

**GEOLOGI, ALTERASI HIDROTERMAL DAN MINERALISASI
DAERAH CIURUG DAN SEKITARNYA, KECAMATAN NANGGUNG,
KABUPATEN BOGOR, PROVINSI JAWA BARAT**

Oleh :

Mohammad Tommy Agus Binsar, Yoga Aribowo*, Dian Agus Widiarso*
(corresponding email: tommy_geology@yahoo.com)*

** Program Studi teknik Geologi Universitas Diponegoro, Semarang*

*** PT. Aneka Tambang Unit Geomin Pongkor, Bogor*

ABSTRAK

The existence of metallic minerals in nature is closely related to geological conditions and hydrothermal alteration. hydrothermal alteration and mineralization occur due to hydrothermal solutions that change the physical and chemical properties of rocks and carrying metal elements which will be deposited on rock porosity and permeability have. hydrothermal alteration will make a special characteristic as an altered mineral association. Study of this alteration zone and mineralization will help us to make a plan for metal resources exploration. The purpose of this study was to determine the geological conditions study area include the morphology , lithology , structural geology , hydrothermal alteration zones , mineralization and determine the relationship between geology , hydrothermal alteration , and mineralization.

Methods of research is using survey and analysis methods. Survey conducted by the method of data that collected in the field in the form of surface geological mapping. The analysis method was analysis of petrology, petrography, X-ray (XRD), and geological structure.

Regional geomorphology of Ciurug Area classification based on Van Zuidam (1983) is divided into two units , namely units steep hilly volcanic landforms and volcanic landform units is very steep mountains. Lithology of the study area consists of older to younger andesite breccia , andesite lava, lapilli tuff , tuff , and andesite intrusion . Geological structure of the study area has a north-south direction . Hydrothermal alteration zones are present in the study area is the zone of argillic (Illit - Kaolin) , propylitic zone (Smectite - Chlorite) , and silicified zones (Silica - Quartz) . Mineralization in the area of research in the form of quartz veins and disseminated pyrite and chalcopyrite mineralization as ore deposits . Type of sediment deposition area of research is a low sulfidation epithermal type.

Keywords : Geology , hydrothermal alteration , mineralization

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk maka permintaan akan kebutuhan primer dan sekunder akan semakin meningkat. Salah satu kebutuhan sekunder yang paling banyak diminati oleh penduduk di dunia saat ini adalah logam mulia khususnya emas. Hal ini disebabkan oleh keterdapatannya yang cukup langka dan dari zaman dahulu emas sering digunakan sebagai alat tukar yang dipercaya. Emas (Au) merupakan logam mulia dan komoditas yang sangat berharga. Logam emas termasuk golongan *native element*, dengan sedikit komposisi perak, tembaga, atau besi.

Salah satu lokasi keterdapatan endapan emas di Indonesia adalah Lapangan Pongkor yang di kelola oleh PT. Aneka Tambang Tbk. Emas yang dihasilkan dari Lapangan Pongkor ini merupakan hasil dari endapan *epithermal* sulfidasi rendah serta berkembang tipe alterasi argilik, propilitik, dan silisifikasi. Emas pada daerah ini akan dijumpai berasosiasi dengan mineral-mineral pirit, kalkopirit dan sfalerit.

Oleh karena itu, penulis dalam tugas akhir ini mengangkat topik "Geologi, Alterasi Hidrotermal dan Mineralisasi Daerah Ciurug dan Sekitarnya, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat".

II. LOKASI PENELITIAN

Lokasi daerah penelitian secara administratif terletak di daerah konsesi UBPE Pongkor PT. Aneka Tambang, Tbk (Persero) seperti pada Gambar 1.1. Secara geografis, daerah penelitian berada pada 0669000 - 0673500 Meter Timur dan 9240000-

9258500 Meter Utara (koordinat UTM zona 67). Termasuk dalam peta rupa bumi digital bakosurtanal, lembar 1209-131 (Cihiris), skala 1 : 25.000, dengan luas daerah penelitian kurang lebih 25 km².

III. GEOLOGI REGIONAL

Berdasarkan geologi regional menurut Van Bemmelen (1949) maka daerah penelitian termasuk kedalam Formasi Cimapag. Formasi Cimapag berumur akhir Miosen Awal, merupakan breksi atau konglomerat, terendapkan pada lingkungan laut-darat. Anggota Batugamping dicirikan oleh sisipan batugamping pada bagian bawah formasi. Anggota Batulempung dicirikan oleh sisipan tipis sedimen klastika halus tufan di bagian atas formasi. Menindih tidak selaras satuan batuan yang lebih tua.

IV. TINJAUAN PUSTAKAN

4.1 Alterasi Hidrotermal

Guilbert dan Park (1986) mengemukakan alterasi merupakan perubahan di dalam komposisi mineralogi suatu batuan (terutama secara fisik dan kimia), khususnya diakibatkan oleh aksi dari larutan hidrotermal. Alterasi hidrotermal merupakan konversi dari gabungan beberapa mineral.

