

POTENSI MINERAL BATUAN TAMBANG BUKIT 12 DENGAN METODE XRD, XRF DAN AAS

Rindang Kembar Sari

Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, IAIN
Bukittinggi email : rindangkembarsari@gmail.com

ABSTRACT

The mining area of Bukit 12 Mandailing Natal (Madina) was used as a gold mining public. Based on the physical properties of the rock could be estimated the potential of other minerals contents. Therefore, research is to identify the other material in rock. The methods of identify process are X-Ray Fluorescence (XRF), X-Ray Diffraction (XRD) and Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The result of measurement by XRF method shows that mineral elements in rocks mining composed by 62.176% Si, 21.997% Al, 6.81% C, 4.193% Fe, 2.884% Cu, while the oxide are 66.66% SiO₂, 25.240% Al₂O₃, 3.292% K₂O, Fe₂O₃ 2.201% and 1.257% CuO. The result of measurement by using XRD method describe that rock mining produces the highest peak to indicate SiO₂ about 75%, Gold (Au) 21% and copper (Cu) 4%. Furthermore, AAS method shows the mineral elements / compounds contained in the rock are 1.77% Fe, 1.16% Cu, 90.43% SiO₂ and 2:05.% Al₂O₃. The results of three methods identify that rock mining in Bukit 12 contain dominant minerals namely silicon oxide (SiO₂), Cu, Fe and Al (Al₂O₃).

Keywords: *Batuan tambang, X-ray Fluorescence(XRF), X-ray Diffraction (XRD), Atomic Absorption Spectrofotometer(AAS).*

PENDAHULUAN

Pertambangan merupakan salah satu mata pencaharian penduduk Indonesia. Pertambangan dilakukan manusia dengan menggali, mengambil, dan mengolah sumber daya alam yang terdapat di perut bumi untuk memenuhi sebagian kebutuhan manusia. Kegiatan pertambangan tidak terbatas pada upaya penggalian dan pengambilan saja, namun juga meliputi upaya-upaya pengolahan sumber daya tersebut untuk dijadikan barang setengah jadi sebagai bahan dasar industri.

Berdasarkan manfaat dan kegunaannya barang tambang dapat dikelompokkan menjadi: Golongan A yaitu barang tambang strategis dan penting untuk perekonomian negara, seperti minyak bumi, batubara, gas alam, bijih besi, tembaga, dan nikel; Golongan B yang merupakan barang tambang yang vital dan penting bagi kehidupan orang banyak atau penting untuk hajat hidup orang banyak, seperti emas,

perak, belerang, fosfat, dan mangan, dan; Golongan C yaitu barang tambang yang secara langsung digunakan untuk bahan keperluan industry, seperti batu gamping, kaolin, marmer, gips, dan batu apung.

Sumber daya mineral atau bahan galian adalah sumber daya yang telah disediakan oleh kulit bumi sebagai bagian dari mineral batuan dalam jumlah tertentu. Sumber daya ini jika diolah akan menghasilkan logam dan berbagai bahan keperluan proses industri untuk menunjang kehidupan manusia.

Sumber daya mineral yang tergolong tidak dapat diperbarui di antaranya logam mulia (emas, perak, platina), bukan logam mulia (tembaga, timbal, seng, timah, besi, mangan, nikel), dan bahan galian industri (fosfat, asbes, belerang, gamping, pasir kuarsa, oker, lempung, mangan, diatomae, gips dan anhidrid).

Daerah penghasil timah terdapat di daerah Riau (Pulau Lingga, Singkep,

Karimun, Kunder, dan Bangkinang), Pulau Bangka, dan Pulau Belitung. Pengeksploitasian timah di Indonesia seluruhnya dilakukan oleh PT Timah Tbk. yang berpusat di Pangkal Pinang (Pulau Bangka). PT Timah Tbk dalam kegiatan operasionalnya dibantu oleh PT Tambang Timah dan PT Koba Tin (keduanya anak perusahaan PT Timah Tbk.).

Hasil eksploitasi timah berupa bijih timah, kemudian diolah oleh pabrik peleburan timah sehingga menjadi timah batangan atau logam timah. Pusat peleburan timah di Indonesia terdapat di Muntok (Pulau Bangka). Pemanfaatan timah di dalam negeri antara lain digunakan untuk pembuatan kaleng, pipa saluran, pembungkus rokok, mata peluru, dan solder. Cadangan timah terdapat dalam urat-urat kuarsa dalam batuan granit dan skis, juga dalam endapan atau lapisan aluvial dan eluvial. Cadangan timah di Indonesia diperkirakan terdapat sekitar satu juta ton, jumlah ini mungkin bertambah jika telah dilakukan inventarisasi sumber daya yang lebih saksama.

Nikel kali pertama ditemukan di daerah Pomala (Sulawesi Tenggara) yaitu sekitar 1909. Deposit tersebut mulai dieksplorasi pada 1934 dan mulai berproduksi pada 1938. Cadangan nikel di Pomala sangat kecil sehingga hanya dapat memenuhi kebutuhan sampai 1962.

