

SKRIPSI

STUDI PREDIKSI KANDUNGAN MINERAL TERHADAP PENETRAN AIR ASAM TAMBANG PADA DAERAH SALU BULO, KECAMATAN LATIMOJONG, KABUPATEN LUWU, PROVINSI SULAWESI SELATAN

Disusun dan diajukan oleh

**NURUL RAMADHANI SALAM
D061191080**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**



**GOWA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

STUDI PREDIKSI KANDUNGAN MINERAL TERHADAP PENETRAN AIR ASAM TAMBANG PADA DAERAH SALU BULO, KECAMATAN LATIMOJONG, KABUPATEN LUWU, PROVINSI SULAWESI SELATAN

Disusun dan diajukan oleh

NURUL RAMADHANI SALAM
D061191080

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sarjana yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin pada tanggal 24 Juni 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui:

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Ir. H. Hamid Umar, MS
NIP. 19601202 198811 1 001



Kifayatul Khair Masyhuda Zulkifli S.T., M.T
NIP. 73711401 0493 0 004

Ketua Program Studi,



Dis. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng.
NIP. 19771214 200501 1 0



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Nurul Ramadhani S

NIM : D061 19 1080

Program Studi : Teknik Geologi

Jenjang : S1

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulisan saya berjudul

**“Studi Prediksi Kandungan Mineral Terhadap Potensi Penetralan Air Asam
Tambang Pada Daerah Salu Bulu, Kecamatan Latimojong, Kabupaten
Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan ”**

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

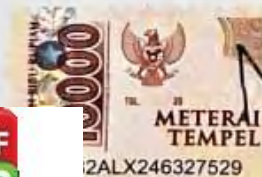
Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 24 Juni 2024

Yang Menyatakan



Nurul Ramadhani S
NIM. D061 19 1080



ABSTRAK

NURUL RAMADHANI S. *Studi Prediksi Kandungan Mineral Terhadap Potensi Penetralkan Air Asam Tambang Daerah Salu Bulu, Kecamatan Latimojong, Kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan*, dibimbing oleh Dr. Ir. H. Hamid Umar, MS dan Kifayatul Khair S.T, M.T

Daerah Penelitian Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam Daerah Salu Bulu, Kecamatan Latimojong, Kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan dan secara astronomis terletak pada koordinat $120^{\circ} 7' 00''$ BT - $120^{\circ} 10' 00''$ BT dan $3^{\circ} 19' 00''$ LS - $3^{\circ} 23' 00''$ LS. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Kandungan Mineral Terhadap Potensi Penetralkan Air Asam Tambang pada daerah penelitian dengan skala 1 : 5.000. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah pengumpulan data literatur, data lapangan, dan data laboratorium. Data-data tersebut dianalisis berdasarkan analisis petrografi dan analisis assay. Hasil analisis yang dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa Litologi yang berada pada daerah penelitian ialah *Meta-Mudstone*, *Meta-Siltstone*, *Meta-Tufa* dan Batuan Teralterasi. Zona alterasi pada daerah penelitian ialah Serisit Klorit, Serisit Karbonat, dan Serisit Albit. Kuarsa dan Opaq adalah mineral yang menyebabkan tingginya nilai NAPP di daerah penelitian, sehingga tidak bisa digunakan dalam penetralkan air asam tambang. Sedangkan mineral Kalsit, Serisit, dan Klorit adalah mineral yang menyebabkan rendahnya nilai NAPP di daerah penelitian, sehingga bisa digunakan dalam penetralkan air asam tambang

Kata Kunci: Mineral, Alterasi, Air Asam Tambang



ABSTRACT

NURUL RAMADHANI S. *Prediction Study on Mineral Content for Neutralizing Acid Rock Drainage, Salu Bulu Region, Latimojong District, Luwu Regency, South Sulawesi, supervised by Dr. Ir. H. Hamid Umar, MS and Kifayatul Khair S.T, M.T*

Research Area Administratively the research area is included in the Salu Bulu Region, Latimojong District, Luwu Regency, South Sulawesi, and astronomically located at coordinates 120° 7' 00" - 120° 10' 00" East Longitude dan 3° 19' 00" - 3° 23' 00" South Latitude. This research aims to determine the Mineral Content on The Potential for Neutralizing Acid Rock Drainage in the research area at a scale of 1:25,000. The method used in this research is collecting literature data, field data and laboratory data. These data were analyzed based petrographic analysis and assay analysis. From the results of the analysis carried out, it was concluded that the litology units are Meta-Mudstone, Meta-Siltstone, Meta-Diorite, Meta-Tuff, and Alterated Rock. Alteration Zone are Sericite-Chlorite, Sericite-Carbonates, Sericite-Albite. Quartz and Opaque are minerals that causes high NAPP values in the research area, so it cannot be used in neutralizing Acid Rock Drainage. Calcite, Sericite, Chlorite are are minerals that causes high NAPP values in the research area, so it can be used in neutralizing Acid Rock Drainage.