Interaksi antara larutan hidrotermal dengan batuan yang dilewati akan menyebabkan terubahnya mineral-mineral penyusun batuan samping dan membentuk mineral alterasi.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi perubahan yang terjadi pada batuan akibat naiknya fluida hidrotermal, antara lain:

- Temperatur dan tekanan pada saat reaksi berlangsung
- Sifat kimia larutan hidrotermal (EH, pH)
- Konsentrasi larutan hidrotermal
- Komposisi batuan sampling
- Durasi aktivitas hidrotermal
- Permeabilitas

4.2 Zonasi Alterasi Hidrotermal Pada Sistem Epitermal

Menurut Corbett dan Leach (1996) alterasi pada endapan epitermal diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Propilitik

Dicirikan oleh kehadiran klorit disertai dengan beberapa mineral epidot, illit/serisit, kalsit, albit, dan anhidrit. Terbentuk pada temperatur 200°-300°C pada pH mendekati netral, dengan salinitas beragam, umumnya pada daerah yang mempunyai permeabilitas rendah. Terdapat empat kecenderungan himpunan mineral yang hadir pada tipe propilitik, yaitu klorit-kalsit-kaolinit, klorit-kalsit-talk, klorit-epidot-kalsit, klorit-epidot.

2. Propilitik dalam (*inner propilitik*)

Zona alterasi pada sistem epitermal sulfidasi rendah yaitu fluida kaya klorida, pH mendekati netral umumnya menunjukkan zona alterasi seperti pada sistem porfir. Zona propilitik dalam untuk zona pada bagian yang bertemperatur tinggi yaitu >300°C dicirikan oleh kehadiran epidot, aktinolit, klorit, dan illit.

3. Argilik

Pada tipe argilik terdapat dua kemungkinan himpunan mineral, yaitu muskovit-kaolinit-monmorilonit dan muskovit-klorit-

monmorilonit. Himpunan mineral pada tipe argilik terbentuk pada temperatur 100°-300°C (Pirajno, 1992; dalam Corbett dan Leach, 1996), fluida asam-netral, dan salinitas rendah.

4. Argilik lanjut (*advanced argilic*)

Sedangkan untuk sistem epitermal sulfidasi tinggi yaitu fluida kaya asam sulfat, zona *advanced argilic* yang dicirikan oleh kehadiran himpunan mineral pirofilit-diaspor-andalusit-kuarsa-turmalin-enargit-luzonit untuk temperatur tinggi yaitu 250°-350°C, atau himpunan mineral kaolinit-alunit-kalsedon-kuarsa-pirit untuk temperatur rendah yaitu <180°C.

5. Potasik

Zona alterasi ini dicirikan oleh mineral ubahan berupa biotit sekunder, K-Feldspar, kuarsa, serisit dan magnetit. Pembentukan biotit sekunder ini dapat terbentuk akibat reaksi antara mineral mafik terutama hornblende dengan larutan hidrotermal yang kemudian menghasilkan biotit, feldspar maupun piroksen. Selain itu tipe alterasi ini dicirikan oleh melimpahnya himpunan muskovit-biotit-alkali felspar-magnetit. Anhidrit sering hadir sebagai asesori serta sejumlah kecil albit, dan titanit (*sphene*) atau rutil kadang terbentuk. Alterasi potasik terbentuk pada daerah yang dekat batuan beku intrusif yang terkait, fluida yang panas lebih dari 300°C, salinitas tinggi, dan dengan karakter magmatik yang kuat. Selain biotisasi tersebut mineral klorit muncul sebagai penciri zona ubahan potasik ini. Klorit merupakan mineral ubahan dari mineral mafik terutama

piroksen, hornblende maupun biotit, hal ini dapat dilihat bentuk awal dari mineral piroksen terlihat jelas mineral piroksen tersebut telah mengalami ubahan menjadi klorit.

6. Filik

Zona alterasi ini biasanya terletak pada bagian luar dari zona potasik. Batas zona alterasi ini berbentuk *circular* yang mengelilingi zona potasik yang berkembang pada intrusi. Zona ini dicirikan oleh kumpulan mineral serisit dan kuarsa sebagai mineral utama dengan mineral pirit yang melimpah serta sejumlah anhidrit. Mineral serisit terbentuk pada proses hidrogen metasomatis yang merupakan dasar dari alterasi serisit yang menyebabkan mineral feldspar yang stabil menjadi rusak dan teralterasi menjadi serisit dengan penambahan unsur H^+ , menjadi mineral phylsilikat atau kuarsa. Zona ini tersusun oleh himpunan mineral kuarsa-serisit-pirit, yang umumnya tidak terdapat mineral-mineral lempung atau alkali feldspar. Namun, beberapa dijumpai sedikit anhidrit, klorit, kalsit, dan rutil. Terbentuk pada temperatur sedang-tinggi yaitu $230^{\circ}C-400^{\circ}C$, fluida asam-netral, salinitas beragam, pada zona permeabel, dan pada batas dengan urat.

7. Skarn

Alterasi ini terbentuk akibat kontak antara batuan sumber dengan batuan karbonat, zona ini sangat dipengaruhi oleh komposisi batuan yang kaya akan mineral karbonat. Pada kondisi yang kurang akan air, zona ini dicirikan oleh pembentukan mineral garnet, klinopiroksen dan wollastonit serta mineral magnetit dalam jumlah yang cukup besar,

sedangkan pada kondisi yang kaya akan air, zona ini dicirikan oleh mineral klorit, tremolit-aktinolit dan kalsit dan larutan hidrothermal. Garnet-piroksen-karbonat adalah kumpulan yang paling umum dijumpai pada batuan induk karbonat. Amfibol umumnya hadir pada skarn sebagai mineral tahap akhir yang menutupi mineral-mineral tahap awal. Aktinolit (CaFe) dan tremolit (CaMg) adalah mineral amfibol yang paling umum hadir pada skarn. Jenis piroksen yang sering hadir adalah diopsid (CaMg) dan hedenbergit (CaFe). Alterasi skarn terbentuk pada fluida yang mempunyai salinitas tinggi dengan temperatur tinggi sekitar $300^{\circ}C-700^{\circ}C$.