Bekas kegiatan penambangan nikel di daerah Pomala sekarang dijadikan pusat pengolahan bijih nikel oleh PT Aneka Tambang (PT Antam). Pada 1979 PT Antam melakukan penambangan nikel di Pulau Gebe (Maluku Utara). Daerah lain yang sedang dikembangkan untuk proyek penambangan nikel, yaitu Pulau Gee, Pulau Pakal, Tanjung Buli, Pulau Obi (Maluku Utara), serta Pulau Gag dan Pegunungan Cyclops (Papua).

Hasil penambangan nikel adalah bijih nikel, nikel matte, (bijih nikel yang sudah dipisahkan dengan bahan buangnya), dan ferronikel (campuran yang mengandung nikel 78% dan besi 0,7%).

Daerah deposit nikel di Indonesia adalah Sulawesi Selatan (Soroako), Sulawesi Tenggara (Kolaka), wilayah perbatasan Sulawesi (Selatan, Tengah, dan Tenggara), dan Papua. Deposit nikel terdapat pada silikat nikel dalam tanah laterit, pada batuan basa yang memiliki ciri berat jenis tinggi, berwarna gelap atau hijau-hijau gelap, serta kaya kandungan besi dan magnesium.

Bauksit merupakan kelompok mineral aluminium hidroksida. Memiliki warna putih atau kekuningan (keadaan murni), dan merah atau coklat jika tercampur (terkontaminasi) oleh besioksida atau bitumen. Bauksit relative sangat lunak (kekerasan 1–3), mudah larut dalam air, mudah patah, dan tidak mudah terbakar. Bauksit terjadi dari proses pelapukan (laterisasi) batuan induk yang erat kaitannya dengan persebaran batuan granit.

Bauksit dapat dijumpai di daerah-daerah aliran sungai, seperti di kepulauan Riau (pulau Bintan-Indonesia). Aluminium banyak dipergunakan untuk membuat perkakas dapur, industri mesin, dan industri pesawat terbang. Proses peleburan bauksit biasanya memerlukan tenaga listrik yang besar sehingga pada umumnya industri aluminium ditempatkan di daerah penghasil listrik, di antaranya di sekitar air terjun.

Pengelolaan tambang bauksit dilakukan oleh PT Antam dengan pusat pengolahannya di Kijang (Pulau Bintan, Riau) dengan luas area 8.002,4 ha. Pada 1997 mulai diproduksi bauksit dari dua area, yaitu dari Pulau Pari dan Galang (Kepulauan Riau) sebesar 808.749 metrik ton. Produksi bauksit pada 1998 mencapai 850.000 metrik ton.

Emas dan perak banyak dipergunakan untuk membuat barangperhiasan dan obat-obatan. Pada umumnya, emas digunakan sebagai alat pembayaran. Pada abad ke-16 dan-17 manusia banyak yang berlomba mencari emas ke berbagai daerah atau negara yang dianggap sebagai negara emas, terutama orang-orang Spanyol. Negara

yang banyak kandungan emasnya di antaranya Afrika Selatan (merupakan daerah terpenting penggalian emas di seluruh dunia, yang berpusat di kota Johannesburg), Rusia, Amerika Serikat (bagian barat Amerika Serikat, Alaska, Kanada), dan Australia. Cadangan perak jumlahnya jauh lebih banyak daripada emas sehingga harganya jauh lebih murah. Negara yang paling banyak kandungan peraknya adalah Meksiko. Logam emas dan perak sering terdapat bersamaan dan berasosiasi dengan logam-logam tembaga, besi, seng, dan logam platina. Logam emas paling mudah dikenali karena warnanya kuning, lunak, dapat ditempa, tahan terhadap asam, dan tidak mudah teroksidasi. Emas banyak ditemukan di urat-urat batuan atau gang di dalam batuan. Proses pengikisan pada saat erosi dapat menyebabkan kikisan emas yang akan terakumulasi di daerah endapan sekitar muara sungai. Oleh karena itu, terdapat beberapa pasir endapan yang bercampur emas. Dapat juga batuan yang bercampur emas kemudian mengendap ke tempat lain sehingga terjadi lapisan emas baru.

Potensi tambang emas di Indonesia terdapat di wilayah Sumatra Utara, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Tengah, Sulawesi Utara, Nusa Tenggara, dan Maluku (Pulau Halmahera dan Pulau Obi). Pengusahaan tambang emas di Indonesia sudah dilakukan sejak lama, seperti yang dilakukan di Rejang Lebong (Bengkulu), Cikotok (Jawa Barat), Bolaang Mongondow (Sulawesi Utara), dan Sambas (Kalimantan Barat). Eksploitasi tambang emas di Indonesia dilakukan oleh PT Antam, di antaranya di Jawa Barat dan Kalimantan Selatan. Adapun di Nanggroe Aceh Darussalam, Kalimantan Barat, dan Kalimantan Tengah dilakukan oleh pihak perusahaan swasta.