Keywords: *Minerals, Alteration, Acid Rock Drainage*



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh Puji syukur kami ucapkan atas kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas berkah dan rahmat-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul Studi Prediksi Kandungan Mineral Terhadap Penetrasi Air Asam Tambang Daerah Salu Bulu, Kecamatan Latimojong, Kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan

Pada kesempatan ini, kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan, dan membantu dalam pelaksanaan kegiatan penelitian ini di antaranya:

1. Bapak Dr. Ir. Hamid Umar, MS sebagai dosen pembimbing kami yang telah sabar dalam memberikan arahan dan masukan baik dalam proses pengambilan dan pengolahan data, serta penulisan laporan. Semoga Allah lancarkan dan mudahkan urusan – urusan Bapak yang akan datang.
2. Bapak Kifayatul Khair S.T, M.T sebagai dosen pembimbing kami yang telah sabar dalam memberikan arahan dan masukan baik dalam proses pengambilan dan pengolahan data, serta penulisan laporan. Semoga Allah lancarkan dan mudahkan urusan – urusan Bapak yang akan datang.
3. Ibu Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T sebagai dosen penguji yang telah memberi saran dan masukan untuk penelitian ini. Semoga Allah lancarkan dan mudahkan urusan – urusan Ibu yang akan datang.
4. Ibu Meinarni Thamrin, S.T, M.T sebagai dosen penguji yang telah memberi saran dan masukan untuk penelitian ini. Semoga Allah lancarkan dan mudahkan urusan – urusan Ibu yang akan datang.
5. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T., M.Eng. sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Semoga Allah lancarkan dan mudahkan urusan – urusan Bapak yang akan datang.
6. Bapak Ibu Dosen Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang telah memberikan ilmunya selama saya menempuh pendidikan perkuliahan. Semoga Allah lancarkan dan mudahkan urusan – urusan Bapak dan Ibu yang akan datang.
7. Kepada para tenaga pendidik dan staf Teknik Geologi yang selalu membantu kami di Departemen Teknik Geologi.
8. Kepada Kedua Orangtua saya, Nursalam SKM, dan Pasmawati SKM, M.Kes, yang senantiasa mengiringi do'a kepada penulis demi dapat menjadi orang yang membanggakan bagi keluarga.
9. Bapak Ikrar Teguh Mandiri selaku pembimbing di PT Masmino Dwi Area
 Ik Hirawan selaku Geologist di PT Masmino Dwi Area
 dan Seluruh Pegawai PT Masmino Dwi Area yang telah membantu
 dalam pengerjaan laporan ini.



12. Kepada Seluruh Pegawai PT Geo Fix Indonesia yang telah membantu dalam pengerjaan laporan ini.
13. Saudara Satya Saputra Matasak dan Indah Nurul Fitrah yang telah menemani penulis dalam pengambilan data dilapangan serta telah memberikan dukungan kepada penulis dalam pengerjaan laporan ini.
14. Teman-teman seperjuangan, Ifany, Sri, Anando, Diva, Aliyah, Indri, Rendra, Fahri, Farhan, Aulia dan Ardian yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam pengerjaan laporan ini.
15. Teman-teman Jaeger (Teknik Geologi Angkatan 2019) yang selalu menjadi penyemangat penulis dalam pengerjaan laporan.
16. Kakak-kakak dan adik-adik di Himpunan Mahasiswa Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin yang selalu menjadi teman diskusi penulis dalam bidang apapun.

Semua rekan yang telah membantu penulis sampai detik ini dan belum sempat disebutkan. Terima kasih untuk uluran tangan dan kerendahan hati yang kalian miliki. BarokAllahu Fiikum Penulis menyadari bahwa laporan pemetaan geologi ini masih memiliki banyak kekurangan karena hanya Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang Maha Sempurna sesuai dengan sifat-sifat-Nya, oleh karenanya saran dan masukan sangat diharapkan oleh penulis demi perbaikan laporan pemetaan geologi ini. Akhir kata, semoga laporan pemetaan geologi ini dapat memberikan manfaat baik dalam penambahan wawasan dan dapat dijadikan referensi pembaca dalam kegiatan penelitian selanjutnya serta tentunya berkah dan bernilai ibadah di sisi Allah Subhanahu Wa Ta'ala. Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Gowa, Juni 2024

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
PERNYATAAN KEASLIAN	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	xiii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Penelitian.....	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup.....	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Geologi Regional	4
2.1.1 Geomorfologi	4
2.1.2 Stratigrafi.....	4
2.1.3 Struktur.....	6
2.1.4 Sumber Daya Mineral dan Energi.....	8
2.2 Alterasi Hidrotermal	9
2.3 Air Asam Tambang.....	11
BAB III.....	16
METODE DAN TAHAPAN PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	16
3.2 Variabel Penelitian	16
3.3 Bahan Uji dan Alat	17
Metode Penelitian.....	17
Tahapan Penelitian	18
l. Tahap Persiapan	18



3.5.2.	Tahap Pengambilan Data	18
3.5.3	Tahap Pengolahan Data.....	19
3.5.4	Tahap Interpretasi Data	20
3.5.5	Tahap Penyusunan Laporan	20
BAB IV		22
HASIL DAN PEMBAHASAN		22
4.1	Zona Alterasi Daerah Penelitian.....	22
4.2	Pengamatan Sampel	26
4.2	Analisis Assay	35
4.3	Korelasi Pengamatan Mineral dan Analisis Assay	38
BAB V		40
PENUTUP		40
5.1	Kesimpulan.....	40
5.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Peta Geologi Regional Sulawesi.....	8
Gambar 2 Skematik Diagram dari Jenis-jenis Endapan Hidrotermal.....	9
Gambar 3 Peta Tunjuk Lokasi	16
Gambar 4 Pengamatan stasiun di lapangan	19
Gambar 5 Pengambilan sampel core dengan kode sampel 139-3 di coreshed PT Masmino Dwi Area	19
Gambar 6 Kenampakan zona alterasi Serisit Klorit pada daerah penelitian	23
Gambar 7 Kenampakan zona alterasi Serisit Karbonat pada daerah penelitian	23
Gambar 8 Kenampakan zona alterasi Serisit Albit pada daerah penelitian.....	24
Gambar 9 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 139-1 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 139-1 (XPL).....	27
Gambar 10 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 139-2 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 139-2 (XPL).....	27
Gambar 11 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 139-3 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 139-3 (XPL).....	28
Gambar 12 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 140 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 140 (XPL)	29
Gambar 13 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 141-1 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 141-1 (XPL).....	29
Gambar 14 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 141-2 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 141-2 (XPL).....	30
Gambar 15 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 141-3 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 141-3 (XPL).....	30
Gambar 16 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 225 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 225 (XPL)	31
Gambar 17 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 219 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 219 (XPL)	32
Gambar 18 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 202 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 202 (XPL)	32
Gambar 19 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 186 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 186 (XPL)	33
Gambar 20 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 019 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 019 (XPL)	33
Gambar 21 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 172 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 172 (XPL)	34
Gambar 22 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 201 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 201 (XPL)	35
Gambar 23 (a) Kenampakan Megaskopis, (b) Petrografi Sampel 136 (PPL), dan (c) Petrografi Sampel 136 (XPL)	35



