

IDENTIFIKASI GUNUNG API PURBA DI DAERAH SAPAYA, SULAWESI SELATAN PADA DATA INDERAAN JAUH

Sidarto dan U.Hartono

Pusat Survei Geologi

Jl. Diponegoro 57, Bandung 40122. E-mail: contact@grdc.esdm.go.id

SARI

Pada zaman Tersier, Lengan Selatan Pulau Sulawesi merupakan busur gunung api yang batuanannya ditunjukkan oleh Formasi Camba dengan sebaran yang cukup luas. Integrasi citra *landsat* dan citra IFSAR dapat memvisualisasi penampakan morfologi, batuan dan struktur gunung api, dan dapat digunakan untuk mengenali batuan gunung api purba di daerah Sapaya dan sekitarnya. Hasil interpretasi geologi pada citra tersebut mengidentifikasi adanya dua gunung api purba, yaitu Gunung Api Sapaya dan Gunung Api Bantoloe. Gunung Api Sapaya yang berumur Mio-Pliosen memperlihatkan bentuk morfologi kerucut tererosi, yang tersusun oleh satuan breksi gunung api (fasies proksimal), satuan tuf (fasies medial), dan satuan konglomerat (fasies distal), sedangkan struktur gunung api yang terbentuk berupa kaldera, dan intrusi basal yang berpola menyebar. Gunung Api Bantoloe dicirikan oleh morfologi kerucut tererosi, dan batuan penyusunnya berupa breksi Gunung Api Bantoloe (fasies proksimal), lava Bantoloe (fasies pusat), dan diorit sebagai batuan intrusi dalam (fasies pusat). Gunung Api Sapaya mungkin dikontrol oleh tipe tunjaman Tethyan yang merupakan tumbukan antara benua mikro yang berasal dari Australia dan Lempeng Benua Eurasia.

Kata kunci: Lengan Selatan Sulawesi, gunung api purba, Miosen Tengah-Pliosen, citra *landsat* dan citra IFSAR.

ABSTRACT

In Tertiary, the South Arm of Sulawesi Island is a volcanic arc represented by Camba Formation having a relatively wide distribution. Integration of landsat and IFSAR images is able to visualize volcanic morphological features, lithology and volcanic structures that are used to identify ancient volcanoes in Sapaya area and surroundings. The result of geological interpretation on the images indicated there were two ancient volcanoes in this area, involving Sapaya and Bantoloe Volcanoes. The Middle Miocene – Pliocene Sapaya Volcano shows eroded cone feature, consisting of breccia volcanic (proximal facies), tuff (medial facies), and conglomerate (distal facies) units, and the volcanic structures are caldera, and radier intrusion basalts; while the Pliocene Bantoloe Volcano is identified by an eroded cone morphology, consisting of volcanic breccia of Bantoloe (proximal facies), lava Bantoloe (central facies), and diorite showing a deep seated intrusion (central facies). The Sapaya Volcano might be controlled by Tethyan type subduction showing a collision between micro continental which is part of Australian Continent and Eurasian Continent Plates.

Keywords: South Arm Sulawesi, morphology, lithology, volcanic structure, ancient volcanoes, landsat and IFSAR images

PENDAHULUAN

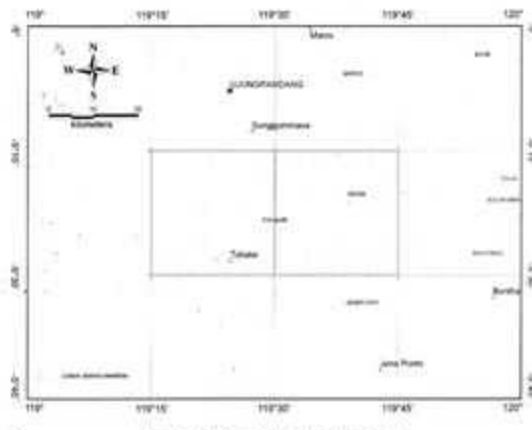
Secara geografis Pulau Sulawesi terletak di tengah Kepulauan Indonesia. Posisi ini mengakibatkan kondisi geologi pulau ini sangat kompleks karena pulau ini dipengaruhi oleh aktivitas tiga lempeng aktif dunia, yaitu Lempeng Samudera Pasifik, Lempeng Hindia-Australia, dan Lempeng Eurasia. Namun kerumitan ini dapat diterangkan dengan teori tektonik (Sukanto, 1975) menurut Simandjatak (1993) secara tektonostratigrafis Pulau Sulawesi dan sekitarnya dibagi menjadi lima mintakat geologi. Salah satunya adalah Busur Magmatik Tersier Sulawesi Barat yang membentuk Lengan Selatan

Sulawesi, dan disebut juga sebagai Busur Gunung Api Sulawesi Barat (Suroso, 1998). Pada Geologi Lembar Ujungpandang, Benteng, dan Sinjai (Sukanto dan Supriatna, 1982) dan Geologi Lembar Pangkajene (Sukanto, 1982), batuan gunung api yang berumur Tersier ditunjukkan oleh Formasi Camba. Formasi ini terdiri atas batuan sedimen laut berselingan dengan batuan gunung api yang sebarannya sangat luas dan tidak merata. Berdasarkan sebarannya, gunung api yang memproduksi batuan tersebut diperkirakan suatu gunung api yang cukup besar, atau terdiri atas banyak gunung api. Sampai sekarang belum ada penelitian atau publikasi yang membahas keberadaan gunung api Tersier tersebut. Tulisan ini

mengidentifikasi keberadaan gunung api purba yang merupakan salah satu gunung api Tersier berdasarkan analisis pada data indera jauh, dan pemeriksaan lapangan terbatas (*ground check*).

Lokasi daerah Penelitian

Daerah Sapaya dan sekitarnya secara kepamongprajaan termasuk Kabupaten Takalar, Kabupaten Jinipontro, dan Kabupaten Goa, Provinsi Sulawesi Selatan. Secara geografi daerah penelitian terletak antara 5°15' - 5°30' LS, dan 119°30' - 119°45' BT, sedangkan pada peta indeks rupa bumi skala 1 : 50.000 Bakosurtanal terletak pada Lembar Sapaya (Gambar 1).



Gambar 1. Peta geologi daerah penelitian.

Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan analisis data indera jauh, dan disertai pemerian lapangan terbatas. Citra indera jauh yang digunakan terdiri atas citra *landsat* ETM7+, dan citra *Interferometry Synthetic Aperture Radar* (IFSAR). Data indera jauh tersebut dimanipulasi dan digabungkan menjadi satu tampilan citra terintegrasi (Gambar 2) yang dapat memberikan informasi geologi secara optimal. Interpretasi geologi yang menghasilkan beberapa satuan morfologi, batuan, dan struktur geologi dilakukan secara manual pada layar komputer. Hasil interpretasi awal ini digunakan sebagai penunjuk dan perencanaan pengecekan lapangan. Peta geologi yang dihasilkan dievaluasi untuk membahas tujuan penelitian ini.

DASAR TEORI

Gunung api adalah tempat atau bukaan yang menjadi titik awal bagi magma dan gas untuk keluar dari permukaan bumi; dan produknya menumpuk di sekitar bukaan tersebut membentuk bukit atau gunung (Macdonald, 1972). Bentuk gunung api modern pada umumnya membentuk morfologi kerucut, dengan lereng simetris, kelerengannya mengecil ke arah kaki gunung, akan tetapi bentuk gunung api purba bentuknya tidak ideal lagi karena gunung api ini telah mengalami ledakan yang dahsyat dan proses erosi tingkat lanjut (Hartono dan Safri, 2007). Ledakan ini biasanya menghasilkan suatu kaldera yang bentuknya melingkar. Williams & MacBimey (1979) dan Vessel & Davies (1981) membagi batuan gunung api ke dalam empat

litofasies, yaitu: 1. Fasies sentral yang terdiri atas kubah lava, tubuh-tubuh intrusi dangkal (*radial dikes, dike swarms, sills, cryptodomes, volcanic necks*), batuan/mineral alterasi epitermal dan hidrotermal, berbagai *xenolith* batuan beku, batuan metasedimen-metamorf, dan breksi autoklastika pada bagian atas atau luar tubuh intrusi dangkal; 2. Fasies proksimal yang terdiri atas aliran lava, breksi / aglomerat jatuhan piroklastika dan breksi / aglomerat aliran piroklastika; 3. Fasies medial terdiri atas tuf lapili baik jatuhan maupun aliran piroklastika, tuf dan breksi lahar; 4. Fasies distal terdiri atas batuan gunung api hasil pengerjaan ulang yang terdiri atas breksi lahar, konglomerat, batupasir, batulanau, dan batulempung.

Bentang alam gunung api dipengaruhi oleh dorongan ke atas dari magma, yang berfungsi sebagai gaya utama vertikal. Pembentukan ini mirip dengan terjadinya *dome* yang bersifat melingkar yang sesuai hasil percobaan Withajack dan Sceiner (1982). Percobaan ini menggunakan lempung dengan gaya utama vertikal (tanpa gaya kompresi dan gaya regangan), dan hasilnya menunjukkan bahwa struktur *dome* yang terbentuk disertai sesar normal yang berpola radial. Penampakan kelurusan yang menyebar terhadap suatu gunung api merupakan struktur yang diakibatkan oleh munculnya gunung api tersebut, sehingga pola struktur ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan suatu gunung api.



Gambar 2. Integrasi citra landsat, dan citra IFSAR.

GEOLOGI REGIONAL

Pada peta geologi sistematik Indonesia skala 1:250.000, daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Ujungpandang, Benteng dan Sinjai (Sukanto dan Supriatna, 1982). Batuan tertua yang tersingkap adalah batuan malihan yang berumur Kapur. Batuan malihan ini ditindih secara tidak selaras oleh Formasi Marada yang merupakan sedimen *flysch* dan berumur Kapur Atas. Batuan gunung api terpropilitkan yang berumur Paleogen (Sukanto, 1982) menindih secara tidak selaras

sedimen *flysch* tersebut. Formasi Salo Kalumpang yang berumur Eosen Awal - Oligosen Akhir merupakan fasies sedimen laut dan menindih secara tidak selaras batuan gunung api terpropilitkan. Sementara Formasi Salo Kalumpang diendapkan di sebelah timur Lembah Walanae, sedangkan di bagian barat diendapkan Formasi Tonasa yang berumur Eosen Akhir - Miosen Tengah. Formasi Camba yang tersusun oleh batuan sedimen laut berselingan dengan klastika gunung api yang menyamping beralih menjadi batuan gunung api dan berumur Miosen Tengah sampai Pliosen menumpang

secara tidak selaras di atas Formasi Tonasa. Formasi Walanae yang berumur Miosen Akhir - Pliosen berhubungan menjemari dengan Formasi Camba bagian atas. Selama masa Pliosen diduga terjadi aktivitas gunung api secara setempat yang menyusun batuan gunung api Baturabe-Cindako; dan batuan gunung api termuda adalah batuan gunung api Lampobotang yang berumur Pleistosen.

GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

Geomorfologi

Geomorfologi daerah penelitian dapat dibagi menjadi sepuluh satuan, yaitu Pegunungan breksi melingkar, Pegunungan tuf, Gunung Api Bantoloe, Pegunungan diorit Bantoloe, Perbukitan bergelombang breksi, Perbukitan breksi dan tuf, Lereng Gunung Api Lampobotang, Perbukitan konglomerat, Dataran bergelombang konglomerat, dan dataran aluvium (Gambar 3).

■ Perbukitan breksi melingkar

Sebaran satuan ini melingkar, membentuk pegunungan dengan lereng terjal. Bagian dalamnya membentuk tebing terjal yang diduga suatu kaldera. Pola aliran menunjukkan pola memancar dengan lembah berbentuk V, sedangkan di bagian utara berkembang dua sungai besar. Keberadaan sungai ini kemungkinan dikontrol oleh terbentuknya Gunung Api Lampobotang yang lebih muda yang terletak di sebelah timur daerah penelitian. Batuan penyusun satuan morfologi ini adalah satuan breksi gunung api.

■ Pegunungan tuf

Satuan ini berkembang di bagian utara dan membentuk morfologi perbukitan yang membentuk *hog back* miring ke utara dengan puncak tumpul. Pola aliran subparalel, dengan kerapatan sedang, dan sungai membentuk lembah agak lebar. Batuan penyusunnya terdiri atas tuf dengan sisipan breksi gunung api dengan kemiringan perlapisan ke arah utara. Pada umumnya satuan ini ditutupi oleh hutan, namun sebagian telah berubah menjadi perkebunan.

