

PERHITUNGAN POTENSI BATUAN BEKU SEBAGAI BAHAN MATERIAL INFRASTRUKTUR SIPIL MENGGUNAKAN ArcGIS SURFACE VOLUME

(ESTIMATING POTENTIAL OF IGNEOUS ROCK AS A CIVIL MATERIAL INFRASTRUCTURE USING ArcGIS SURFACE VOLUME)

Wita Kristiana^{1*}, Deddy NSP Tenggara²

^{1*} Jurusan Teknik Sipil, Universitas Palangka Raya

² Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Palangka Raya

* Korespondensi E-mail: witakristiana@jtp.upr.ac.id

Abstrak

Kuala Kurun merupakan Ibukota Kabupaten Gunung Mas yang memiliki luas 10.804 Km² dan merupakan kota yang tengah berkembang dengan pesat, baik dari segi ekonomi, maupun infrastruktur. Hal tersebut tentunya membutuhkan dukungan berbagai sektor, antara lain ketersediaan bahan baku bagi proses pembangunan fisik. Selama sejarah kota Kuala Kurun, kuari lokal merupakan pemasok utama bahan bangunan berupa batu belah yang digunakan untuk kepentingan pembuatan pondasi bangunan dan bahan perkerasan jalan. Batuan tersebut merupakan batuan beku andesit. Perkembangan tersebut melatarbelakangi diadakannya penelitian ini, yaitu kajian mengenai potensi sumberdaya alam berupa bahan galian batuan beku andesit di daerah penelitian. Hasil perhitungan sumberdaya dengan menggunakan alat bantu program ArcGIS menunjukkan potensi di areal yang diestimasi memiliki ketersediaan sumberdaya sebesar 2.179.729 m³ atau 5.885.268 ton.

Kata Kunci : Kuala Kurun, sumberdaya, batuan beku, infrastruktur.

Abstract

Kuala Kurun is the capital of Gunung Mas Regency which has an area of 10,804 Km² and is a city that is developing rapidly, both in terms of economy and infrastructure. This situation requires support from various sectors, including the availability of raw materials for the physical development process. During the history of the city of Kuala Kurun, the local quarry was the main supplier of building materials in the form of split stone which was used for building foundations and road pavement materials. The rock is andesite igneous rock. This condition is the background for conducting this research, a study of the potential of natural resources igneous rock of andesite in the research area. The results of resource calculations using the ArcGIS program tool show that the potential in the area is estimated to have resource availability of 2,179,729 m³ or 5,885,268 tonnes.

Keywords: Kuala Kurun, resources, igneous rocks, infrastructure.

1. Pendahuluan

Kecamatan Kurun merupakan bagian dari Kabupaten Gunung Mas yang memiliki luas wilayah 10.804 Km² dengan jumlah penduduk Gunung Mas pada pertengahan tahun 2023 sebanyak 131.945 jiwa. Daerah utara wilayah Gunung Mas merupakan daerah perbukitan dengan ketinggian antara ± 100-500 meter dari permukaan air laut dan mempunyai tingkat kemiringan ± 8-15° serta mempunyai daerah pegunungan dengan tingkat kemiringan antara 15-25°. Pada daerah tersebut terdapat pegunungan Muller dan pegunungan Schwaner dengan puncak tertinggi (Bukit Raya) mencapai 2.278 meter dari permukaan laut, sedang dibagian selatan terdiri dari dataran rendah dan rawa-rawa yang sering mengalami banjir pada musim hujan. Kabupaten Gunung Mas memiliki banyak potensi sumberdaya alam yang dapat mendukung perkembangan kawasan. Selain batubara dan

emas, sumberdaya alam yang saat ini telah tereksplorasi adalah batu beku yang digunakan sebagai bahan baku penunjang kegiatan pembangunan infrastruktur dan menyuplai daerah-daerah di Kabupaten ini.