4.3 Mineralisasi

Mineralisasi adalah proses pergantian unsur-unsur tertentu dari mineral yang ada pada batuan dinding digantikan oleh unsur lain yang berasal dari larutan sehingga menjadi lebih stabil. Proses ini berlangsung dengan cara pertukaran ion.

V. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan yaitu dengan melakukan pemetaan geologi pada Daerah Pongkor meliputi geomorfologi, litologi, stratigrafi dan struktur geologi. Penelitian ini juga menggunakan metode analisis petrografi, XRD, dan analisis mineragrafi, untuk mengidentifikasi mineral ubahan dan mineral bijih.

VI. PEMBAHASAN

6.1 Litologi

Satuan litologi yang ada pada daerah penelitian secara umum adalah batuan vulkanik, dimana pada daerah penelitian dapat dibagi menjadi 5 satuan batuan. Urutan satuan batuan dari tua ke muda yaitu Satuan Breksi Andesit, Satuan Lava Andesit, Satuan Tuf Lapili, Satuan Tuf, dan Satuan Intrusi Andesit. Penentuan umur satuan batuan di daerah penelitian menggunakan kesebandingan, mengacu pada Sujatmiko dan Santoso (1993; dalam Hendriawan, 2012) maka kelima satuan batuan tersebut terbentuk pada umur Miosen.

Satuan breksi andesit memiliki cakupan luas $\pm 10\%$ dari daerah penelitian, penyebarannya terutama pada sepanjang hilir Sungai Cisarua. Umumnya menempati sebagian perbukitan dengan elevasi rendah pada satuan bentuklahan berbukit bergelombang. Pada pengamatan secara megaskopis breksi andesit ini memiliki kenampakan berupa warna abu-abu gelap, fragmen berukuran >64 mm, tersusun atas matriks tuf dan fragmen andesit, komponen penyusun utama terdiri dari andesit, bentuk butir menyudut tanggung (*subangular*) hingga membulat tanggung (*subrounded*), sortasi buruk dan kemas terbuka. Satuan ini mengalami alterasi (*altered*).

Satuan lava andesit memiliki cakupan luas $\pm 10\%$ dari daerah penelitian, penyebarannya terutama di beberapa titik hulu Sungai Cikaniki, dan Cisarua. Pelamparan satuan batuan ini adalah secara vertikal (searah dengan dip). Umumnya menempati sebagian daerah dengan elevasi tinggi pada daerah penelitian. Pada pengamatan

secara megaskopis Satuan Lava Andesit ini memiliki kenampakan berwarna hitam. Batuan ini memiliki tekstur yang kompak dan keras. Satuan batuan ini memeperlihatkan struktur primer batuan berupa *sheeting joint* (kekar berlembar) yang mengindikasikan bahwa batuan ini membeku dengan cepat pada suhu yang rendah dan dekat dengan permukaan.

Satuan tuf lapili memiliki cakupan luas $\pm 60\%$ dari daerah penelitian, penyebarannya terutama pada sepanjang hulu Sungai Cisarua, Cikaniki, Cisuren dan Ciparay. Umumnya menempati sebagian perbukitan dengan elevasi tinggi pada satuan bentuklahan sangat terjal. Pada pengamatan secara megaskopis Satuan Tuf Lapili ini memiliki kenampakan berwarna abu-abu gelap, abu-abu kehijauan, abu-abu kekuningan dan abu-abu keputihan. Batuan ini tersusun dari matriks berukuran *ash* (<2 mm) dan fragmen berukuran lapili (2-64mm). Bentuk butir menyudut tanggung (*subangular*) hingga membulat tanggung (*subrounded*), sortasi buruk dan kemas terbuka.

Satuan tuf memiliki cakupan luas $\pm 10\%$ dari daerah penelitian, penyebarannya terutama pada sepanjang hilir Sungai Cikaniki, Ciparay, dan sebagian Desa Malasari. Umumnya menempati sebagian perbukitan dengan elevasi rendah pada daerah penelitian. Pada pengamatan secara megaskopis Satuan Tuf ini memiliki kenampakan berupa warna abu-abu keputihan. Batuan ini tersusun dari material berukuran *ash* (<2 mm). Bentuk butir secara umum adalah membulat

(*rounded*), sortasi baik dan kemas tertutup.

Satuan Intrusi Andesit menempati cakupan luas $\pm 10\%$ dari daerah penelitian. Satuan batuan ini terdapat pada bagian tengah pada daerah penelitian. Satuan batuan ini termasuk ke dalam bentuklahan perbukitan sangat terjal pada daerah penelitian. Pada pengamatan secara megaskopis batuan ini memiliki kenampakan berupa warna abu-abu gelap, komponen penyusun utama terdiri dari kristal-kristal mineral. Satuan ini mengalami alterasi (*altered*) karena dijumpai mineral ubahan pada batuan ini. Batuan ini muncul sebagai kekar kolom dengan bentuknya yang menyerupai balok.