■ Gunung Api Bantoloe

Morfologi ini sebarannya melingkar, berkembang di dalam Kaldera Gunung Api Sapaya, dan membentuk morfologi pegunungan dengan puncak-puncak meruncing. Sebaran ke arah tenggara relatif pendek, namun di bagian tengah merendah yang diduga pusat erupsi. Pola aliran menunjukkan menyebar

(radial), namun sungai utamanya (Sungai Dinding) sudah berkelok-kelok, membentuk lembah U, dan mengalir ke arah barat, sedangkan bentuk lembah sungai-sungai kecil pada umumnya membentuk V, dan dalam. Batuan penyusunnya terdiri atas satuan breksi dan satuan lava Gunung Api Bantoloe. Tumbuhan penutupnya berupa hutan, namun di beberapa tempat terdiri atas permukiman dan pertanian.

■ Pegunungan diorit Bantoloe

Satuan ini berkembang menonjol di dalam (pusat) satuan pegunungan Gunung Api Bantoloe. Morfologi ini berbentuk tonjolan yang membulat dengan lereng terjal, pola aliran menyebar, dengan bentuk lembah sempit dan dangkal. Batuan penyusunnya terdiri atas diorit, yang merupakan batuan beku dalam. Tumbuhan penutupnya adalah hutan primer.

■ Perbukitan bergelombang breksi

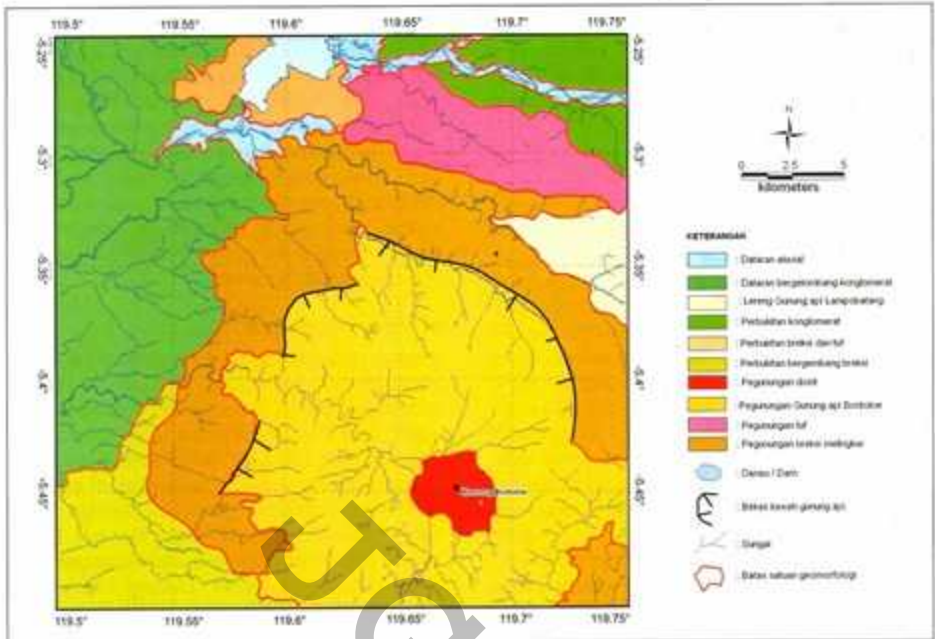
Secara umum satuan ini membentuk morfologi perbukitan yang melombang, dengan puncak tumpul sampai runcing, dan berkembang di bagian baratdaya daerah penelitian. Pola alirannya membentuk pola sub paralel, dengan lembah agak lebar dan dangkal. Batuan penyusunnya terdiri atas breksi gunung api, dan setempat terdapat tuf berlapis. Pada umumnya satuan ini telah digunakan untuk lahan pertanian (ladang, sawah), dan setempat untuk permukiman.

■ Perbukitan breksi dan tuf

Satuan ini dijumpai di utara bagian tengah di sekitar Dam Bill-bill. Morfologi berupa perbukitan dengan lereng cukup terjal, di bagian barat dam, puncaknya tumpul yang disusun oleh tuf, sedangkan di bagian timur dam puncaknya meruncing dan tersusun oleh breksi gunung api. Pada umumnya morfologi ini ditutupi oleh hutan primer, sedangkan di bagian barat sudah banyak digunakan untuk perkebunan, dan ladang.

■ Lereng Gunung Api Lampobotang

Satuan ini hanya terdapat di tepi timur bagian tengah, dengan pola aliran sejajar, dan lereng cukup terjal. Morfologi ini merupakan bagian dari Gunung Api Lampobotang yang berkembang di sebelah timur daerah penelitian. Batuan penyusunnya adalah satuan breksi Gunung Api Lampobotang. Satuan ini ditutupi hutan lebat, namun sebagian telah berubah sebagai lahan pertanian.



Gambar 3. Peta geomorfologi daerah Sapaya dan sekitarnya ditafsir pada citra.

■ Dataran bergelombang konglomerat

Morfologi ini berkembang di bagian barat sampai barat laut daerah penelitian, dan membentuk topografi dataran bergelombang. Pola aliran yang berkembang adalah subparalel. Batuan penyusunnya adalah satuan konglomerat. Tutupan lahannya terdiri atas permukiman, persawahan irigasi, ladang, perkebunan, dan sebagian masih merupakan hutan alang-alang.

■ Dataran aluvium

Dataran ini berkembang di lembah Sungai Berang, dan perpotongannya dengan Sungai Taka. Sebagian dataran ini yang merupakan bagian dari Lembah Sungai Berang telah berubah menjadi danau, akibat sungai dibendung. Batuan penyusunnya terdiri atas aluvium.

Batuan

Berdasarkan interpretasi geologi dan pengecekan lapangan, batuan daerah penelitian dapat dibagi menjadi sebelas satuan batuan (Gambar 4 dan

Gambar 5), yaitu : Satuan batugamping (Sb), Satuan breksi gunung api (Vbs), Satuan tuf (Vts), Satuan konglomerat (Sk), Satuan basal (b), Satuan diorit (d), Satuan breksi Gunung Api Bantoloe (Vbb), Satuan lava Gunung Api Bantoloe (Vlb), Satuan Diorit Bantoloe (db), Satuan breksi Gunung Api Lampobatang (Vbl), dan Endapan Aluvium (Qa).