Saat ini, banyak proyek pembangunan infrastruktur mengalami permasalahan berupa penggunaan bahan material konstruksi yang tidak berkualitas sehingga mengurangi ketahanan dan umur bangunan. Material konstruksi yang buruk tentu tidak sesuai untuk membangun asset vital seperti jalan, bangunan bertingkat, jembatan, pelabuhan, dan fasilitas umum lainnya. Masalah penggunaan material konstruksi bermutu rendah harus segera diatasi agar bangunan-bangunan tersebut tetap kokoh berdiri dalam jangka panjang. Salah satu solusinya adalah dengan menggunakan batuan beku andesit yang terbukti memiliki daya dukung dan durabilitas tinggi sehingga sangat ideal diaplikasikan pada

berbagai jenis konstruksi. Penelitian ini didasari kepada fakta bahwa wilayah Gunung Mas termasuk dataran tinggi yang memiliki potensi batuan beku melimpah, namun memiliki kendala pada akses untuk melakukan kegiatan eksplorasi langsung. Hal ini merupakan tantangan dalam penerapan prinsip kehati-hatian di kegiatan pengembangan sumberdaya alam, dimana Informasi akurat potensi sebagai bahan kajian kegiatan awal eksplorasi diperlukan. Salah satu metode yang dapat diterapkan adalah dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh, dimana pada penelitian ini menggunakan data DEM yang kemudian diolah sehingga dapat memberikan informasi awal mengenai potensi sumberdaya terkait jumlah secara dapat dipertanggungjawab dan dipertanggunggugatkan seperti diamanatkan oleh Kode KCMI (Komite Cadangan Mineral Indonesia) 2017.

2. Metode

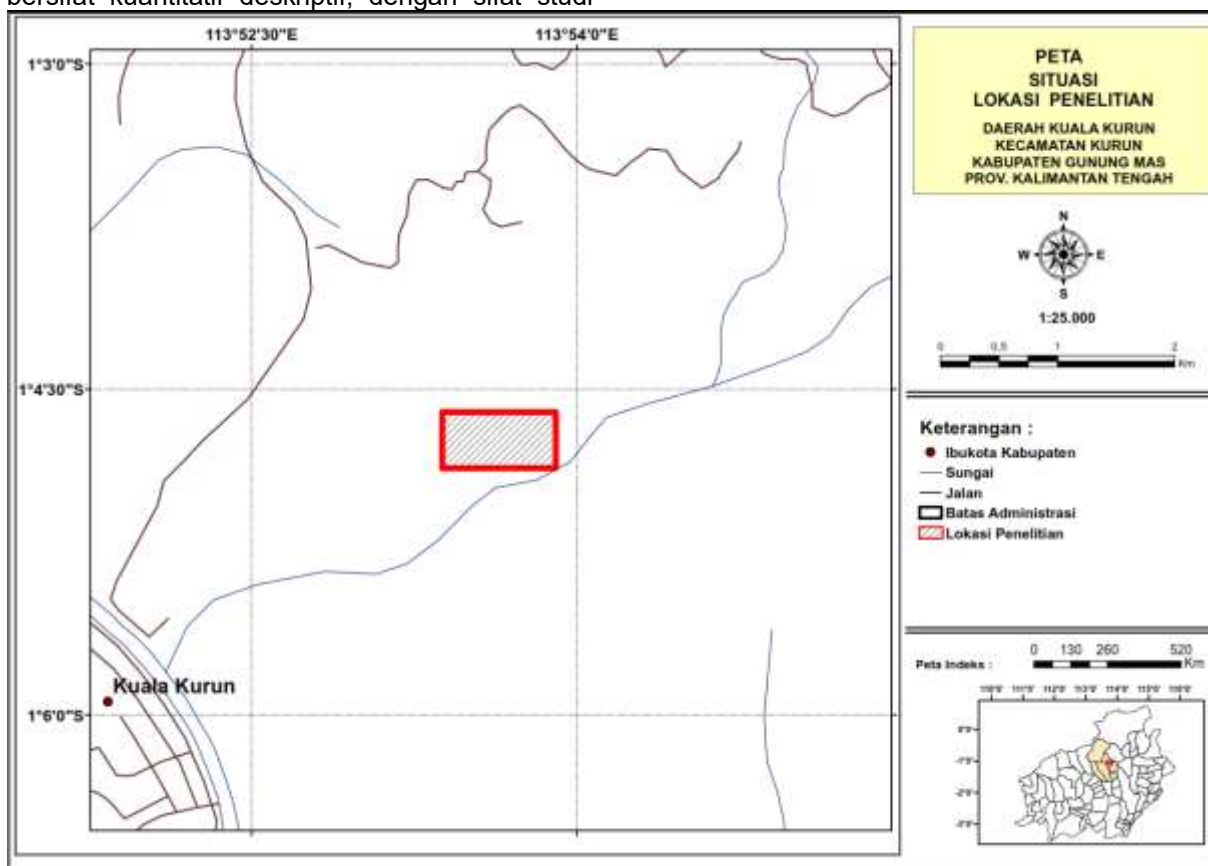
Penelitian dilaksanakan di daerah Kuala Kurun Kabupaten Gunung Mas, Provinsi Kalimantan Tengah (Gambar 1). Penelitian ini bersifat kuantitatif deskriptif, dengan sifat studi