6.2 Alterasi

Alterasi pada daerah penelitian terbagi menjadi 3 zona, yaitu :

- Zona alterasi kaolin-illit (alterasi argilik)
- Zona alterasi klorit-smektit (alterasi propilitik)
- Zona silisifikasi

a) Zona Alterasi Kaolin-Ilit (Alterasi Argilik)

Zona alterasi kaolin-Ilit (alterasi argilik) mempunyai cakupan luas sekitar 30% dari lokasi penelitian. Zona alterasi ini terdapat pada satuan litologi tuf lapili dan tuf.

Pada zona argilik ini dijumpai adanya mineralisasi berupa *disseminated pyrite* dan mineral oksida berupa *hematite*. Adanya mineral-mineral oksida ini menunjukkan bahwa pada daerah penelitian proses oksidasi berlangsung cukup intensif.

Berdasarkan analisis XRD (*X-ray diffractioin*) batuan yang

mengalami alterasi argilik pada STA 91 mempunyai komposisi mineral-mineral berupa kuarsa, arsenopyrite, illite, pyrite, seperti pada Gambar 8. Berdasarkan temperatur pembentukan mineral menurut White dan Heddenquist (1995) maka zona alterasi argilik terbentuk pada suhu 110-200°C dan pH fluida berkisar 3 – 5 yakni dari asam kemudian mendekati netral.

b) Zona Alterasi Klorit-Smektit (Alterasi Propilitik)

Zona alterasi klorit-smektit (alterasi propilitik) mempunyai cakupan luas sekitar 10% dari lokasi penelitian. Zona alterasi ini terdapat pada satuan litologi tuf lapili. Pengamatan alterasi propilitik secara megaskopis di lapangan memperlihatkan warna batuan abu-abu kehijauan, dengan komposisi penyusun relatif lunak. Warna hijau pada alterasi ini umumnya diperlihatkan oleh kehadiran mineral klorit.

Berdasarkan analisis XRD (*X-ray diffractioin*) batuan yang mengalami alterasi propilitik pada STA 133 mempunyai komposisi mineral-mineral berupa kuarsa, smektit dan klorit seperti pada Gambar 9.

Berdasarkan temperatur pembentukan mineral menurut White dan Heddenquist (1995) maka mineral-mineral yang ada pada alterasi propilitik adalah terbentuk pada suhu 140-220 dan pH fluida berkisar 5 – 7 yakni dari intermediet asam kemudian mendekati netral.

c) Zona Silisifikasi

Zona alterasi silisifikasi mempunyai cakupan luas sekitar 10% dari lokasi penelitian. Zona alterasi ini terdapat pada satuan

litologi tuf lapili. Pengamatan alterasi silisifikasi secara megaskopis di lapangan memperlihatkan warna batuan cerah, dengan komposisi penyusun keras. warna cerah dan batuan yang mempunyai tingkat kekerasan yang tinggi diakibatkan oleh adanya penambahan silika pada batuan.

Berdasarkan analisis XRD (*X-ray diffractioion*) batuan yang mengalami alterasi silisifikasi pada STA 37 mempunyai komposisi mineral-mineral berupa kuarsa, dan *anorthite* seperti pada Gambar 7.

Berdasarkan temperatur pembentukan mineral menurut White dan Heddenquist (1995) maka mineral-mineral yang ada pada alterasi propilitik adalah terbentuk pada suhu 110-200°C dan pH fluida berkisar 3 – 4 yakni lebih cenderung bersifat asam.

6.3 Mineralisasi

Pada sistem epitermal sulfidasi rendah Pongkor, mineralisasi yang terdapat berupa urat kuarsa dan *disseminated* mineral bijih. Mineralisasi bijih pada daerah penelitian menunjukkan adanya pola sebaran *disseminate*. Pada pengamatan megaskopis dapat diamati hadirnya mineral bijih sulfida berupa *disseminated pyrite*. Pada pengamatan mikroskopis dengan analisis mineragrafi dapat diamati adanya mineral *pyrite* (FeS₂) dan *sphalerite*.

6.4 Korelasi Antara Kondisi Geologi, Alterasi *hidrothermal*, dan Mineralisasi Daerah Ciurug dan Sekitarnya

Endapan hidrotermal merupakan endapan yang dihasilkan

oleh proses pergantian mineral-mineral lama oleh mineral baru dibawah pengaruh larutan hidrotermal. Larutan hidrotermal adalah suatu cairan atau fluida yang panas dan berasal dari kulit bumi yang kemudian bergerak naik ke atas dengan membawa komponen-komponen mineral logam, fluida ini merupakan larutan sisa yang dihasilkan pada proses pembekuan magma (Bateman, 1981; dalam Aswinda, 2011).

Secara umum, proses mineralisasi tidak hanya dipengaruhi oleh adanya fluida hidrotermal yang berfungsi sebagai larutan pembawa mineral, tetapi juga dipengaruhi oleh adanya permeabilitas atau zona lemah yang berfungsi sebagai saluran untuk lewat fluida hidrotermal dan sebagai ruang untuk pengendapan larutan hidrotermal. Adanya permeabilitas atau zona lemah yang terbentuk dipengaruhi oleh adanya struktur geologi yang mengontrol daerah tersebut. Berdasarkan hal tersebut dimungkinkan mineralisasi di daerah penelitian terkait dengan struktur sesar dan kekar yang telah terbentuk. Struktur kekar dan sesar berperan sebagai ruang bagi larutan hidrotermal untuk mengendapan mineral, sehingga urat – urat kuarsa (*veinlets*) yang ada akan mengikuti pola struktur sesar dan kekar.