■ Satuan batugamping (Sb)

Satuan batugamping dijumpai di bagian selatan, sebarannya tidak luas, namun di selatan daerah penelitian sebarannya cukup luas. Satuan ini membentuk morfologi dataran, yang ditutupi oleh sawah dan ladang. Dataran ini diduga merupakan sisa penambangan batugamping untuk industri pembuatan semen. Batuanannya tersusun oleh batugamping berlapis (Gambar 6) dan batugamping terumbu. Sebaran batugamping ini tidak luas, dan dijumpai dalam satuan breksi gunung api (Vbs). Di bagian utara juga dijumpai satuan ini yang juga dalam satuan breksi gunung api, namun tidak terpetakan. Satuan ini diduga sebagai xenolit, sehingga umur batugamping ini diperkirakan lebih

tua dari breksi gunung api, dan dapat dibandingkan dengan Formasi Tonasa yang berumur Eosen Akhir - Miosen Tengah (Sukanto dan Supriatna, 1982), yang ditidih secara tidak selaras oleh Formasi Camba.

■ Satuan breksi gunung api (Vbs)

Sebaran satuan ini cukup luas, dan membentuk lingkaran, namun di bagian tengahnya membentuk lereng terjal yang diduga sebagai bekas kawah. Morfologi yang terbentuk adalah perbukitan - pegunungan dan pada umumnya digunakan sebagai ladang. Batuannya tersusun oleh breksi (Gambar 7), setempat terdapat sisipan tuf dan lava andesit. Breksi bersifat sangat masif, keras, ukuran fragmen kerikil sampai bongkah yang berbentuk meruncing sampai agak membulat, sortasi sangat jelek. Fragmen terdiri atas andesit, dan matriksnya tuf kasar sampai lapili. Tuf tersusun oleh perselingan tuf pasir dan tuf lempungan (Gambar 8). Satuan breksi ini menunjukkan struktur masif, sangat keras, fragmen dan matriks sangat erat hubungannya, matriks terdiri atas tuf - lapili, dan dijumpai adanya xenolit batugamping (batuan yang lebih tua). Berdasarkan penampakan tersebut batuan ini diduga merupakan breksi aliran piroklastika yang merupakan batuan gunung api primer. Satuan ini berhubungan menjemari dengan satuan tuf, batas dengan breksi Gunung Api Batoloe berupa bekas kawah, dan dapat dibandingkan dengan Formasi Camba (Sukanto dan Supriatna, 1982).

■ Satuan tuf (Vts)

Singkatan satuan ini dijumpai di bagian utara daerah penelitian dan di bagian barat daya, namun sebarannya tidak terpetakan. Satuan ini membentuk morfologi perbukitan dengan puncak tumpul, dan pada umumnya ditutupi oleh hutan, perkebunan, dan ladang. Batuan penyusunnya terdiri atas tuf dengan sisipan breksi gunung api. Tuf tersusun oleh perselingan tuf pasir dan tuf lempungan (Gambar 9). Tuf ini bersifat ringan, lunak, warna keabuan, sedangkan dalam keadaan lapuk berwarna coklat kekuningan, butiran meruncing dan struktur gradasi mengecil ke arah atas. Sisipan breksi dicirikan masif, ukuran fragmen kerikil sampai bongkah, sortasi buruk. Fragmen terdiri atas andesit, masif, warna keabuan, mineral penyusunnya piroksin, biotit dalam massa dasar felspar. Satuan tuf ini dicirikan oleh sifat ringan, bentuk kristalnya meruncing, tidak mengandung fragmen atau material sedimen, adanya

struktur gradasi (lapili - tuf pasir - tuf lempungan) menunjukkan pengendapannya didasarkan gravitasi yang berukuran besar mengendap lebih dulu, adanya perlipisan menunjukkan terjadi perulangan, dan dijumpai sisipan satuan breksi yang merupakan aglomerat aliran piroklastika. Berdasarkan ciri-ciri tersebut satuan ini diduga merupakan endapan piroklastika jatuh. Satuan ini berhubungan menjemari dengan satuan breksi gunung api, dan diterobos oleh satuan diorit dan basalt.

■ Satuan konglomerat (Sk)

Sebaran satuan ini terdapat di bagian barat dan utara daerah penelitian. Di bagian utara membentuk morfologi perbukitan, sedangkan di bagian barat membentuk dataran. Di bagian utara tersusun oleh batupasir tufan dengan sisipan konglomerat (Gambar 10), sedangkan di bagian barat terdiri atas konglomerat (Gambar 11) dengan sisipan batupasir tufan (Gambar 12). Adanya sisipan konglomerat di utara yang bersifat lensa diduga merupakan *channel*, sehingga satuan ini diduga diendapkan oleh media air. Fragmen umumnya membulat menunjukkan bahwa satuan ini merupakan hasil rombakan, dan sudah mengalami transportasi. Adanya material tufan menunjukkan batuan asalnya batuan gunung api. Berdasarkan ciri-ciri tersebut, satuan konglomerat ini merupakan hasil rombakan batuan gunung api yang sudah terbawa oleh media air. Satuan ini menidih secara tidak selaras satuan breksi gunung api, dan satuan tuf, serta diterobos oleh basalt dan diorit.

■ Batuan basalt (b)

Batuan terobosan ini berbentuk memanjang yang mungkin merupakan sill, lurus, dan radier yang memusat di Gunung Api Bantoloe atau Gunung Api Sapaya. Pada umumnya membentuk morfologi bergelombang; dan berwarna hitam keabuan, menunjukkan struktur lubang (vesikuler) yang pada umumnya terkekarkan tidak beraturan yang diduga disebabkan oleh pembekuan dan diisi oleh larutan silika (Gambar 13). Adanya struktur lubang menunjukkan bahwa batuan ini merupakan aliran lava, sehingga basalt ini diduga berhubungan dengan aktivitas gunung api, dan muncul melalui rekahan yang diakibatkan oleh pemunculan gunung api tersebut. Mineral penyusunnya terdiri atas piroksin sebagai fenokris

dengan massa dasar felspar. Menurut Indonesia Gulf Oil (1972) dan Obradovich (1974) dalam Sukamto dan Supriatna (1982), umur satuan ini adalah 7,5; 6,99 dan 7,36 juta tahun setara dengan Miosen Akhir. Satuan basal ini menerobos satuan konglomerat, dan diduga penerobosan ini berlangsung pada Miosen Akhir - Pliosen Akhir (Sukamto dan Supriatna, 1982), namun penulis berpendapat bahwa penerobosan ini mungkin berhubungan dengan aktivitas magma pada saat Gunung Api Bantoloe aktif atau magma sisa Gunung Api Sapaya sendiri.