korelasional (hubungan) berdasarkan penelitian lapangan (field research) yaitu penelitian langsung peneliti dan ditunjang dengan pengolahan data yang didapatkan dengan cara penelitian lapangan dan studi pustaka.

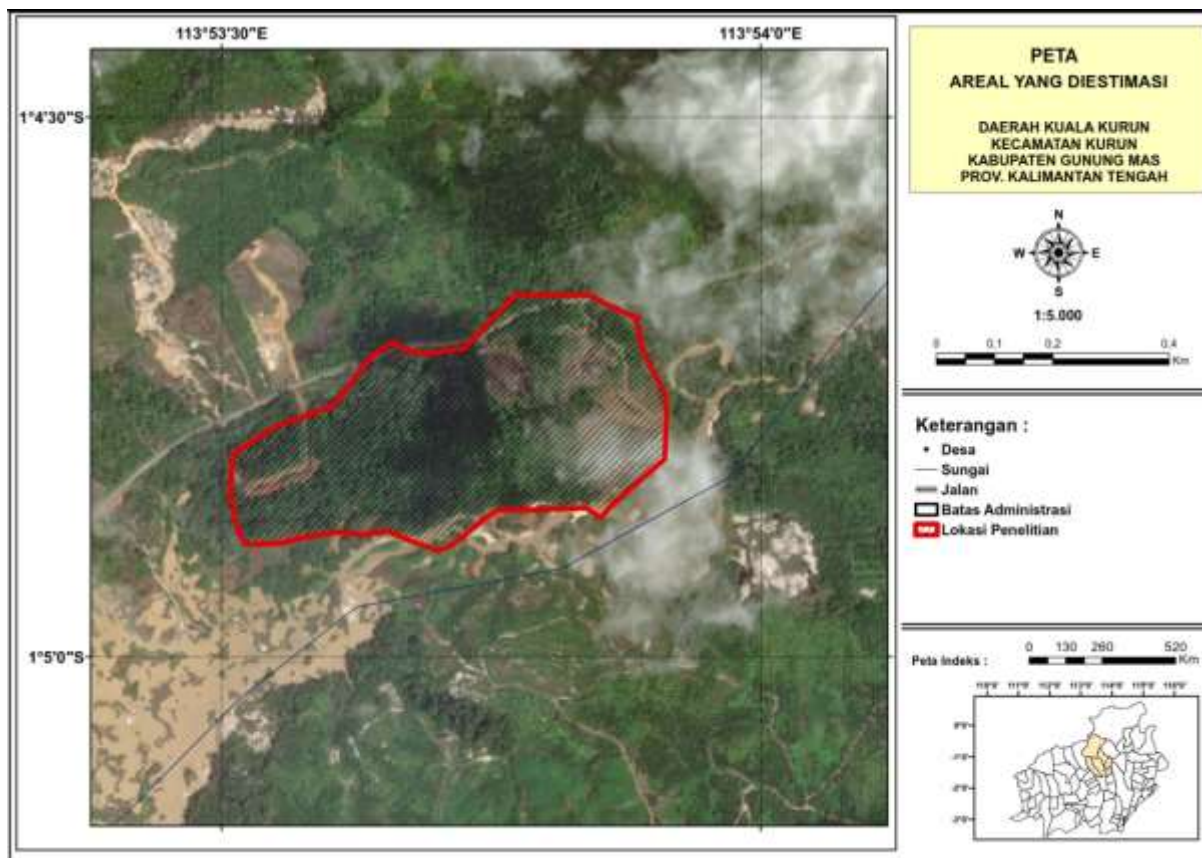
Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Data primer yaitu data yang didapat di lapangan, sedangkan data sekunder diperoleh dari pengolahan data berdasarkan pada sumber-sumber literatur untuk menunjang penelitian ini.

