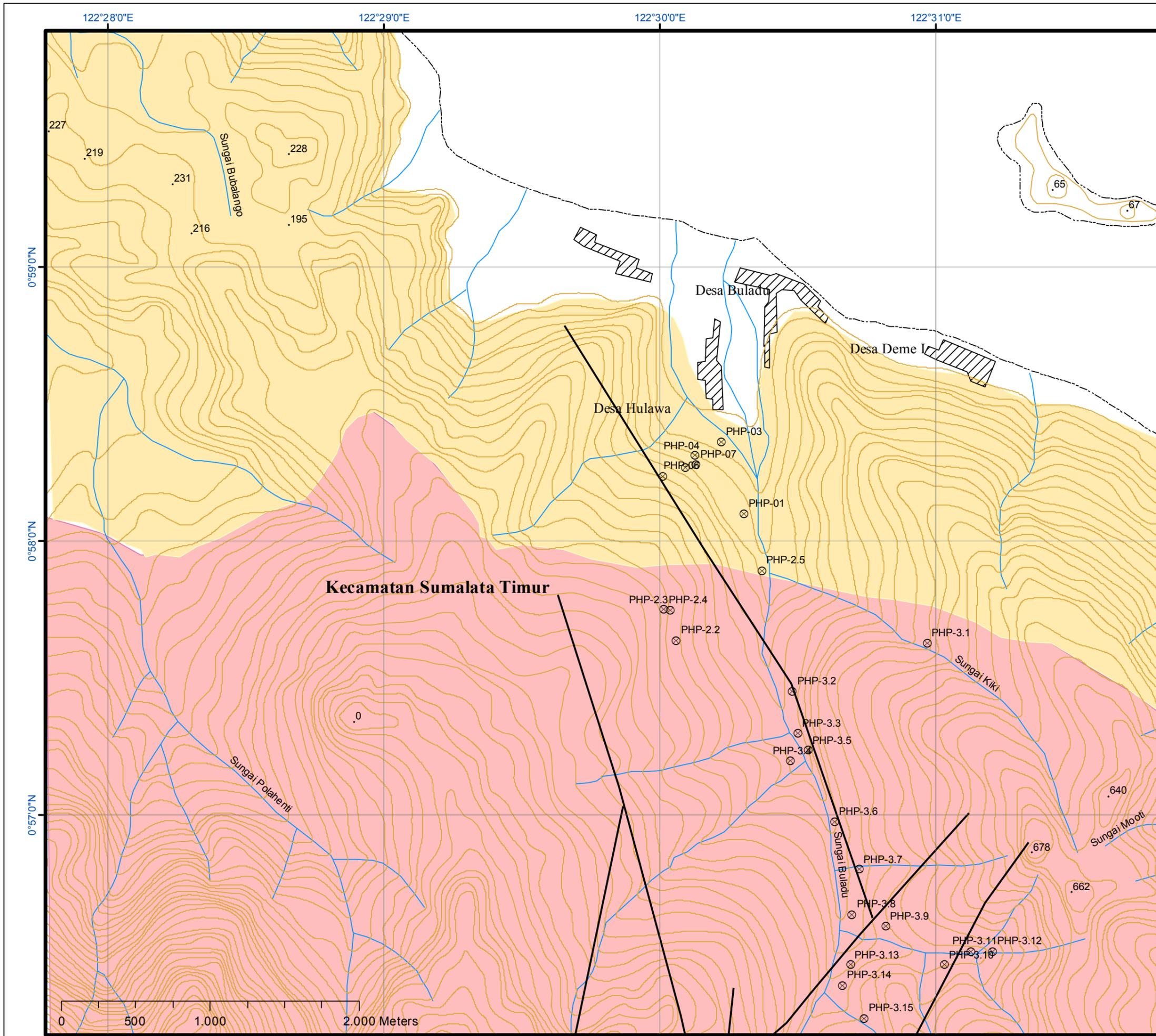
**PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI  
BERSAMA  
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO  
LEMBAGA PENELITIAN**

# LAMPIRAN 4

## PETA GEOLOGI

DESA BULADU KECAMATAN SUMALATA TIMUR  
KABUPATEN GORONTALO UTARA PROPINSI  
GORONTALO



**PETA GEOLOGI  
KEC. SUMALATA TIMUR  
KAB. GORONTALO UTARA**



1:25.000

Oleh :

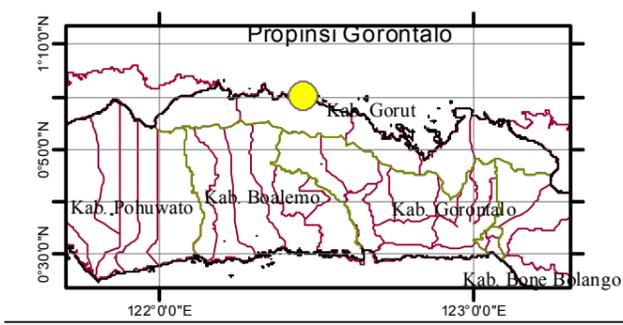
**Tim Peneliti**

**2014**

**Legend**

- ⊗ Stasiun\_Pengamatan
- titik ketinggian
- sesar antam
- strktur geologi
- garis pantai
- garis kontur
- sungai
- ▨ pemukiman
- Satuan\_Tufa
- Satuan\_Andesit

**Peta Indeks**



Sumber Peta  
Hasil Digitasi dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)  
Skala 1 : 50.000  
BAKOSURTANAL - INDONESIA

Projected Coordinate System: WGS\_1984\_UTM\_Zone\_51N  
Projection: Transverse\_Mercator  
False\_Northing: 0,00000000  
Central\_Meridian: 123,00000000  
Linear Unit: Meter

Geographic Coordinate System: GCS\_WGS\_1984  
Datum: D\_WGS\_1984  
Prime Meridian: Greenwich  
Angular Unit: Degree

**PENELITIAN KERJASAMA ANTAR PERGURUAN TINGGI**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI  
BERSAMA  
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO  
LEMBAGA PENELITIAN**