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Mineral Sulfida umum yang menghasilkan asam ketika teroksidasi (Plumlee, 1999).....	13
Tabel 2 <i>Flow Chart</i>	21
Tabel 3 Klasifikasi mineral Alterasi Guilbert dan Park,1986).....	25
Tabel 4 pembagian tipe alterasi sesuai Temperatur dan Ph corbet and leach	26
Tabel 5 Hasil Analisis Assay.....	38
Tabel 6 Korelasi Mineral dengan Data Assay	38



DAFTAR LAMPIRAN

1. Deskripsi Petrografi SBD 139-1
2. Deskripsi Petrografi SBD 139-2
3. Deskripsi Petrografi SBD 139-3
4. Deskripsi Petrografi SBD 140
5. Deskripsi Petrografi SBD 141-1
6. Deskripsi Petrografi SBD 141-2
7. Deskripsi Petrografi SBD 141-3
8. Deskripsi Petrografi SBD 019
9. Deskripsi Petrografi SBD 136
10. Deskripsi Petrografi SBD 172
11. Deskripsi Petrografi SBD 186
12. Deskripsi Petrografi SBD 201
13. Deskripsi Petrografi SBD 202
14. Deskripsi Petrografi SBD 219
15. Deskripsi Petrografi SBD 225

Lampiran Lepas :

1. Peta Stasiun Daerah Penelitian
2. Peta Alterasi Daerah Penelitian



DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan keterangan
%	Persen
° ' "	Derajat Menit Detik
>	Lebih dari
±	Kurang Lebih
// - Nikol	Nikol Sejajar
X – Nikol	Nikol Silang
ANC	<i>Acid Neutralizing Capacity</i>
ARD	<i>Air Rock Drainage</i>
Bt	Biotit
BT	Bujur Timur
Cal	Kalsit
Chl	Klorit
DEM	<i>Digital Elevation Model</i>
Dkk	Dan kawan-kawan
Km	Kilometer
LS	Lintang Selatan
M	Meter
Mm	Milimeter
MPA	<i>Maximum Potential Acid</i>
N	<i>North</i>
NAG	<i>Net Acid Generation</i>
NAPP	<i>Net Acid Production Potential</i>
Opq	Opaq
Ort	Ortoklas
Qz	Kuarsa
Pla	Plagioklas
PPL	<i>Parallel Polarization</i>
Rf	Rock Fragmen
RBI	Rupa Bumi Indonesia
ST	Stasiun
XPL	<i>Cross Polarization</i>





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki hasil sumber daya mineral yang bernilai ekonomis, salah satunya ialah emas. Emas merupakan salah satu logam mulia yang memiliki nilai jual yang cukup tinggi. Biasanya emas berasosiasi dengan mineral ikutan atau *gangue minerals*. Salah satu contohnya ialah mineral sulfida. Mineral sulfida adalah salah satu kelompok mineral yang tersusun dari kombinasi mineral logam dengan belerang. Mineral ini dapat membawa dampak yang buruk apabila telah teroksidasi. Hal inilah yang kerap menjadi isu lingkungan di dunia pertambangan. Meskipun hasil sumber daya mineral ini bernilai ekonomis, Namun dampak yang ditimbulkan oleh aktivitas pertambangan juga membawa dampak buruk untuk lingkungan sekitar.

Acid Rock Drainage (ARD) terbentuk pada saat mineral sulfida tersingkap dan berkontraksi dengan air maupun udara. Meskipun mineral ekonomis sering dianggap sebagai pemicu pencemaran lingkungan, Ternyata ada beberapa mineral yang dapat bertindak sebagai mineral penetralisir yang masih berasosiasi dengan mineral bijih. Dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi dampak negatif ini dapat dicegah. Dalam beberapa penelitian ternyata terdapat beberapa mineral alterasi yang mampu menjadi penetralisir dari hasil oksidasi mineral sulfida. Hal ini tidak terlepas dari kondisi geologi yang ada di daerah tersebut.

Hal inilah yang mendorong penulis untuk melakukan penelitian mengenai “Studi Prediksi Kandungan Mineral Terhadap Penetrasi Air Asam Tambang Pada Daerah Salu Bulu, Kecamatan Latimojong, Kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan” agar diperoleh data yang nantinya sebagai penunjang informasi geologi untuk mengetahui potensi yang terdapat pada daerah tersebut demi pengembangan daerah kearah yang lebih maju di masa yang akan datang.



Rumusan Penelitian

dapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:
apa saja litologi yang berada pada daerah Salu Bulu?