Produksi emas Indonesia pada 1995/1996 sebesar 65.864,5 kg dan perak sebesar 163.119,6 kg. Penjualan emas dalam negeri sebesar 3.747,2 kg dan perak

sebesar 57.258,7 kg, sedangkan nilai ekspor emas sebesar 60.022,8 kg.

Tembaga merupakan kelompok logam bukan besi yang telah dipergunakan sejak 3.500 SM oleh orang-orang Mesir. Tembaga dipadu dengan besi menjadi perunggu, sedangkan jika tembaga dipadu dengan seng menjadi kuningan. Tambang tembaga di Indonesia terdapat di Kalimantan, Pulau Sram, Papua, dan Maluku. Jumlah cadangan diperkirakan ada 170 juta ton dengan kadar tembaga 1%. Di Papua terdapat cadangan tembaga sebanyak 33 juta ton dengan kadar tembaga 2,5% dan besi 40,6%. Potensi tembaga terbesar di Indonesia berada di Tembapapura (Papua), yang pengelolaannya bekerja sama dengan PT Freeport Indonesia Company (Amerika Serikat) sejak 3 Maret 1973.



Gambar 1. Daerah Tambang Emas di Papua

Daerah Mandailing Natal adalah daerah yang memiliki cadangan mineral yang cukup besar. Data mengenai cadangan mineral di Mandailing Natal diunduh dari website Sihayo Gold Limited (SGL) maret 2011. Kondisi geologi regional menjadi penting untuk mengawali eksplorasi. Secara geologi regional, zona Gunung Kulabu dan sekitarnya terletak pada busur magmatik Pulau Sumatera. Busur magmatik ini terjadi karena adanya zona penunjaman pada palung di sebelah selatan-barat Pulau Sumatera. Zona penunjaman tersebut mengontrol terjadinya busur magmatik di tengah-tengah Pulau Sumatera, yang mana busur magmatik ini kemudian menjadi salah satu jalur naiknya fluida ke arah permukaan yang setelah melalui berbagai proses menghasilkan

cebakan-cebakan bijih. Dengan kondisi geologi regional yang sangat menunjang untuk pembentukan mineral berharga, maka eksplorasi di daerah ini menjadi sangat menantang para geolog. Para geolog dapat dengan mudah mendelineasi zona-zona yang berpotensi. Daerah di sekitar Gunung Kulabu terletak pada zona ini diantaranya daerah tambang tinggi.. Daerah tambang tinggi (sekitar muara sipongi) adalah satu daerah yang disebut sebagai *'gold and copper-gold area prospect'* alias "zona prospek emas dan tembaga skala besar. Daerah tambang tinggi digolongkan ke dalam jenis cebakan emas-tembaga porfiri dalam (*deep porphyry Au-Cu deposits*). Tipe-tipe endapan porfiri seperti ini terdapat di banyak tambang-tambang besar dunia, seperti di La Caridad dan Sonora (Meksiko), Toquepala (Peru), Ok tedi (Papua Nugini) dan Freeport.

Pembentukan mineral logam sangat erat kaitannya dengan proses magmatik. Lingkungan pembentukan mineral logam umumnya dijumpai di dalam batuan vulkanik. Hal ini dapat dipahami karena proses magmatik dapat muncul ke permukaan akibat erosi yang intensif, sehingga menyisakan sedikit batuan vulkanik. Jika permukaan erosi tepat berada pada zona mineralisasi, maka mineral logam telah tersingkap dan sangat mudah untuk diperoleh. Arjuna, Sukri, Adi Susilo dan Sunaryo (2014) menyatakan bahwa pemetaan sebaran endapan mineral logam berdasarkan interpretasi data polarisasi terimbas dilapangan "X" PT newmont nusa tenggara.

Menurut harian Jurnal Asia (www.jurnalasia.com) sepanjang pantai barat Sumatera Utara, memiliki kandungan sumber daya mineral yang potensial seperti, emas, perak, timah hitam. Tembaga dan panas bumi untuk pembangkit listrik. Sumber daya mineral itu menyebar dari Kabupaten Mandailing Natal di sebelah selatan, Tapanuli Selatan, Tapanuli Tengah,

Tapanuli Utara, Kabupaten Humbang dan Kabupaten Dairi di sebelah utara.

Daerah bukit 12 merupakan bagian dari daerah tambang tinggi skala rakyat. Namun daerah ini belum tersentuh oleh geolog dan investor. Daerah bukit 12 dicurigai oleh rakyat sekitar juga memiliki cadangan mineral seperti emas dan tembaga. Dikatakan daerah tambang ber skala rakyat karena cara pengolahan batuan nya masih menggunakan cara manual.

Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat dan menentukan konsentrasi unsur kimia dari batuan tambang skala rakyat. Ada tiga metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu X-Ray Fluorescence (XRF), X-Ray Diffraction (XRD) dan AAS. Ketiga metode ini memiliki fungsi yang sama yaitu untuk mengetahui unsur penyusun suatu bahan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di tiga tempat yaitu Laboratorium Material Jurusan Fisika , Laboratorium Penelitian Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang serta Baristand. Ada dua tahap pada proses penelitian yang dilaksanakan. Pada tahap pertama yang dilakukan adalah penyiapan sampel penelitian yaitu batuan tambang yang diperoleh dari lokasi tambang rakyat bukit 12 muara Sipongi, Mandailing Natal. Sampel batuan digerus dengan lumpang menjadi serbuk yang halus. Tahap kedua sampel yang sudah dihaluskan dilakukan analisis unsur penyusun batuan tambang dengan metoda XRF, XRD dan AAS.

Metode XRF digunakan untuk analisa unsur penyusun suatu bahan menggunakan radiasi sinar-X yang diserap dan dipantulkan oleh target atau sampel. Namun, XRF tidak bekerja dalam orde yang kecil atau mikro dan biasanya digunakan untuk analisa bahan dengan fraksi yang lebih besar seperti bahan-bahan geologi. Metode ini paling banyak digunakan untuk analisis unsur dari bahan batuan, mineral dan sedimen (Fitton, G., 1997). Analisis menggunakan XRF

Rindang Kembar Sari

dilakukan berdasarkan identifikasi dan pencacahan karakteristik sinar-X yang terjadi akibat efek fotolistrik. Efek foto listrik terjadi karena elektron dalam atom target pada sampel terkena sinar berenergi tinggi (radiasi gamma, sinar-X).

X-Ray Fluorescence merupakan teknik analisa non destruktif yang digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada sampel padat, bubuk ataupun cair. Analisa dengan XRF akan diperoleh analisis unsur penyusun sampel. Secara umum, XRF spektrometer mengukur panjang gelombang komponen material secara individu dari emisi fluoresensi yang dihasilkan sampel saat diradiasi sinar-X (Solovyov, 2000). XRF merupakan salah satu metode analisis yang tidak merusak sampel, dapat digunakan untuk analisis unsur dalam bahan secara kualitas dan kuantitas. Hasil analisis kualitatif ditunjukkan oleh puncak spektrum yang mewakili jenis unsur sesuai dengan energi sinar-X karakteristiknya, sedangkan analisis kuantitatif diperoleh dengan cara membandingkan intensitas sampel dengan standar.

Prinsip pengukuran XRF berdasarkan terjadinya proses eksitasi elektron pada kulit atom bagian dalam ketika atom suatu unsur tersebut dikenai sinar-X, kekosongan elektron tersebut akan diisi oleh elektron bagian luar dengan melepaskan energi yang spesifik untuk setiap unsur (Saksono, 2002). Elektron dari kulit yang lebih tinggi akan mengisi kekosongan tersebut. Perbedaan energi dari dua kulit itu muncul sebagai sinar-X yang dipancarkan oleh atom spektrum sinar-X selama proses tersebut menunjukkan puncak yang karakteristik, dimana setiap unsur akan menunjukkan puncak karakteristik yang merupakan landasan dari uji kualitatif untuk unsur-unsur yang ada.

Hasil XRF berupa spektrum hubungan energi eksitasi dan intensitas sinar-X. Energi aktivasi menunjukkan unsur penyusun sampel dan intensitas menunjukkan nilai kualitas dari unsur

tersebut. Semakin intensitasnya maka semakin tinggi pula persentase unsur tersebut dalam sampel (Jamaluddin, 2007). Metode XRF akan memberikan nilai intensitas secara total dari unsur tertentu dalam semua bentuk senyawa (Saksono, 2002).

Metode XRF secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material. Tergantung pada penggunaannya, XRF dapat dihasilkan tidak hanya oleh sinar-X tetapi juga eksitasi primer yang lain seperti partikel alfa, proton atau sumber elektron dengan energy yang tinggi. (Vicklun, 2008)

Apabila terjadi eksitasi sinar-x primer yang berasal dari tabung X-ray atau sumber radioaktif mengenai sampel, sinar-X dapat diabsorpsi oleh atom dengan menstransfer energinya pada elektron yang terdapat pada kulit yang lebih dalam disebut efek fotolistrik. Emisi sinar-X dihasilkan dari proses yang disebut X-Ray Fluorescence (XRF). Proses deteksi dan analisa emisi sinar-X disebut analisa XRF. Pada umumnya kulit K dan L terlibat pada deteksi XRF. Sehingga sering terdapat istilah $K\alpha$ dan $K\beta$ serta $L\alpha$ dan $L\beta$ pada XRF. Jenis spektrum X-ray dari sampel yang diradiasi akan menggambarkan puncak-puncak pada intensitas yang berbeda (Viklund, 2008).