Data sekunder yang digunakan adalah data topografi untuk membuat permodelan blok yang akan dihitung berdasarkan elevasinya. Di dalam penelitian ini data topografi yang digunakan adalah data *Digital Elevasi Model*. Adapun data primer yang digunakan adalah batas-batas perhitungan yang mendeliniasi areal yang diestimasi (Gambar 2)

Pada penelitian produk yang dihasilkan berupa sumberdaya untuk mengetahui potensi bahan galian batuan beku andesit di daerah penelitian .



Gambar 1. Peta Situasi Daerah Penelitian



Gambar 2. Peta Areal Yang Diestimasi

3. Pembahasan

1. Lokasi dan Geologi Daerah Penelitian

Lokasi penelitian terletak di wilayah Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, Provinsi Kalimantan Tengah. Daerah penelitian dapat dicapai dari Palangka Raya, dengan jarak tempuh kurang lebih 200 kilometer ke arah Utara menuju Kota Kuala Kurun dengan menggunakan jalan darat (roda empat/dua). Kemudian dari Kota Kuala Kurun dengan menggunakan kendaraan roda empat memerlukan waktu tempuh kurang lebih 1 jam perjalanan. Berdasarkan Peta Geologi Regional yang diterbitkan oleh P3G (Pusat Pengembangan dan Studi Geologi, Bandung) Lokasi studi termasuk dalam Peta Geologi Regional Lembar Tewah-Kurun (A.S. Sumartadipura dan U. Margono. 1996) yang secara fisiografi termasuk dalam Cekungan Upper Barito, yang dibatasi oleh tinggian Kucing di bagian utara dan Paparan Sunda di bagian Barat. Dari data eksplorasi disimpulkan bahwa stratigrafi daerah studi termasuk dalam Cekungan Barito (Barito Basin).

Cekungan Barito merupakan kompleks lingkungan endapan delta yang terdiri dari beberapa siklus endapan delta. Dimulai dari endapan Plain yang terdiri dari endapan rawa, alur sungai, *pointbar*, tanggul sungai dan ditempat yang lebih dalam diendapkan sedimen delta front

dan pro delta. Struktur antiklin yang masuk daerah studi adalah kenampakan antiklin asimetri yang mempunyai kemiringan di sisi timur 5° - 15° dan 30° di sisi barat dengan pola umum arah struktur relatif Barat – Timur (Wita, dkk., 2017). Pola struktur Cekungan Kutai, berupa antiklinorium dimana cekungan berarah Utara Timurlaut - Selatan Baratdaya dan secara keseluruhan berubah relatif Timur - Barat pada tepi bagian Utara Cekungan Barito. Faktor - faktor yang mempengaruhi pembentukan pola struktur di atas dihubungkan dengan pengangkatan Tinggian Kuching di bagian Barat. Pola tersebut dikendalikan oleh tektonik kompresi regional yang barah Timur - Barat. Urutan regresif Cekungan Barito dari lapisan - lapisan klastik deltaik hingga paralik mengandung banyak lapisan batubara dan lignit, sehingga memakan kompleks delta yang terdiri dari siklus endapan delta. Tiap siklus dimulai dengan endapan paparan delta (*delta plain*) yang terdiri dari endapan rawa (*swamp*), endapan alur sungai (*channel*), gosong sungai (*point bar*), tanggul sungai (*natural levee*) dan *creavase splay*. Di tempat yang lebih dalam diendapkan sedimen delta front dan prodelta.