2. Bagaimana pembagian zona alterasi pada daerah Salu Bulu?
3. Bagaimana hasil analisis assay pada sampel?
4. Apa saja mineral yang mampu meningkatkan air asam tambang pada daerah Salu Bulu?
5. Apa saja mineral yang mampu sebagai penetralisir air asam tambang pada daerah Salu Bulu?
6. Bagaimana keterdapatan mineral terhadap potensi penetralan air asam tambang pada daerah Salu Bulu?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui litologi yang berada pada daerah Salu Bulu
2. Mengetahui pembagian alterasi pada daerah Salu Bulu
3. Mengetahui hasil analisis assay pada sampel
4. Mengetahui mineral yang mampu meningkatkan air asam tambang pada daerah Salu Bulu
5. Mengetahui mineral yang mampu sebagai penetralisir air asam tambang pada daerah Salu Bulu
6. Mengetahui keterdapatan mineral terhadap potensi penetralan air asam tambang pada daerah Salu Bulu?

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini yaitu dapat memberikan referensi tentang kandungan mineral yang bisa menjadi penetralisir air asam tambang, sehingga membantu dalam pengembangan eksplorasi lebih lanjut. Serta melaksanakan proses prasyarat mahasiswa Departemen Teknik Geologi untuk jenjang Strata-1, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Serta mempraktekkan langsung teori yang didapat selama masa perkuliahan dan menerapkannya pada kondisi lapangan yang sebenarnya. Memperoleh wawasan dan kemampuan dalam mengoptimalkan pengetahuan serta pengalaman kerja di lapangan.



1.5 Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini cakupan permasalahan dibatasi pada identifikasi mineral yang terdapat di lokasi penelitian berupa sampel pada masing-masing jenis batuan dan hasil assay dari sampel tersebut yang kemudian akan dikorelasikan kandungan mineral pada sampel batuan. Data tugas akhir ini diambil di daerah Salu Bulo, Kecamatan Latimojong, Kabupaten Luwu, Provinsi Sulawesi Selatan.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Secara regional, geologi daerah penelitian termasuk dalam Lembar Majene dan Bagian Barat Lembar Palopo (Djuri dkk., 1998). Geologi regional daerah penelitian meliputi geomorfologi, stratigrafi, struktur geologi, dan sumber daya mineral dan energi yang akan dijelaskan pada sub bab berikut.

2.1.1 Geomorfologi

Secara morfologi pulau Sulawesi terdiri atas dataran dan pegunungan dengan ketinggian mencapai 828 meter. Awak Mas secara regional berada di kaki Pegunungan Latimojong dengan puncak tertinggi mencapai lebih dari 3000 mdpl. Pegunungan Latimojong disusun oleh kompleks batuan metamorf dan batuan sedimen yang termasuk dalam mandala geologi Sulawesi Barat (Sidarto, 2013).

2.1.2 Stratigrafi

Formasi Latimojong merupakan satuan tertua yang tersingkap di kawasan ini adalah batuan bermetamorfosis lemah hingga sedang yang mencakup sabak abu-abu hingga hitam, filit, rijang, *marble*, kuarsit, dan breksi silisifikasi yang diterobos oleh batuan menengah hingga dasar (Querubin dan Walters, 2012). Djuri dan Sudjarmiko (1974) mengklasifikasikan semua batuan ini sebagai bagian dari “Formasi Latimojong”. Namun, kemudian menggunakan nama yang sama untuk mendefinisikan serangkaian endapan batupasir berlapis tipis dan endapan serpih laminasi atau endapan *'flysch'* yang ditemukan di barat, barat laut, dan utara Pegunungan Latimojong. Batupasir dan serpih ini tidak bermetamorfosis atau memiliki karakter metamorf tingkat rendah. Metasedimen tingkat rendah ini jelas berbeda dengan yang awalnya digambarkan sebagai Formasi Latimojong oleh Djuri dan Sudjarmiko (1974) di dalam wilayah Latimojong. Pekerja lain

akan istilah “Kompleks Latimojong” untuk bebatuan yang terekspos di Latimojong. Istilah ini digunakan untuk mencakup dua urutan: (1) yang tidak bermetamorfosis atau metasedimen kelas sangat rendah,



digambarkan sebagai *flysch* atau turbidit yang menutupi (2) batuan metamorfosis kelas rendah hingga tinggi yang terdeformasi kuat, keduanya dianggap ada di wilayah Latimojong. Digunakan istilah 'Kompleks Metamorf Latimojong' untuk batuan yang lebih tua, terdeformasi kuat/bermetamorfosis dan 'Formasi Latimojong' untuk batuan sedimen metamorf yang lebih muda, tidak bermetamorfosis, atau sangat rendah. Kompleks Metamorf Latimojong terekspos di seluruh Pegunungan Latimojong; tidak jelas apakah Formasi Latimojong ada di wilayah Latimojong. Kedua sekuens tersebut dianggap berumur Kapur (dalam pengertian stratigrafi), dengan Formasi Latimojong di atasnya secara tidak selaras Kompleks Metamorfik. Batuan meta-beku seperti amfibolit, meta-gabro dan meta-granitoid secara tektonik disandingkan di dalam bagian Kompleks Metamorf Latimojong.