Sementara itu difraksi sinar-X dilakukan untuk mengetahui struktur kristal yang terbentuk pada sampel. Sampel batuan yang sudah digerus dimasukkan dalam plat sampel. Plat sampel diletakkan pada tempat sampel dalam alat XRD. Pengamatan intensitas yang dihamburkan dimulai dari sudut difraksi $\theta = 0^\circ$ sampai 60° . XRD digunakan untuk mendeteksi senyawa kristal di dalam bahan dan mengkarakterisasi struktur dari batuan tambang.

Sinar-X merupakan radiasi gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang sekitar 1 \AA , berada di antara panjang gelombang sinar gamma (γ) dan sinar ultraviolet. Sinar-X dihasilkan jika

elektron berkecepatan tinggi menumbuk suatu logam target. Sinar-X yang diperoleh memberikan intensitas puncak tertentu yang bergantung pada kebolehjadian transisi elektron yang terjadi. Transisi $K\alpha$ lebih mungkin terjadi dan memiliki intensitas yang lebih tinggi daripada transisi $K\beta$, sehingga radiasi $K\alpha$ yang digunakan untuk keperluan difraksi sinar-X. Sinar-X juga dapat dihasilkan oleh proses perlambatan elektron pada saat menembus logam sasaran. Proses perambatan ini menghasilkan sinar-X yang biasa disebut sebagai radiasi putih. Terdapat bentuk dasar yang terbentuk oleh radiasi putih dan puncak khas tajam yang bergantung pada kuantisasi transisi elektron.

Difraksi sinar-X digunakan untuk mengidentifikasi struktur kristal suatu padatan dengan membandingkan nilai jarak d (bidang kristal) dan intensitas puncak difraksi dengan data standar. Difraksi sinar X oleh sebuah material terjadi akibat dua fenomena yaitu hamburan oleh tiap atom. Interferensi gelombang-gelombang oleh tiap atom-atom tersebut. Interferensi ini terjadi karena gelombang-gelombang yang dihamburkan oleh atom memiliki koherensi dengan gelombang datang dan demikian pula dengan mereka sendiri (Pratapa, 2004).

Apabila suatu bahan dikenai sinar-X maka intensitas sinar-X yang ditransmisikan lebih kecil dari intensitas sinar datang. Hal ini disebabkan adanya penyerapan oleh bahan dan juga penghamburan oleh atom-atom dalam material tersebut. Berkas sinar yang dihantarkan tersebut ada yang saling menghilangkan karena fasenya berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena fasenya sama (Zeffry, 2015)

Berkas sinar-X yang saling menguatkan disebut sebagai berkas difraksi. Per syarat yang harus dipenuhi agar berkas sinar-X yang dihamburkan merupakan berkas difraksi dikenal sebagai Hukum Bragg. Menurut Bragg berkas yang

terdifraksi oleh kristal terjadi jika pemantulan oleh bidang sejajar atom menghasilkan interferensi konstruktif. Pemantulan sinar-X oleh sekelompok bidang paralel dalam kristal pada hakekatnya merupakan gambaran dari difraksi atom-atom kristal. Interferensi konstruktif terjadi jika selisih lintasan antara dua sinar yang berurutan merupakan kelipatan panjang gelombangnya (λ) sehingga dapat dinyatakan pada persamaan matematis hukum Bragg sebagai berikut:

$$n\lambda = 2d_{hkl} \sin \theta$$

n adalah bilangan bulat, d merupakan jarak antar bidang, θ adalah sudut antara sinar datang dengan bidang kristal dan λ adalah panjang gelombang sinar X. Berdasarkan persamaan matematis hukum Bragg tersebut, syarat terjadinya peristiwa difraksi adalah $\lambda < 2d$ (Omar, 1975)

X-Ray Diffractometer digunakan untuk menentukan karakteristik ditinjau dari fasa, struktur dan ukuran butir sampel batuan tambang. Sebelum sampel dikarakterisasi dengan XRD, sampel terlebih dahulu dipreparasi.

Tiga komponen dasar pada *X-ray diffractometer* yaitu sinar-X, tempat sampel dan detektor yang terletak pada suatu lingkaran yang sejajar dengan lingkaran fokus. Secara umum *x-ray diffraction* memiliki prinsip kerja sebagai berikut : XRD terdiri dari tiga bagian utama yaitu tabung sinar-x, tempat objek, dan detektor sinar-x.

Pola difraktogram yang dihasilkan berupa deretan puncak-puncak difraksi dengan intensitas relatif bervariasi sepanjang nilai 2θ tertentu. Besarnya intensitas relatif dari deretan puncak-puncak tersebut bergantung pada jumlah atom atau ion yang ada dan distribusinya di dalam sel satuan material tersebut.