Proses alterasi *hidrothermal* dimulai dengan naiknya larutan asam sulfat yang melewati atau menerobos satuan batuan yang telah terbentuk. Setelah itu, karena Bergeraknya larutan *hydrothermal* secara lateral mengakibatkan adanya interaksi antara larutan dengan batuan samping menghasilkan alterasi

propilitik dengan mineral ubahan penciri berupa klorit. Keterdapatannya mineral ubahan ini masih diinterpretasi bahwa zona ini masih berada dekat dengan sumber panas. Setelah Zona Alterasi Propilitik terbentuk, terjadi proses bercampurnya larutan hidrotermal di dalam zona rekahan yang terbentuk oleh sesar. Larutan hidrotermal yang masih kaya akan larutan asam sulfat masih mempengaruhi batuan samping yang dilaluinya dan mempengaruhi ubahan batuan yang dilaluinya dengan kehadiran mineral silika dominan, dalam hal ini yaitu kuarsa. Kehadiran mineral silika ini menandakan bahwa zonasi ini masih relatif dekat dengan sumber panas dan sumber fluida hidrotermal pembawa larutan asam sulfat tersebut. Selanjutnya, semakin ke permukaan pengaruh air meteorik semakin banyak sehingga membentuk mineral-mineral yang bersuhu rendah, yaitu menghasilkan mineral lempung. Zona alterasi yang terbentuk yaitu zona alterasi argilik dengan mineral ubahan pencirinya illit-kaolin.

Larutan *hydrothermal* yang mengenai batuan yang memiliki porositas dan permeabilitas yang baik juga membawa serta mengendapkan unsur mineral-mineral (mineralisasi) logam seperti emas, kalkopirit, dan pirit.

VII. KESIMPULAN

1. Stratigrafi daerah penelitian dari tua sampai muda terdiri dari Satuan Breksi Andesit, Satuan Lava Andesit, Satuan Tuf Lapili, Satuan Tuf, dan Satuan Intrusi Andesit.

2. Zona alterasi *hydrothermal* yang berkembang di Daerah Ciurug dan Sekitarnya adalah adalah zona Kaolinit-Illit (Argilik), zona Klorit-Smektit (Propilitik), dan Silika (Silisifikasi).
3. Mineralisasi yang terbentuk di Daerah Ciurug dan Sekitarnya yaitu *disseminated* dan *stockwork* berupa pirit dan sfalerit. Tipe endapan daerah penelitian yakni tipe epitermal sulfidasi rendah.
4. Korelasi antara kondisi geologi dengan alterasi dan mineralisasi Daerah Ciurug dan Sekitarnya yakni struktur geologi berperan sebagai jalur fluida hidrotermal bergerak sehingga menyebabkan batuan samping yang dilalui mengalami ubahan dalam sifat fisik dan kimiawinya (alterasi) dan fluida hidrotermal tersebut membawa unsur mineral-mineral logam yang terendapkan di batuan yang memiliki porositas dan permeabilitas yang baik (mineralisasi).

VIII. UCAPAN TERIMA KASIH

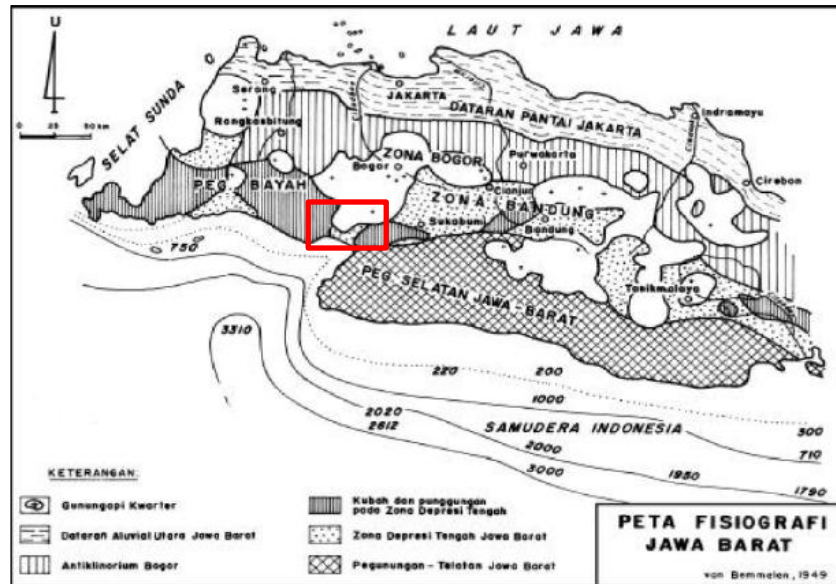
Terima kasih saya sampaikan kepada PT. Antam Tbk. yang telah memberikan izin penelitian, para *Geologist* PT. Antam Tbk yang telah memberikan banyak ilmu baru, Pak Yoga Aribowo dan Pak Dian Agus widiarso selaku pembimbing saya di kampus yang telah memberikan masukan dan arahan dalam penulisan hasil penelitian ini, dan kepada seluruh pihak yang telah mendukung saya selama melaksanakan penelitian hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

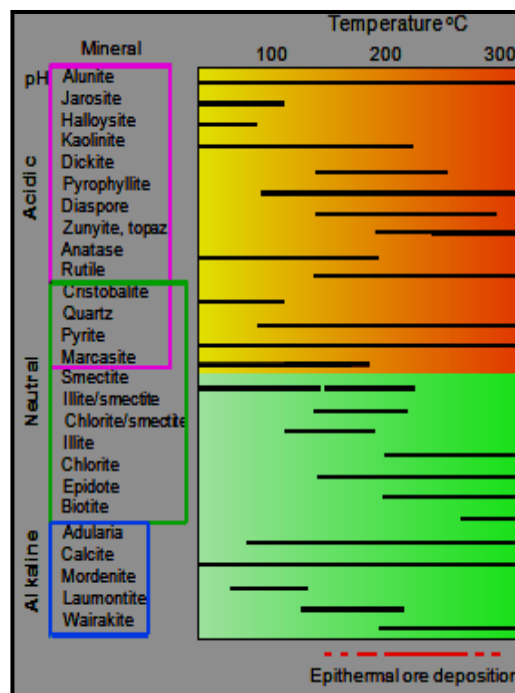
Antam Unit Geomin., 2011. *Laporan Bulanan Blok Ciurug*.