Formasi Lamasi terdiri atas batuan beku mafik hingga menengah terekspos di Pegunungan Latimojong timur dan dekat dengan pantai barat laut Teluk Bone. Ini awalnya bernama Vulkanik Lamasi, dan digambarkan sebagai rangkaian aliran lava Oligosen, basal, andesit, breksi vulkanik dan vulkaniklastik (Djuri dan Sudjarmiko, 1974). Penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa daerah yang awalnya dipetakan sebagai basal dan andesit basaltik, juga termasuk serpentinit, gabro berlapis, gabro isotropik, mikrodiorit, tanggul lembaran basaltik, lava bantal (dengan rijang interstitial), *hyaloclastite*, tuf dan breksi vulkaniklastik. Kumpulan batuan yang lebih mafik ini kemudian dinamai Kompleks Lamasi. Penelitian ini menunjukkan umur Kapur hingga Oligosen. Umur-umur tersebut didukung oleh pengamatan lapangan yang menunjukkan bahwa batuan vulkanik ini ditindih oleh napal dan batugamping Miosen bawah hingga tengah (Djuri dan Sudjarmiko, 1974). Litologi serupa terekspos di wilayah Pegunungan Bone, selatan Pegunungan Latimojong, di mana basal, andesit, dan riolit bawahan saling bertautan dalam klastik dan karbonat Eosen tengah hingga Miosen awal. Penelitian lain melaporkan usia untuk basal dan andesit yang dikatakan sebagai bagian dari Vulkanik Lamasi.



uan intrusi Mio-Pliosen ditemukan di daerah Latimojong. Ini dianggap
plutonik dari Miosen tengah hingga Seri Vulkanik Enrekang Pliosen.
op Rb-Sr, Nd-Sm dan U-Pb digunakan untuk menyimpulkan bahwa

batuan magmatik ini melelehkan sumber kerak Proterozoikum Akhir hingga Paleozoikum Awal selama tumbukan benua-benua. Granitoid yang terpapar di wilayah Latimojong dikenal sebagai Granit Palopo atau Palopo Pluton Granitoid ini mengintrusi, atau bersinggungan dengan Kompleks Metamorf Latimojong, Kompleks Lamasi dan Grup Toraja. Granit Palopo terdiri dari granit berbutir sedang hingga kasar dan granodiorit. Granit terdiri dari kuarsa, ortoklas dan hornblend minor, sedangkan granodiorit terdiri dari fenokris plagioklas dan K-feldspar yang lebih besar di dalam massa dasar kuarsa, feldspar, hornblend dan biotit (Simandjuntak, 1991).

Batuan sedimen miosen atas yang dijelaskan di atas ditindih oleh batulumpur Miosen atas sampai Pliosen, batulanau, batupasir dan konglomerat Formasi Walanae (Grainge dan Davies, 1985) serta sampai 100 m alluvium, lempung, lanau, pasir, kerikil dan batugamping terkini (Djuri dan Sudjatkiko, 1974

2.1.3 Struktur

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 (Sompotan, 2012).

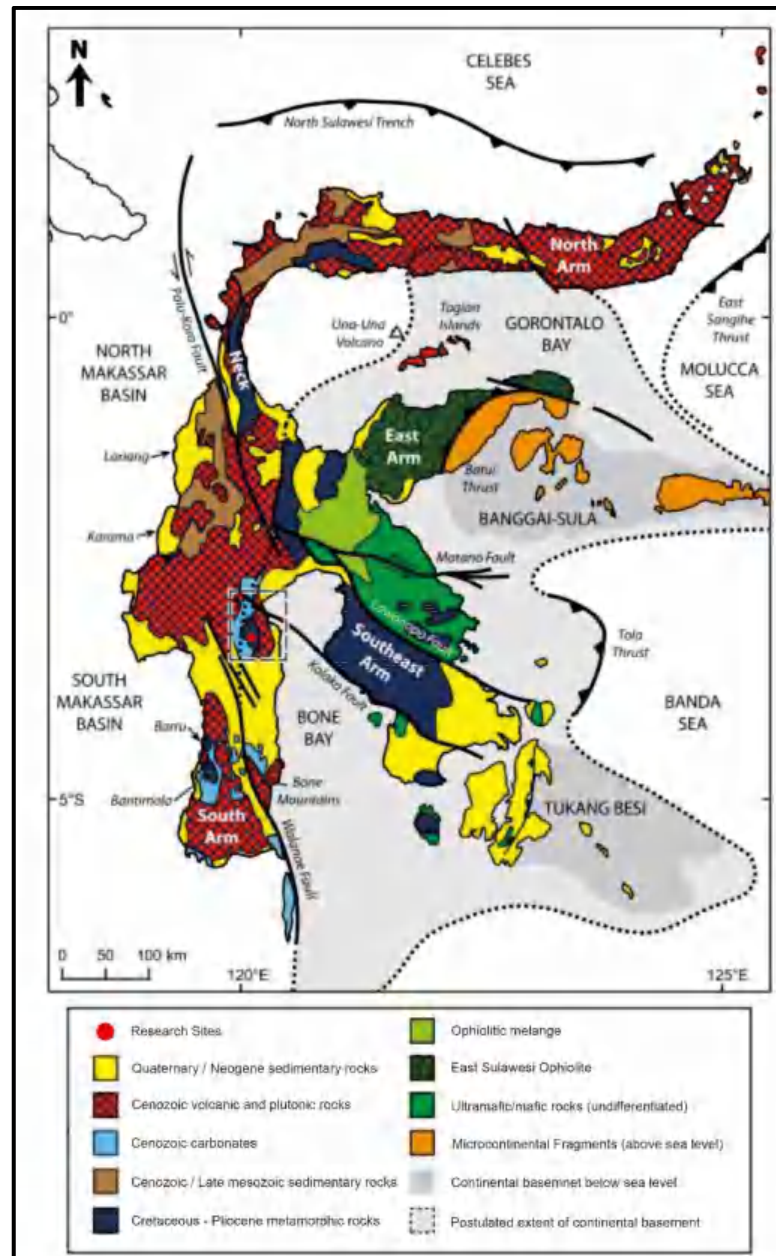
Menurut Sompotan (2012) berdasarkan struktur litotektonik, Sulawesi dan pulau-pulau sekitarnya dibagi menjadi empat, yaitu ; Mandala barat (*West & North Sulawesi Volcano-Plutonic Arc*) sebagai jalur magmatik yang merupakan bagian ujung timur Paparan Sunda, Mandala tengah (*Central Sulawesi Metamorphic 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 dan yang keempat adalah Fragmen Benua

Sula-Tukang Besi, kepulauan paling timur dan tenggara Sulawesi yang in pecahan benua yang berpindah ke arah barat karena sesar *strike-slip* New Guinea.