Pola difraksi setiap padatan kristalin sangat khas, yang bergantung pada kisi kristal, unit parameter dan panjang gelombang sinar-x yang digunakan. Dengan demikian, sangat kecil kemungkinan

dihasilkan pola difraksi yang sama untuk suatu padatan kristalin yang berbeda (warren dalam Jamaludin, 2010)

Spektrometri Serapan Atom (SSA) adalah suatu alat yang digunakan pada metode analisis untuk penentuan unsur-unsur logam dan metalloid yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas (Skoog et al., 2000). Metode ini sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik ini mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan metode spektroskopi emisi konvensional. Sebenarnya selain dengan metode serapan atom, unsur-unsur dengan energi eksitasi rendah dapat juga dianalisis dengan fotometri nyala, akan tetapi fotometri nyala tidak cocok untuk unsur-unsur dengan energy eksitasi tinggi. Fotometri nyala memiliki range ukur optimum pada panjang gelombang 400-800 nm, sedangkan AAS memiliki range ukur optimum pada panjang gelombang 200-300 nm (Skoog et al., 2000). Untuk analisis kualitatif, metode fotometri nyala lebih disukai dari AAS, karena AAS memerlukan lampu katoda spesifik (hallow cathode). Kemonokromatisan dalam AAS merupakan syarat utama. Suatu perubahan temperature nyala akan mengganggu proses eksitasi sehingga analisis dari fotometri nyala berfilter. Dapat dikatakan bahwa metode fotometri nyala dan AAS merupakan komplementer satu sama lainnya.

Metode AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom, atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Misalkan natrium menyerap pada 589 nm, uranium pada 358,5 nm sedangkan kalium pada 766,5 nm. Cahaya pada gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat energi elektronik suatu atom. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Tingkat-

tingkat eksitasinya pun bermacam-macam. Misalnya unsur Na dengan nomor atom 11 mempunyai konfigurasi elektron $1s^1 2s^2 2p^6 3s^1$, tingkat dasar untuk elektron valensi $3s$, artinya tidak memiliki kelebihan energi. Elektron ini dapat tereksitasi ke tingkat $3p$ dengan energi 2,2 eV ataupun ke tingkat $4p$ dengan energy 3,6 eV, masing-masing sesuai dengan panjang gelombang sebesar 589 nm dan 330 nm. Kita dapat memilih diantara panjang gelombang ini yang menghasilkan garis spektrum yang tajam dan dengan intensitas maksimum, yang dikenal dengan garis resonansi. Garis-garis lain yang bukan garis resonansi dapat berupa pita-pita lebar ataupun garis tidak berasal dari eksitasi tingkat dasar yang disebabkan proses atomisasinya.

Apabila cahaya dengan panjang gelombang tertentu dilewatkan pada suatu sel yang mengandung atom-atom bebas yang bersangkutan maka sebagian cahaya tersebut akan diserap dan intensitas penyerapan akan berbanding lurus dengan banyaknya atom bebas logam yang berada pada sel. Hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi diturunkan dari:

Hukum Lambert: bila suatu sumber sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang mengabsorpsi.

Hukum Beer: Intensitas sinar yang diteruskan berkurang secara eksponensial dengan bertambahnya konsentrasi spesi yang menyerap sinar tersebut.

Dari kedua hukum tersebut diperoleh suatu persamaan:

$$A = -\log \frac{I_o}{I_t} = \epsilon bc$$

Dimana:

I_o = intensitas sumber sinar

I_t = intensitas sinar yang diteruskan

ϵ = absorptivitas molar

b = panjang medium

c = konsentrasi atom-atom yang

menyerap sinar

A = absorbansi

Dengan

$$A = -\log \frac{I_o}{I_t} = -\log T$$

T = transmittan

Dari persamaan di atas, dapat disimpulkan bahwa absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi atom (Day & Underwood, 1989).

AAS berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya Spektrometri Serapan Atom (SSA) meliputi absorpsi sinar oleh atom-atom netral unsur logam yang masih berada dalam keadaan dasarnya (Ground state). Sinar yang diserap biasanya ialah sinar ultra violet dan sinar tampak. Prinsip Spektrometri Serapan Atom (SSA) pada dasarnya sama seperti absorpsi sinar oleh molekul atau ion senyawa dalam larutan.

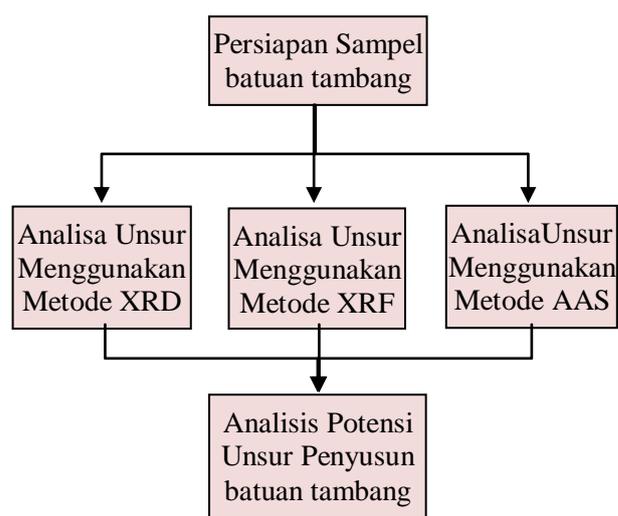
Hukum absorpsi sinar (Lambert-Beer) yang berlaku pada spektrofotometer absorpsi sinar ultra violet, sinar tampak maupun infra merah, juga berlaku pada Spektrometri Serapan Atom (SSA). Perbedaan analisis Spektrometri Serapan Atom (SSA) dengan spektrofotometri molekul adalah peralatan dan bentuk spectrum absorpsinya:

Setiap alat AAS terdiri atas tiga komponen yaitu:

- Unit atomisasi (atomisasi dengan nyala dan tanpa nyala)
- Sumber radiasi
- Sistem pengukur fotometri

Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah (Khopkar, 1990). Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur. Teknik ini didasarkan pada emisi dan absorbansi dari uap atom. Komponen kunci pada metode spektrofotometri serapan atom adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel (Anonim, 2003). Cara kerja spektrofotometri serapan atom ini adalah

berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hallow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono, 1995). Langkah-langkah dari penelitian yang dilakukan diperlihatkan oleh diagram alir pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan unsur penyusun dari sampel batuan tambang di Bukit 12 dilakukan menggunakan instrument XRF. Pengukuran dilakukan di Laboratorium Penelitian Kimia Universitas Negeri Padang. Hasil pengukuran XRF dari batuan tambang diperlihatkan oleh Tabel 1.

Hasil pengukuran menggunakan XRF ini memperlihatkan unsur-unsur yang terkandung dalam batuan tambang di Bukit 12 terbanyak yakni secara berturut-turut Silikon (Si) sebesar 62,176 %, Aluminium (Al) sebanyak 21,977 %, Kalium (K)

Rindang Kembar Sari

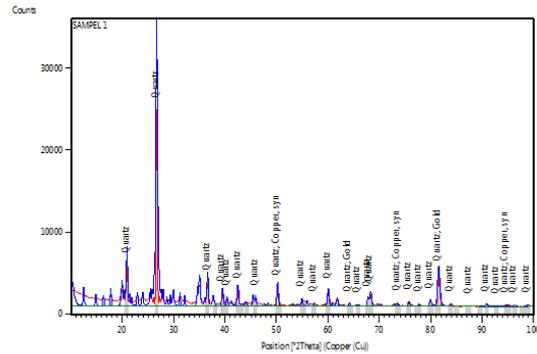
sebesar 6,81 %, Besi (Fe) sebesar 4,193%, Tembaga (Cu) sebesar 2,884%.

Tabel 1. Unsur Penyusun Batuan Tambang Bukit 12

unsur	Geologi	Oksida
Al 21,977%	Al ₂ O ₃ 25,33%	Al ₂ O ₃ 25,246%
Si 62,176%	SiO ₂ 66,958%	SiO ₂ 0.206%
Ba 0.334%	Ba 0.127%	BaO 0.141%
Fe 4,193%	Fe ₂ O ₃ 2,215%	Fe ₂ O ₃ 2,201%
P 0.736%	P ₂ O ₅ 0.705%	P ₂ O ₅ 0.701%
K 6,81%	K ₂ O 3,31%	K ₂ O 3.292%
Cu 2,884%	Cu 1,01%	CuO 1,257%
V 0.056%	V 0.021%	V ₂ O ₅ 0.037%
Cr 0.002%	cr 0.001%	Cr ₂ O ₃ 0.001%
Mn 0.004%	Mn 0,002%	MnO 0,002%
Ag 0,27%	Ag 0,11%	Ag ₂ O 0,117%
Au 0%	Au 0%	Au 0%

Untuk memperkuat hasil temuan unsur pada batuan tambang bukit 12 oleh metode XRF maka dilakukan uji XRD. Pengukuran dengan metode XRD dilakukan dilaboratorium Penelitian Kimia Universitas Negeri Padang (UNP)

Difraksi sinar-X dilakukan untuk mengetahui jenis fasa yang terbentuk pada batuan tambang. Berdasarkan data hasil difraksi sinar-X untuk batuan tambang diperlihatkan oleh Gambar 3.



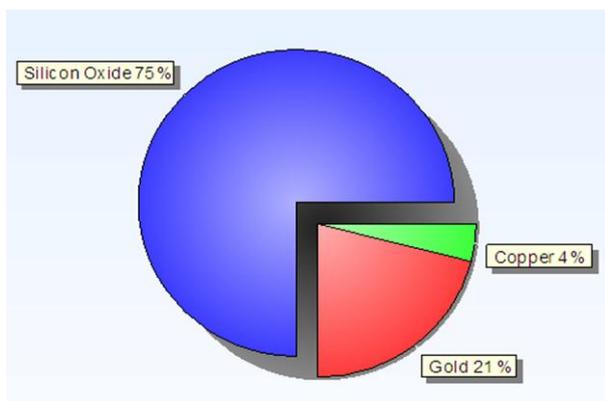
Gambar 3. Grafik Hasil Pengukuran XRD Batuan Tambang Bukit 12

Unsur yang terdapat dalam batuan tambang bukit 12 dengan menggunakan XRD dapat ditemukan melalui fasa yang terbentuk pada grafik yaitu fasa Silicon Oxide (SiO₂), fasa Emas (Au) dan fasa tembaga (Cu). Ketiga fasa ini digambarkan oleh puncak-puncak yang dihasilkan oleh sampel pada setiap sudut 2θ. Untuk fasa SiO₂ memberikan puncak yang tinggi dan tajam, sedangkan fasa Au dan Cu memberikan puncak yang lebih lebar dan pendek.