■ Satuan Diorit (d)

Satuan ini bentuk singkapannya memanjang dan membentuk kelurusan berarah timur laut - barat barat daya, dan tersingkap di bagian utara daerah penelitian. Batuan terobosan ini berwarna keabuan, masif, bertekstur porfir dengan fenokris amfibol, dan biotit dengan massa dasar felspar. Hasil penarikkan Kalium/Argon menunjukkan umur 9,21 dan 7,74 juta tahun yang sebanding dengan Miosen Akhir (Obradivich, 1974 dalam Sukamto dan Supriatna, 1982). Batuan ini menerobos satuan breksi gunung api, satuan tuf, dan satuan konglomerat.

■ Satuan breksi Gunung Api Bantoloe (Vbb)

Sebaran satuan ini berbentuk lingkaran, dan membentuk morfologi pegunungan dengan tutupan lahannya terdiri atas hutan, ladang dan sebagian pemukiman. Satuan ini terdiri atas breksi dengan sisipan lava. Breksi (Gambar 14) bersifat masif, hubungan fragmen dan matriks sangat erat, komponen kasar meruncing - agak membulat, ukuran fragmen 10 cm - 80 cm. Fragmen terdiri atas andesit - basal, berwarna hitam keabuan; dan matriks tersusun oleh tuf berbutir kasar sampai lapili. Satuan ini menjemari dengan satuan lava Gunung Api Bantoloe, dan pada umumnya batas dengan satuan breksi gunung api merupakan topografi sangat curam dan berbentuk melingkar yang diduga sebagai bekas kawah. Satuan ini diduga merupakan fasies proximal Gunung Api Bantoloe. Berdasarkan kesebandingannya dengan batuan Gunung Api Baturapu-Cindako (Sukamto dan Supriatna, 1982), gunung api ini diduga berumur Pliosen Akhir.

■ Satuan lava Gunung Api Bantoloe (Vlb)

Sebaran satuan ini melingkar, membentuk morfologi pegunungan, pola aliran menyebar. Batuan ini

berwarna hitam keabuan, masif, keras (Gambar 15), sebagian menunjukkan kekar meniang dan sebagian kekar melembar. Mineral penyusunnya piroksin dengan massa dasar felspar. Satuan lava ini tidak jauh sumbernya, diduga merupakan produk Gunung Api Bantoloe sebagai fasies pusat.

■ Satuan Diorit Bantoloe (db)

Satuan ini tersingkap di puncak Gunung Api Bantoloe, yang diduga merupakan batuan intrusi dalam, dan sebagai fasies pusat. Batuan ini berwarna keabuan cerah, tekstur porfiritik, dan pada umumnya telah lapuk lanjut. Munculnya batuan ini dipermukaan mungkin disebabkan oleh proses pelapukan dan proses erosi yang sangat intensif.

■ Satuan breksi Gunung Api Lampobatang (Vbl)

Sebaran satuan ini di daerah penelitian tidak luas yang tersingkap di tengah bagian timur. Pada umumnya telah lapuk lanjut, dan dengan batuan di sekitarnya dapat dibedakan berdasarkan penampakan morfologi dan soalnya yang berwarna coklat kemerahan. Batuannya terdiri atas breksi dengan fragmennya berukuran bongkah sampai kerakal. Berdasarkan atas morfologinya, satuan ini merupakan produk Gunung Api Lampobatang.

■ Endapan aluvium (Qa)

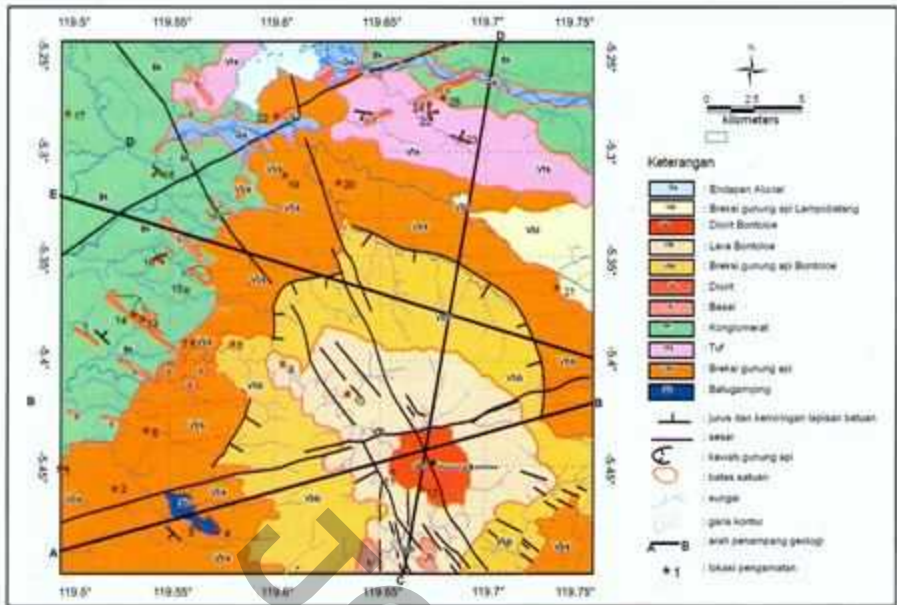
Endapan ini tersusun oleh kerakal, kerikil, pasir, lempung, dan lumpur yang merupakan endapan sungai. Pengendapan ini sampai sekarang masih berlangsung.