- Antam: Pongkor. (tidak dipublikasikan)
- Aswinda, Yashinta, 2011. *Geologi, mineralisasi, dan perhitungan cadangan vein timur tengah ciurug, Daerah ciurug dan sekitarnya, Kecamatan nanggun, Kabupaten bogor, provinsi jawa barat*. Tugas Akhir Sarjana pada Teknik Geologi UPN Yogyakarta. (tidak dipublikasikan).
- Lowell, J.D. dan Guilbert, J.M. 1970. *Lateral and vertical alteration mineralization zoning in porphyry ore deposits: Economic Geology*, volume ke-65.
- Pirajno, Franco. 1992. *Hydrothermal Processes and Mineral System*. Springer: Australia
- Van Bemmelen, R.W. 1949. *Geology of Indonesia, Volume IA*. The Hague Martinus Nijhoff, Nedherland, 732 h.
- White, N.C., Hedenquist, W. 1995. *Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics And Exploration*. SEG Newsletter No. 23, pp. 1, 9-13

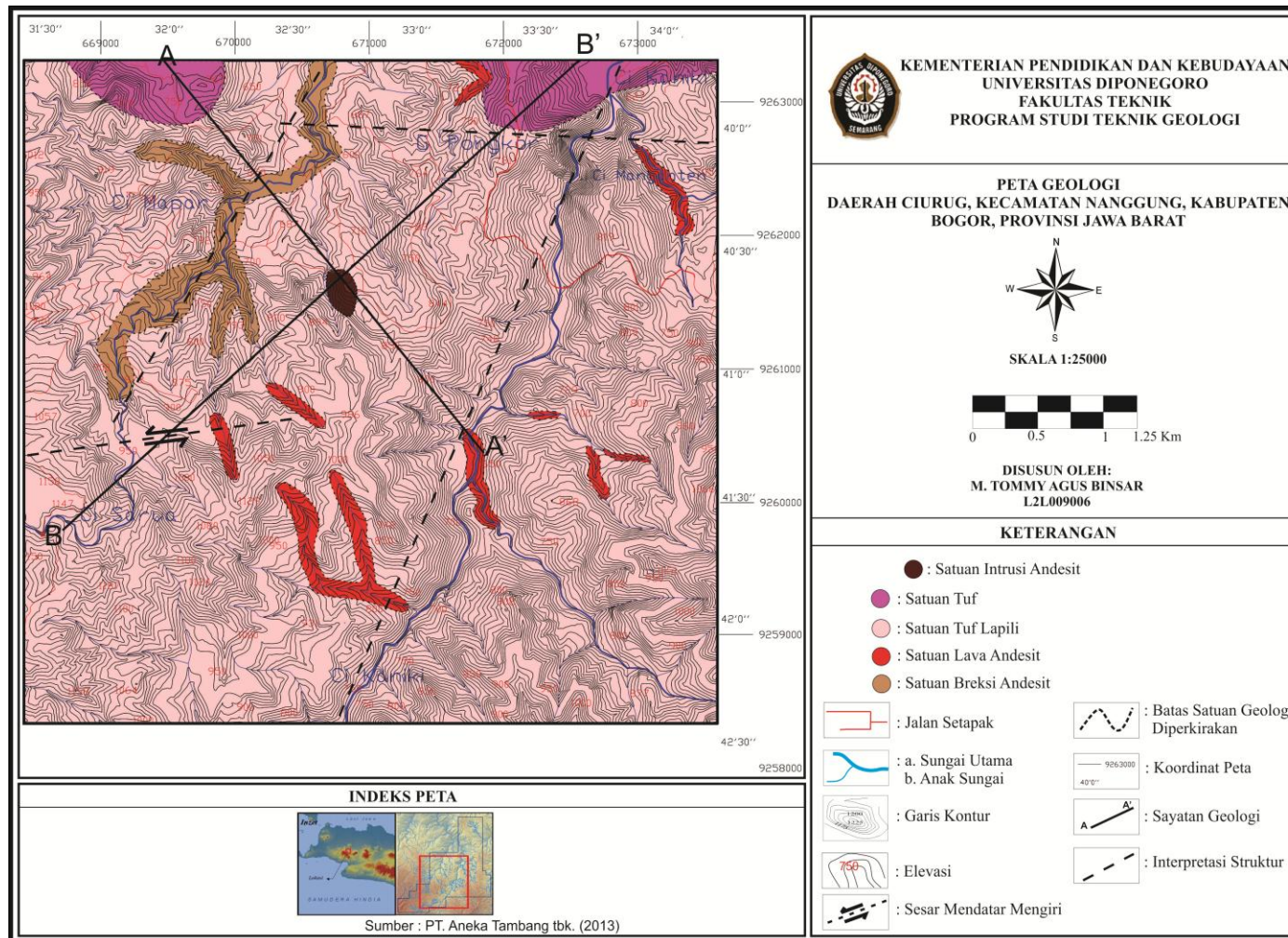
LAMPIRAN GAMBAR



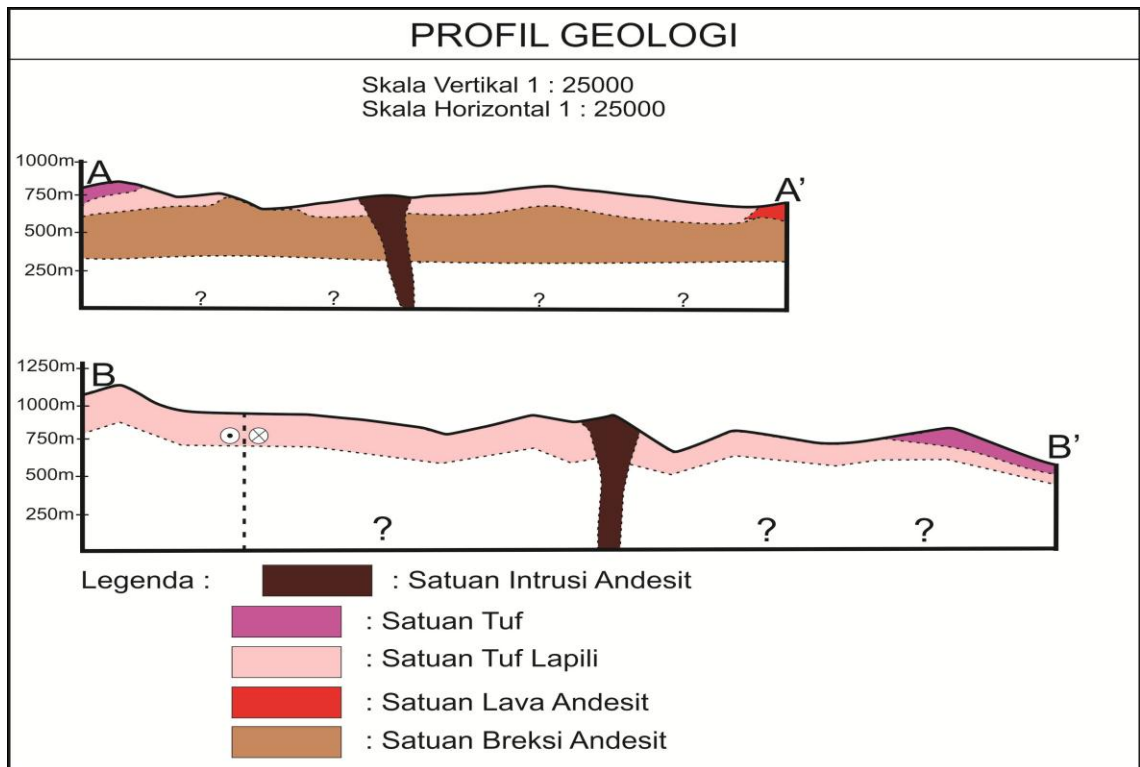
Gambar 1. Pembagian Fisiografi Jawa Barat (Van Bemmelen, 1949; dalam Aswinda, 2011) daerah penelitian berada dalam kotak merah.



Gambar 2. Stabilitas suhu dari mineral alterasi hidrothermal pada endapan epithermal (Henley dkk., 1983; dalam White dkk., 1995)



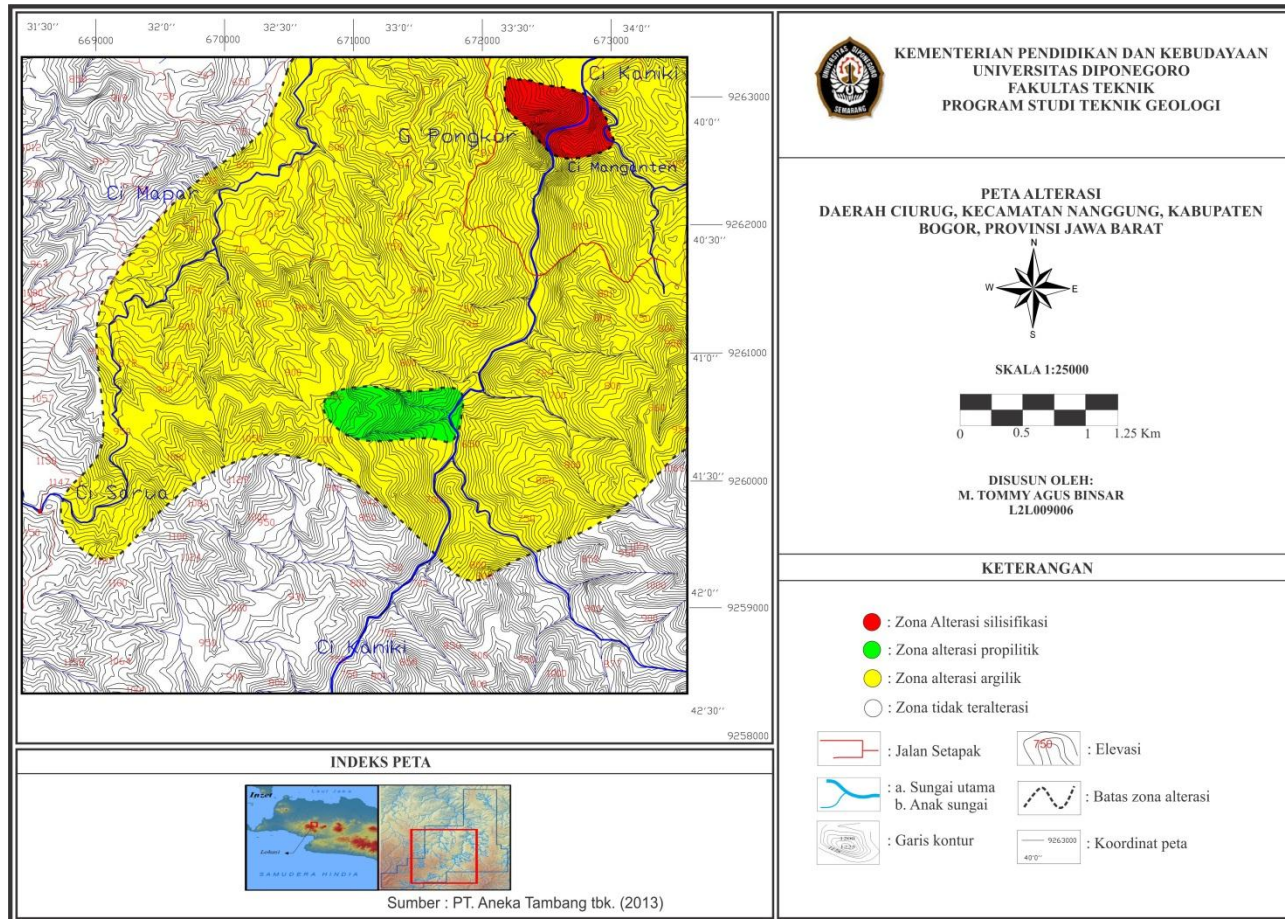
Gambar 3. Peta geologi daerah penelitian