Selain itu masih dari pengukuran dengan menggunakan metode XRD yang dipelihatkan oleh tabel 3 dan gambar 3 ternyata sampel batuan tambang bukit 12 menunjukkan bahwa sampel juga mengandung Silikon oxide (SiO₂), emas (Au) dan tembaga (Cu) dengan persentase SiO₂ 75%, Au 21% dan Cu 4%.

Tabel 2. Senyawa dan Unsur yang Terkandung dalam Batuan Tambang

Vis.Ref. code	score	compound name	scale fac	Chem formula
01-078-2315	69	silicon oxide	0,954	SiO ₂
01-071-4614	3	gold	2,199	Au
01-071-4611	6	copper	0,154	Cu



Gambar 4. Persentase Kandungan Senyawa dan Unsur dalam Batuan Tambang Bukit 12

Sedangkan hasil yang diperoleh dari pengukuran dengan menggunakan AAS di Balai Riset dan Standardisasi Industri Padang ditunjukkan dalam Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Analisa Unsur Batuan Tambang

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Analisa
1	Fe	%	1,77
2	Cu	%	1,16
3	SiO ₂	%	90,43
4	Al ₂ O ₃	%	2,05

Dari Tabel 3, memperlihatkan bahwa unsur atau senyawa yang terkandung dalam batuan tambang bukit 12 juga mengandung senyawa/unsur berturut-turut SiO₂, Al₂O₃, Fe dan Cu.

KESIMPULAN

Potensi mineral yang terkandung dalam sampel batuan tambang bukit 12 dari ketiga metode yang digunakan adalah SiO₂, Al, Fe K dan Cu. SiO₂ memiliki persentase paling besar (> 50%) dibandingkan dengan mineral yang lain. SiO₂ dikenal juga dengan nama kuarsa atau silikat.

DAFTAR PUSTAKA

Arjuna, Sukri, Adi Susilo, dan Sunaryo.2014. **Pemetaan Sebaran Endapan Mineral logam berdasarkan Interpretasi Data Polarisasi Terimbas di Lapangan**

“X” PT Newmont Nusa Tenggara (PT NNT). Indonesia Journal of Applied Physics (2014) Vol.04 No.1.ISSN : 2089-0133. Hal.78-94.

Christian GD.2004. **Analytical Chemistry.Ed-ke 6**. Hoboken: John Wiley & Sons.

Direktorat Pertambangan,1967. **Bahan galian Indonesia**. Jakarta: Departemen Pertambangan

Erlina.2011. **Analisa Potensi Emas Menggunakan Metode Induksi Polarisasi Konfigurasi Dipole-dipole di Nagari Padang Sibusuk Kecamatan Kupitan Kabupaten Sijunjung**. Skripsi tidak diterbitkan. FMIPA UNP.

Jamaludin, A. 2007. **Pengunaan Sinar-X untuk Analisa Sampel**. [http://anifjamaludin.blogspot.com/Pengunaan Sinar-X untuk analisis sampel. Html](http://anifjamaludin.blogspot.com/Pengunaan%20Sinar-X%20untuk%20analisis%20sampel.html).

Jamaluddin K. 2010. **XRD (X-Ray Diffractions)**. Makalah Fisika Mineral. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Halueoleo: Kendari.

Omar, M.A. 1975. **Elementary Solid State Physics Principles and Application**. London: Addison-Wesley Publishing Company.

Pratapa, Seminar.2004. **Prinsip-prinsip Difraksi Sinar-X**, Makalah Seminar XRD di sampaikan di Padang.

Setia Graha, Doddy.1987.**Batuan dan Mineral**. Bandung: Nova

Skoog DA, West DM, Holler J.Crouch SR. **Fundamentals of Analytical Chemistry**. Ed-ke 9. Belmont:Broulist Cold

Solovyov, Leorid. 2009. **X-Ray Flouresence**. PANALytical B.V.

Suryanarayana C. Norton M.G. 1998. **X-Ray Diffraction. Plenum Press: New York.**

Viklund, A. 2008. **Teknik Pemeriksaan Material Menggunakan XRF< XRD dan SEM-EDS**

Yimi Diantoro 2010, **gold, investment and processing. Scale gold processing home industry.** PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.