Struktur geologi

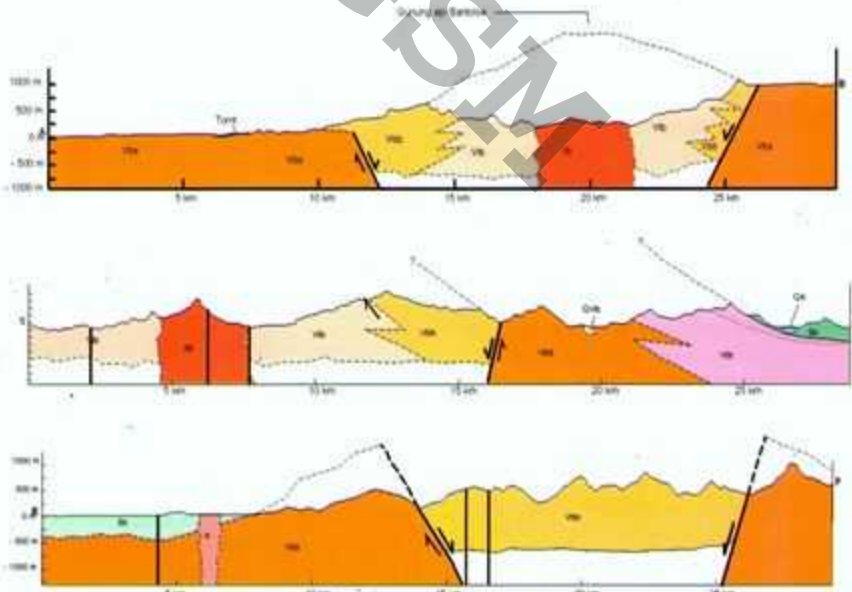
Struktur geologi yang dapat diamati di daerah penelitian adalah sesar, gawir sesar, intrusi basal, dan intrusi diorit.

Sesar yang berkembang adalah sesar berarah timur laut - barat barat daya, dan barat laut - tenggara. Sesar-sesar ini dicerminkan oleh penampakan kelurusan lembah, dan terbentuk oleh aktivitas tektonik.

Gawir sesar terlihat melingkar yang dicirikan oleh lereng sangat terjal, bentuk sungai mengikuti bentuk gawir, dan membatasi satuan breksi gunung api dan batuan Gunung Api Bantoloe. Gawir ini diduga bekas kawah Gunung Api Sapaya. Diameter kawah ini lebih besar dari 2 km, sehingga disebut kaldera.



Gambar 4. Peta geologi daerah Sapsya dan sekitarnya ditafsir pada citra.



Gambar 5. Penampang geologi dari Gambar 4.



Gambar 6. Singkapan satuan batugamping bertapis di lokasi 4 (119,5728BT, 5,4814LS).



Gambar 10. Singkapan batupasir tufan dengan sisipan konglomerat di dalam Satuan konglomerat (Sk), di lokasi 25 (119,6798 BT, 5,2736LS).



Gambar 7. Singkapan satuan breksi gunung api (Vbs) di potret di lokasi 2 (119,5228BT, 5,4615LS).



Gambar 11. Singkapan satuan konglomerat (Sk) di lokasi (119,5015 BT, 5,2828LS).



Gambar 8. Sisipan tuf dalam satuan breksi gunung api (Vbs) di lokasi 5 (119,5384BT, 5,4335LS).



Gambar 12. Sisipan batupasir tufan dalam satuan konglomerat (Sk) di lokasi 18 (119,5442BT, 5,3100LS).



Gambar 9. Singkapan satuan tuf (Vts) di lokasi 22 (119,6730 BT, 5,2821LS).



Gambar 13. Struktur lubang dan kekar pada satuan basalt (b) yang diisi oleh larutan silika di lokasi 14 (119,5319 BT, 5,3792LS).



Gambar 14. Singkapan Satuan breksi gunung api Bantoloe (Vbb) di lokasi 3 (119.5748 BT, 5.3922 LS).

Intrusi basal membentuk kelurusan, dan secara keseluruhan membentuk pola menyebar dari pusat Gunung Api Sapaya. Batuan ini diduga muncul ke permukaan melalui sesar normal atau rekahan yang dikontrol oleh munculnya Gunung Api Sapaya.

Intrusi diorit yang merupakan batu beku dalam membentuk kelurusan berarah timur laut - barat daya. Batuan ini diduga muncul ke permukaan melalui zona sesar tektonik yang berarah timur laut - barat daya, dan telah mengalami erosi cukup intensif, sehingga muncul di permukaan.

IDENTIFIKASI GUNUNG API PURBA

■ Gunung Api Sapaya

Bentang alam Gunung Api Sapaya memperlihatkan relief kasar (pegunungan - perbukitan) yang disusun oleh breksi aliran piroklastika (satuan breksi) dan tuf (satuan tuf). Bentang alam ini membentuk lengkungan berdiameter lebih besar dari 2 km yang diduga sebagai kaldera. Adanya kaldera ini menunjukkan gunung api ini pernah mengalami erupsi cukup dahsyat. Bentuk bentang alamnya sekarang ini tidak kerucut lagi diduga disebabkan oleh suatu letusan, dan kemudian diikuti oleh proses erosi cukup intensif. Namun kalau direkonstruksi berdasarkan kelerengannya dan kemiringan lapisan tuf, bentuk kerucut ini masih dapat dikenali (Gambar 5, penampang EF).

Batuan penyusunnya terdiri atas satuan breksi gunung api menempati fasies proksimal, dan satuan tuf menempati fasies medial yang kedua satuan berhubungan saling menjemari, sedangkan konglomerat yang menindih secara tidak selaras sebagai fasies distal. Fasies pusat diperkirakan dijumpai di dalam bentang alam melingkar yang ditutupi oleh batuan Gunung Api Bantoloe.



Gambar 15. Singkapan Satuan lava Bantoloe (Vlb) di lokasi 10 (119.6341 BT, 5.4162 LS).

Kelurusan yang berpola menyebar terhadap Gunung Api Sapaya diduga merupakan sesar normal yang diakibatkan oleh munculnya gunung tersebut. Sesar normal tersebut bersifat *tension* dan membuka, sehingga bukaan ini merupakan jalur keluarnya basal.

Kedudukan perlapisan batuan (arah jurus dan kemiringan batuan) menunjukkan tidak teratur, terutama di sekitar sesar tektonik dan batuan intrusi (basal dan diorit) karena kedudukannya sudah berubah oleh aktivitas kedua struktur.