Analisis biostratigrafi, geokronologi dan geokimia baru telah memberikan informasi tentang sejarah tektonik dari Wilayah Latimojong Sulawesi Selatan. Ini dimulai dengan pengembangan kompleks akresi (Kompleks Metamorf Latimojong) yang dirakit selama Kapur. Batuan ini kemudian mengalami deformasi dan terangkat di atas permukaan laut di beberapa titik sebelum Eosen. Hal ini kemungkinan berasosiasi dengan obduksi batuan yang berumur Eosen-Oligosen (Kompleks Lamasi). Pengendapan material klastik dimulai kembali selama Eosen, pertama dalam pengaturan terestrial, yang kemudian berkembang menjadi terumbu dan endapan laut dekat pantai (Formasi Toraja). Selanjutnya fase vulkanisme terjadi selama Miosen hingga Pliosen (Seri Vulkanik Enrekang/Palopo Pluton) dan sezaman dengan perkembangan *patch reef* (Formasi Makale). Sebagian besar urutan ini kemudian secara tektonik disandingkan di sepanjang zona sesar mendatar yang berkembang karena gaya transpresional terkait pembukaan Teluk Bone. Periode deformasi ini mungkin juga mendorong pengangkatan wilayah Latimojong, yang pada gilirannya menyebabkan terbentuknya endapan aluvial selama pertengahan Pliosen hingga sekarang (White, 2017).





Gambar 1 Peta Geologi Regional Sulawesi

2.1.4 Sumber Daya Mineral dan Energi

Secara setempat, yaitu di daerah utara Gunung Gandang dijumpai mineralisasi tembaga, timbal, seng dan besi, yaitu pada batuan gunung api dan pada batuan terobosan. Karena sebaran batuan gunungapi cukup luas, disertai penerobosan batuan granitoid yang cukup luas pula, maka kemungkinan di daerah punyai potensi mineral logam yang tinggi. Adanya alterasi seperti i dan silisifikasi pada Batuan Gunungapi Lamasi juga merupakan

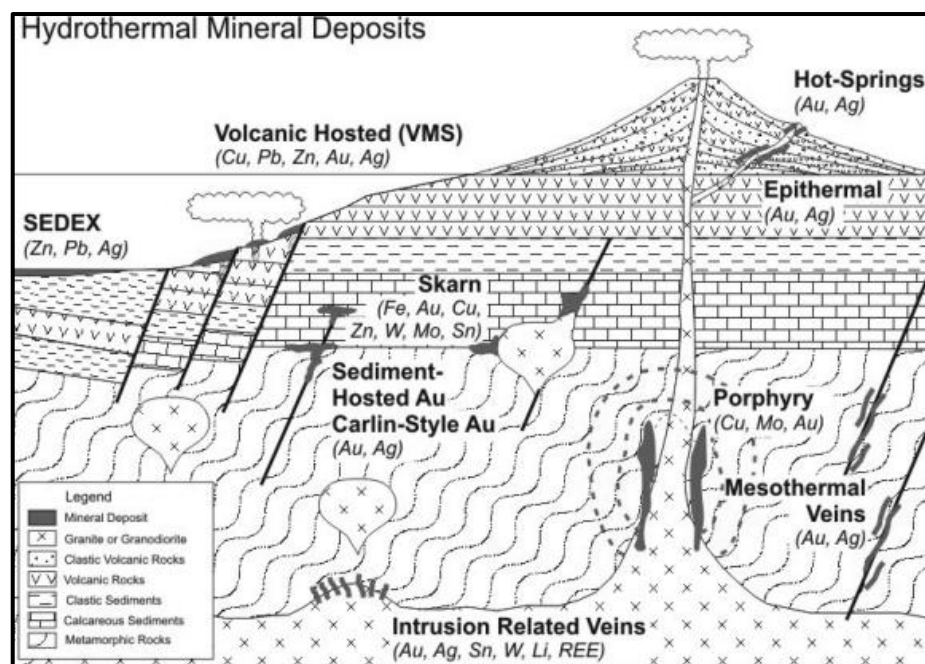


petunjuk adanya mineralisasi. Berbagai macam batuan beku terobosan yang ada mempunyai potensi sangat besar untuk keperluan bahan bangunan. (Djuri, 1998).

2.2 Alterasi Hidrotermal

Pada umumnya emas ditemukan dalam bentuk logam (*native*) yang terdapat di dalam retakan-retakan batuan kuarsa dan dalam bentuk mineral yang terbentuk dari proses magmatisme dan vulkanisme, bergerak berdasarkan adanya panas di dalam bumi. Beberapa endapan terbentuk karena proses metasomatisme kontak dan larutan hidrotermal. (Maulana, 2017)

Endapan hidrotermal merupakan jenis endapan bijih yang sangat penting karena endapan ini merupakan salah satu sumber utama dari bijih emas dan tembaga serta logam ekonomis lainnya. (Maulana, 2017)



Gambar 2 Skematik Diagram dari Jenis-jenis Endapan Hidrotermal

Larutan hidrotermal adalah larutan panas dengan suhu 50 sampai 500°C yang berasal dari sisa cairan magma dari dalam bumi yang bergerak ke atas dan kaya akan komponen-komponen (kation dan anion) pembentuk mineral bijih dan pada tekanan yang relatif tinggi (Pirajno, 2009).