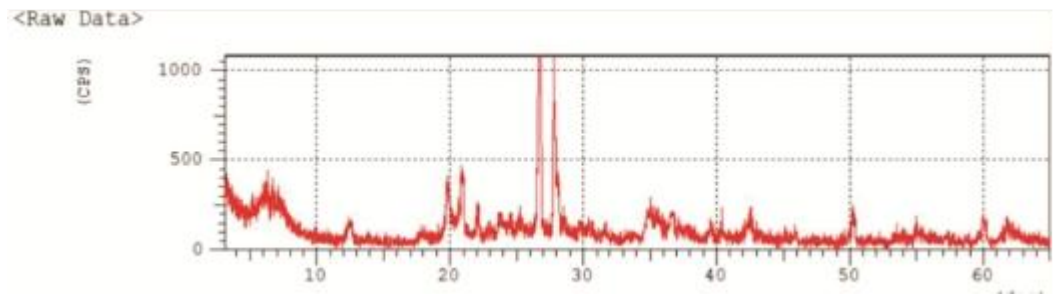
Gambar 4. Profil Geologi



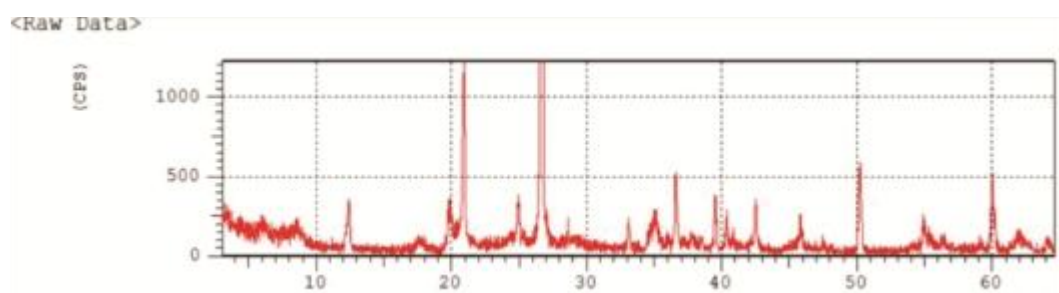
Gambar 5. Foto lapangan. a) Fragmen breksi andesit, b) Lava andesit, c) Tuf lapili, d) Tuf, e) Intrusi Andesit



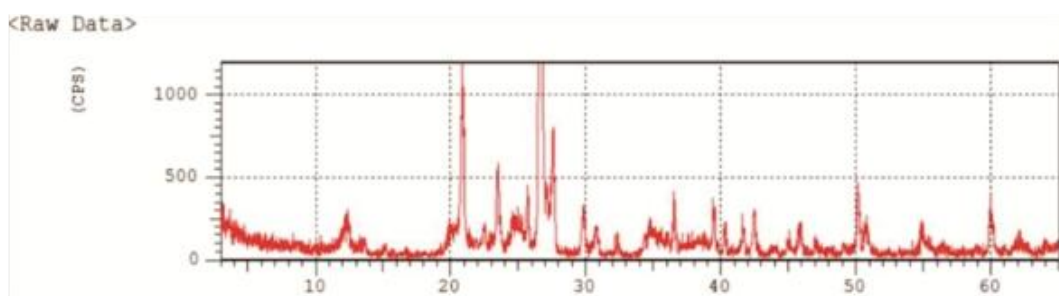
Gambar 6. Peta alterasi



Gambar 7. Hasil XRD STA 35



Gambar 8. Hasil XRD STA 91



Gambar 9. Hasil XRD STA 133