Berhubung lokasi gunung api ini terletak dalam peta Lembar Sapaya, gunung api tersebut diusulkan sebagai Gunung Api Sapaya.

■ Gunung Api Bantoloe

Batuan Gunung Api Bantoloe terdiri atas satuan breksi Gunung Api Bantoloe (fasies proksimal), satuan lava dan diorit Gunung Api Bantoloe (fasies pusat). Morfologi sekarang tidak menunjukkan bentuk kerucut, justru di bagian tengah nisbi rendah. Penampakan ini disebabkan oleh proses erosi sangat intensif, yang ditunjukkan oleh pemunculan diorit yang sebenarnya merupakan batuan beku dalam, sebaliknya hasil rekonstruksi morfologi yang didasarkan oleh kemiringan lereng, menunjukkan morfologi bentuk kerucut. Berdasarkan rekonstruksi morfologi dan batuanannya (Gambar 15, penampang AB) gunung api ini asalnya berbentuk kerucut. Pada Peta Geologi Lembar Ujungpandang, Beteng dan Sinjai, satuan ini merupakan batuan Gunung Api Baturapu-Cindako, namun pada Peta Rupabumi skala 1 : 50.000, nama kedua gunung tidak ada. Oleh karena itu nama gunung api tersebut diambil dari nama gunung yang terletak di puncak, yaitu Gunung Bantoloe. Gunung Api Bantoloe dapat dibandingkan dengan Gunung Api Baturabe-Cindako, yang berumur Pliosen (Sukanto dan Supriatna, 1982).

DISKUSI

Simkin *et al.*, (1981) dan Gill (1981) mengatakan bahwa gunung api Resen di daerah tumbukan pada umumnya berkemposisi andesit, mempunyai bentuk kerucut, tersusun oleh pelapisan batuan beku luar, aglomerat, breksi gunung api dan tuf, kadang-kadang diintrusi oleh batuan beku terobosan berbentuk retas, *sill*, *cryptodome* dan leher gunung api.

Menurut Simandjatak (1993) sejak zaman Kapur sampai Miosen Tengah, Mandala Geologi Sulawesi Barat merupakan busur gunung api dari sistem tunjaman ke arah barat, yaitu tunjaman tipe Cordilleran (Kapur), dan tipe tunjaman Tethyan (Miosen Tengah); sedangkan Bergman *dr.* (1996) yang mendasarkan analisis geokimia batuan gunung api berumur Tersier di Lengan Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa batuan gunung api tersebut merupakan hasil peleburan batuan yang berasal dari Benua Australia.

Gunung Api Sapaya berumur Miosen Tengah - Pliosen (setara dengan Formasi Camba). saat itu merupakan fase tektonik Mio-Pliosen, yang ditandai oleh tumbukan benua mikro yang merupakan pecahan dari Benua Australia dengan benua Eurasia (Coffield *dr.*, 1993), dan disebut sebagai sistem tunjaman Tethyan (Simanjatak, 1993). Maka pembentukan gunung api ini mungkin dikontrol oleh sistem tunjaman Tethyan.

Di sebelah utara bagian tengah terdapat morfologi perbukitan breksi dan tuf, dan dijumpai adanya lembah datar cukup luas yang sekarang merupakan genangan Dam Bili-bili. Sangat mungkin bentuk ini juga merupakan gunung api purba yang sudah sangat tererosi. Lembah datar mungkin sebagai kaldera, dan diduga lebih tua daripada Gunung Api Sapaya. Untuk itu perlu dilihat citra di sebelah utara lembah.

Setiap gunung api menghasilkan beberapa fasies gunung api yang terdiri atas batuan gunung api primer (fasies central, fasies proximal, dan fasies medial), dan batuan gunung api hasil rombakan (fasies distal). Batuan gunung api primer di daerah ini mungkin dapat dibandingkan dengan anggota batuan gunung api Formasi Camba, sedangkan batuan gunung api hasil rombakan disetarakan dengan batuan sedimen laut dan batuan gunung api klastika dari Formasi Camba (Sukanto dan Supriatna, 1982). Oleh karena itu Formasi Camba mungkin dapat dibagi menjadi banyak satuan

batuan.

Sebaran satuan konglomerat yang menempati fasies distal dari Gunung Api Sapaya berkembang di bagian barat - barat laut, dan batuan gunung api primernya di daerah tersebut seolah-olah terpotong. Satuan ini diduga hasil suatu longsor sektoral Gunung Api Sapaya di bagian barat.

Adanya aktivitas magmatisme biasanya berhubungan dengan keterdapat mineral bijih. Urat kuarsa yang terdapat pada satuan basal, satuan diorit, satuan lava Gunung Api Bantoloe, dan mengisi struktur lubang pada satuan basal diduga merupakan hasil proses hidrotermal dari aktivitas magmatisme yang lebih muda. Urat ini diduga mengandung endapan bijih yang bersifat ekonomis. Untuk mengetahui jenis cebakan dan mineral bijihnya masih perlu penelitian lebih lanjut.

Perkembangan gunung api

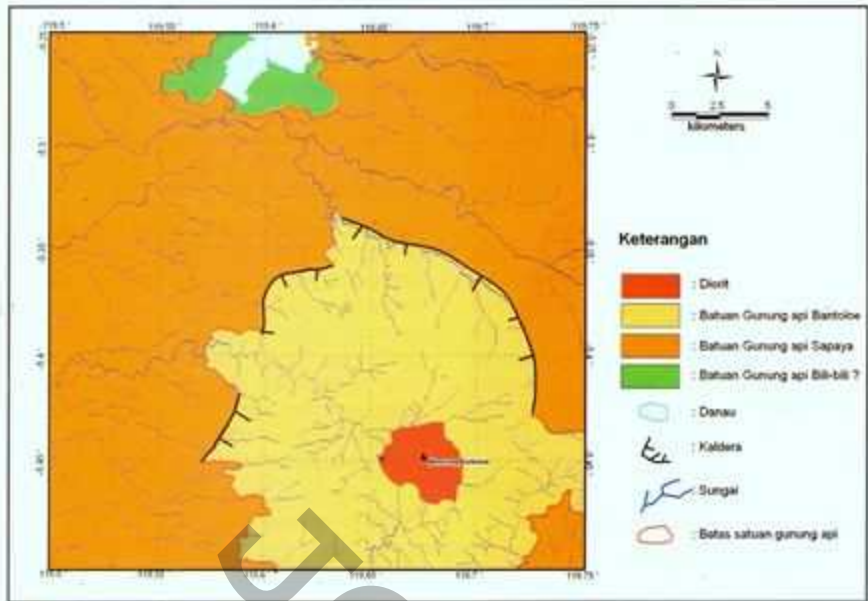
Peta gunung api daerah penelitian dapat dilihat pada Gambar 16. Perkembangan gunung api di daerah penelitian diawali oleh pembentukan Gunung Api Sapaya yang berbentuk kerucut pada Miosen-Pliosen. Selanjutnya gunung api ini mengalami letusan cukup dahsyat, sehingga membentuk kawah besar (kaldera). Pada Pliosen, di dalam kaldera Gunung Api Sapaya tumbuh Gunung Api Bantoloe yang berbentuk kerucut. Proses pelapukan dan erosi sangat intensif, sehingga membentuk penampakan sekarang ini (Gambar 17).