Larutan sisa magma ini mampu mengubah mineral yang telah ada di sekitarnya dan membentuk mineral-mineral tertentu. Secara umum, cairan sisa magma tersebut bersifat silika yang kaya alumina, alkali, dan alkali

tanah yang mengandung air dan unsur-unsur volatil. Larutan hidrotermal terbentuk pada bagian akhir dari siklus pembekuan magma dan umumnya terakumulasi pada litologi dengan permeabilitas tinggi atau pada zona lemah. (Maulana, 2017)

Menurut Pirajno (2009), secara umum proses pembentukan *ore* atau mineralisasi bijih pada endapan jenis hidrotermal dipengaruhi oleh beberapa faktor pengontrol, meliputi:

1. Larutan hidrotermal yang berfungsi sebagai larutan pembawa mineral
2. Zona lemah yang berfungsi sebagai saluran untuk melewati larutan hidrotermal
3. Tersedianya ruang untuk pengendapan larutan hidrotermal
4. Terjadinya reaksi kimia dari batuan induk/*host rock* dengan larutan hidrotermal yang memungkinkan terjadinya pengendapan mineral bijih (*ore*),
5. Adanya konsentrasi larutan yang cukup tinggi untuk mengendapkan mineral bijih (*ore*)

Akibat larutan hidrotermal bersifat sangat cair, larutan ini sangat mudah untuk melalui bidang-bidang rekahan pada batuan yang dilewatinya kemudian mengalami proses pendinginan dan mengendapkan ion-ion logam yang membentuk endapan dalam bentuk vein atau urat. Kuarsa sebagai mineral yang paling akhir terbentuk umumnya hadir dan terendapkan dalam urat-urat ini yang sering kali dijumpai bersama endapan emas. (Maulana, 2017)

Endapan hidrotermal dicirikan dengan adanya endapan tipe urat atau *vein type deposit*, yang merupakan daerah tempat mineralisasi bijih terjadi dan membentuk tubuh yang diskordan (memotong tubuh batuan yang ada di sekelilingnya). Kebanyakan urat-urat terbentuk pada zona-zona patahan atau mengisi rongga-rongga pada batuan atau daerah rekahan. Banyak endapan yang bernilai ekonomis tinggi seperti emas, tembaga, perak, logam dasar (Pb-Zn-Cu) dan arsenik, merkuri dan mineral-mineral logam ekonomis lainnya yang berasosiasi dengan mineral-mineral pengotor (*gangue mineral*), seperti kuarsa dan da batuan sampingnya (*country rocks*). dalam bentuk struktur urat. n urat-urat ini merupakan salah satu penciri utama dari jenis endapan ial. (Maulana, 2017)



Hal lain yang sangat penting dalam mengenali endapan bijih tipe hidrotermal adalah kehadiran kumpulan mineral tertentu pada batuan yang dilalui oleh larutan hidrotermal sebagai respons akibat adanya reaksi antara larutan dengan batuan sampling. Kumpulan mineral tersebut hadir dalam bentuk zona dan antara zona yang satu dengan yang lainnya dibatasi dengan adanya kehadiran mineral-mineral khas. Proses ini disebut dengan alterasi hidrotermal dan daerah pengaruh interaksi larutan tersebut dengan batuan sampling disebut dengan zona alterasi (*alteration zone*). (Maulana, 2017)

2.3 Air Asam Tambang

Endapan bahan galian yang secara alami potensial menghasilkan air asam umumnya berupa bijih logam primer. Pembentukan air asam terjadi pada endapan mengandung mineral sulfida yang tersingkap atau berada dekat permukaan, sehingga pada kondisi terpapar pada udara bebas akan teroksidasi dan terlarutkan membentuk air asam. Air asam ini akan melarutkan logam-logam yang terlewati sehingga terdispersi bersama aliran permukaan atau air tanah, membentuk anomali geokimia atau peninggian nilai kandungan unsur logam pada daerah di sekitarnya. Dispersi unsur logam terlarut akan terus meluas ke arah hilir. Endapan bijih logam primer umumnya tersusun atas bahan resisten terhadap erosi, sehingga membentuk morfologi tinggi. Oleh sebab itu akan lebih memungkinkan air asam yang terbentuk mengalir dengan mudah ke arah daerah dengan morfologi lebih rendah di sekitarnya. (Suprpto, 2006)

Pada dasarnya, air asam tambang terbentuk dari kegiatan penggalian dan penimbunan di areal pertambangan. Kedua kegiatan tersebut berpotensi membuat mineral sulfida yang tadinya terkungkung dalam batuan di bawah permukaan menjadi terdedah (*exposed*) di udara terbuka. Hal tersebut menyebabkan terjadinya kontak antara oksigen, mineral sulfida, dan juga air yang dapat menyebabkan terjadinya reaksi oksidasi yang menghasilkan ion-ion ferro dan asam sulfat. Selain sebagai salah satu reaktan, keberadaan air juga akan menjadi produk hasil oksidasi terutama asam sulfat yang mengakibatkan peningkatan keasaman air. Sehingga, air asam tambang menjadi bersifat korosif yang mengganggu ekosistem akuatik. Air asam tambang juga berpotensi membawa ion-ion logam jika alirannya kontak dengan batuan yang mengandung



mineral-mineral logam dan dapat menyebabkan peningkatan kadar logam di dalam air (Gautama, 2019).

Pembentukan air asam tambang tidak dipengaruhi oleh iklim, air asam tambang dapat ditemukan baik di lokasi pertambangan yang dengan tingkat curah hujan yang tinggi maupun pada daerah yang relatif kering. Hal tersebut terjadi karena sumber air untuk air asam tambang ini dapat berasal dari air hujan, air limpasan hujan, dan air tanah. Selain itu, pembentukan air asam tambang dapat berlangsung cepat ataupun lambat setelah terdedahnya mineral sulfida (Gautama, 2019).