KESIMPULAN

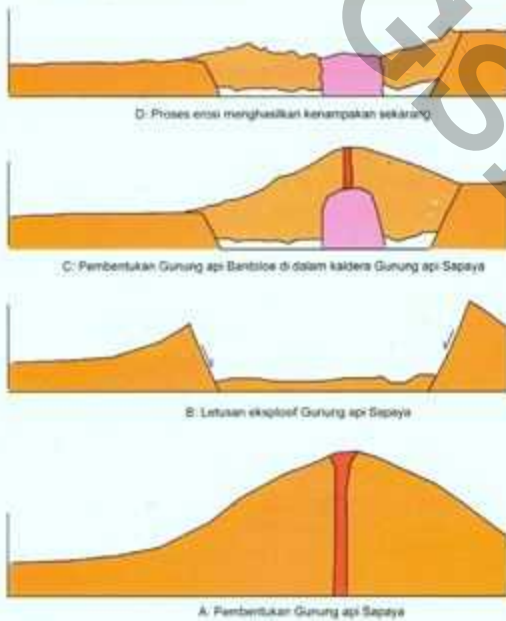
Integrasi citra landsat dan citra IFSAR dapat digunakan untuk mengidentifikasi gunung api purba berdasarkan morfologi, batuan penyusun dan struktur geologi gunung api.

Gunung Api Sapaya diduga awalnya berbentuk kerucut, kemudian mengalami letusannya cukup besar yang mengakibatkan terbentuknya kaldera, dan erosi sangat intensif. Batuannya tersusun oleh satuan breksi gunung api (fasies proksimal), satuan tuf (fasies medial), dan satuan konglomerat (fasies distal) yang berumur Miosen Tengah - Pliosen setara dengan Formasi Camba.

Gunung Api Bantoloe yang terletak dalam Kaldera Sapaya awalnya juga mempunyai bentuk kerucut, dan telah mengalami erosi sangat intensif, sehingga membentuk morfologi seperti sekarang ini.



Gambar 16. Peta gunung api daerah penelitian.



Gambar 17. Sketsa perkembangan gunung api Sapaya dan Bantoloe.



ACUAN

- Bergman, S.C., Coffield, D.Q., Talbot, J.P. dan Garrard, R.A., 1996. Tertiary Tectonic and magmatic evolution of western Sulawesi and the Makassar Strait, Indonesia; evidence for Miocene continent-continent collision in Tectonic Evolution of Southeast Asia, *Geological Society Special Publication*, No. 106: 391 - 429.
- Coffield, D.Q., Bergman S.C., Guritno N., Robinson N.M., dan Talbat, J. P. . 1993. Tectonic and Stratigraphy Evolution of Kalosi PSC and Associated Development of a tertiary Petroleum System, South Sulawesi, Indonesia. *Proc. the 22nd I.P.A Annual Convention*, v. I: 679-706.
- Gill, J.B., 1981. *Orogenic Andesites and Plate Tectonics*, Springer - Verlag, 390 pp.
- Hartono, G. dan Safri, I., 2007. Peranan Merapi untuk mengidentifikasi fosil gunung api pada Formasi Andesit Tua, studi kasus di Daerah Wonogiri, dalam *Geologi Indonesia: Dinamika dan Produksinya, Publikasi Khusus Pusat Survei Geologi*, Badan Geologi. 63-80.
- Macdonald, A.G., 1972. *Volcanoes*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 510 pp.
- Simandjuntak, T.O., 1993. Neogen Plate Convergence in Eastern Indonesia. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, no.21: 2-10.
- Simkin, T., Siebert, L., McClelland, L., Bridge, D., Newhall, C., Latter, J.H., 1981. *Volcanoes of the World: A Regional Directory, Gazetteer, and Chronology of Volcanism During the Last 10,000 Years*. Stroudsburg, Penn: Hutchinson Ross. 240 p.
- Sukamto, R., 1975. The Structure of Sulawesi in light of plate tectonics. *Proc.Reg. Conf.Geol. Min. Res. S.E. Asia*, Jakarta, 121-141.
- Sukamto, R., 1982. *Geologi Lembar Pangkajene dan bagian barat Watamtape, Sulawesi Selatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Sukamto, R. dan Supriatna, 1982. *Geologi Lembar Ujungpandang, Benteng dan Sinjai, Sulawesi Selatan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Surono, 1998. Geology and Origin of the Southeast Sulawesi Continental Terrane, Indonesia. *Media Teknik*, no.3: 33-42.
- Vessel, R. K. and Davies, D. K., 1981. Non Marine Sedimentation in An Active Fire Arc Basin, in Etridge, F. G., and Flores, R.M. Editors, *Recent and Ancient Non Marine Depositional Environments: Models for Exploration*, *Soc. of Econ. Paleont. and Min., Special Publication* 31.
- Williams and Birney, M., 1979. *Volcanology*, Freeman, Cooper & Co., San Francisco, 397 pp.
- Withjack, M.O. and Sceiner, C., 1984. Fault Pattern Associated with Domes- An Experianmental and Analytical Study, *Am. Ass. Petr. Geol. Bull.*, v.66 (3): 302-316.