Terdapat tiga komponen utama yang mempengaruhi terbentuknya air asam tambang diantaranya adalah mineral sulfida sebagai sumber/penyedia asam, oksigen sebagai pengubah senyawa sulfida menjadi ion-ion yang mudah larut serta air sebagai reaktan dan pelarut ion-ion hasil reaksi oksidasi serta sebagai media transportasi air asam tambang ke lingkungan (Wahyudi, 2014).

Air asam tambang mengandung banyak unsur logam beracun berbahaya yang menyebar ke lingkungan sekitar dapat terjadi secara alami maupun sebagai akibat kegiatan pertambangan. Dispersi logam yang terjadi secara alami akan membentuk rona awal kandungan logam di daerah sekitar tubuh bijih yang tinggi, yaitu diatas rata-rata pada kerak bumi (Wahyudi, 2014).



Tabel 1 Mineral Sulfida umum yang menghasilkan asam ketika teroksidasi (Plumlee, 1999)

Mineral	Formula
Common sulphides known (<i>inferred</i>) to generate acid with oxygen as the oxidant:	
Pyrite, marcasite	FeS_2
Pyrrhotite	Fe_{1-x}S
Bornite	Cu_5FeS_4
Arsenopyrite	FeAsS
Enargite/famatinite	$\text{Cu}_3\text{AsS}_4/\text{Cu}_3\text{SbS}_4$
Tennantite/tetrahedrite	$(\text{Cu,Fe,Zn})_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}/(\text{Cu,Fe,Zn})_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$
Realgar	AsS
Orpiment	As_2S_3
Stibnite	Sb_2S_3
Common sulphides that may generate acid with ferric iron as the oxidant:	
All of the above plus:	
Sphalerite	ZnS
Galena	PbS
Chalcopyrite	CuFeS_2
Covellite	CuS
Cinnabar	HgS
Millerite	NiS
Pentlandite	$(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$
Greenockite	CdS



Tabel 2 Nilai Potensi Penetralkan dan pH dari Mineral yang umum dijumpai (Jambor, 2003)

Group	Formula	Buffer pH	Neutralization Potential Range (kg CaCO ₃ /tonne)
Carbonates			500-1,350
calcite, aragonite	CaCO ₃	5.5 – 6.9	
siderite	FeCO ₃	5.1 – 6.0	
malachite	Cu ₂ CO ₃ (OH) ₂	5.1 – 6.0	
Oxides			
gibbsite	Al(OH) ₃	3.7 – 4.3	
limonite/goethite	FeOOH	3.0 – 3.7	
ferrihydrite	Fe(OH) ₃	2.8 – 3.0	
Jarosite	KFe ₃ (SO ₄) ₂ (OH) ₆	1.7 – 2.0	
Aluminosilicates		0.5 – 1.5	
Feldspar Group			
K-feldspar	(K,Na)AlSi ₃ O ₈		0.5-1.4
albite (Ab100-Ab50)	NaAlSi ₃ O ₈		0.5-2.6
anorthite (An51-An100)	CaAl ₂ Si ₂ O ₈		5.3-12.5
Pyroxene Group	(Me)(Si,Al) ₂ O ₆		0.5-9.5
Amphibole Group	(Me) ₇₋₈ ((Si,Al) ₄ O ₁₁)(OH) ₂		0.2-8.1
Mica Group			
muscovite	KA ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂		0.3
biotite	K(Mg,Fe) ₃ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂		2.7-8.8
Chlorite Group	(Mg,Fe,Al) ₆ (Al, Si) ₄ O ₁₀ (OH) ₈		0.8-21.6
Clay Group	(Me)(Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂		-2.7-29.0
Garnet Group	(Ca,Mg,Fe,Mn) ₃ (Al,Fe,Cr) ₂ (SiO ₄) ₃		1.3-6.3
Apatite Group	Ca ₅ (PO ₄) ₃ (F,Cl,OH)		2.7-11.3
Miscellaneous			
talc	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂		1.7
serpentine	Mg ₆ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₈		15.1-87.6
epidote	Ca ₂ (Al,Fe) ₃ Si ₃ O ₁₂ (OH)		1.0-3.0
wollastonite	CaSiO ₃		440

Metode pengujian yang umum meliputi: *net acid generation* (NAG), *acid neutralizing capacity* (ANC) dan analisa kandungan total sulfur (S) untuk mendapatkan nilai *maximum potential acid* (MPA). Perlu diketahui bahwa nilai MPA yang dihitung berdasarkan total sulfur ini cenderung lebih besar dari potensi nya, karena yang terukur dalam total sulfur tidak hanya *sulphide-sulfur*, *organic-sulfur* dan *sulfate-sulfur*. Dari nilai ANC dan MPA, kemudian itung nilai *net acid production potential* (NAPP), dimana NAPP = MPA



– ANC. Berdasarkan nilai pH dari uji NAG dan nilai NAPP, maka selanjutnya dapat dilakukan pengklasifikasian jenis batuan berdasarkan sifat kimianya. Sebagai contoh adalah: NAG $\text{pH} \geq 4$; $\text{NAPP} \leq 0$: *non acid forming* (NAF) dan; NAG $\text{pH} 0$: *potentially acid forming* (PAF). (Syamsidar, 2017)

NAPP merupakan hasil selisih antara MPA dan ANC, Nilai positif NAPP mengindikasikan bahwa sampel berpotensi membentuk asam (PAF), sementara nilai negatif NAPP mengindikasikan bahwa sampel tidak berpotensi membentuk asam (NAF). (Syamsidar, 2017)