Proses pengendapan sedimen Cekungan Barito dimulai dari Eosen awal yaitu dengan fase transgresi sampai kala Oligosen akhir (pengendapan berkembang ke arah Timur daerah studi). Lithostratigraphy Paleogen meliputi

sequence pembawa batubara berumur Eosen dan Miosen. Deskripsi dari masing-masing unit Lithostratigraphy dapat dijelaskan dari tua ke muda adalah sebagai berikut:

Batuan Malihan Pinoh : terdiri dari Filit, Sekis, kuarsit dan gneiss. Secara umum foliasinya berarah baratdaya - timurlaut. Secara umum batuan malihan berasal dari batulumpur. Proses hydrothermal pneumatolit mempengaruhi satuan ini, di beberapa tempat menghasilkan endapan logam dasar. Umur batuan diperkirakan Trias.

Batuan Gunungapi : terdiri dari breksi berkomposisi andesit dan basalt, aliran lava, batupasir tufan, tuf, terobosan andesit dan basalt. Batuan ini dinamakan kompleks Matan. Batuan ini telah sedikit termalihkan dan menghasilkan logam dasar diantaranya emas. Umur satuan ini tidak dapat ditentukan, tetapi dibagian barat Kalimantan menemukan fosil berumur Trias. Adanya terobosan andesit dan basalt yang masih segar, pada daerah yang dipetakan menimbulkan perkiraan batuan ini berumur Tersier.

Tonalit Sepauk : Batuan granitan dengan tekstur merata, berkomposisi diorite, tonalit, garnodiorit sampai monzonit. Kontak terobosan antara batuan pluton granitan dengan batuan leleran yang bersusunan menengah terdapat di sekitar Bunut Nusa, hulu sungai Mentaya. Proses piritisasi juga terjadi di beberapa tempat, urat kuarsa dengan tebal beberapa mm - beberapa cm berhubungan erat dengan terjadinya endapan logam dasar di daerah ini. Berdasarkan penentuan jejak belah, batuan ini berumur kira-kira $76 \pm 8, 7$ juta tahun atau Kapur Atas.

Formasi Tanjung : bagian bawah terdiri atas perselingan batupasir, serpih, batulanau dan konglomerat aneka bahan, sebagian bersifat gampingan. Komponen Konglomerat antara lain : kuarsa, feldspar, granit, sekis, gabro, dan basalt. Di dalam batupasir dijumpai komponen glaukonit. Bagian atas terdiri dari perselingan batupasir kuarsa bermika, batulanau, batugamping dan batubara. Formasi ini tidak selaras di atas batuan Mesozoikum dengan tebal mencapai 1300 m.

Batuan Gunungapi Malasan : Breksi Gunungapi, tuf, aglomerat, dan lava andesit. Komponen breksi umumnya andesit dan dasit berukuran beberapa cm - 100 cm. Aliran lava umumnya berkomposisi andesit hornblende. Batuan Gunungapi Malasan menjemari dengan bagian bawah Formasi Tanjung, diduga berumur Miosen Awal dan diendapkan di lingkungan litoral.

Formasi Montalat : terdiri dari batupasir kuarsa, putih, berstruktur silangsiur, sebagian gampingan, bersisipan batulanau, serpih dan batubara. Diendapkan di laut dangkal terbuka, dengan tebal mencapai 1400 m. Formasi ini

menjemari dengan Formasi Berai dan Formasi Tanjung. Jenis perlipatannya mirip dengan Formasi Tanjung tetapi lebih terbuka.

Batuan Terobosan Sintang ; terdiri dari batuan terobosan berkomposisi andesit (a) dan Basalt (b) terdapat sebagai retas dengan ketebalan 50 cm sampai 4 m dan sebagian badan terobosan dengan ukuran garis tengah beberapa kilometer. Terobosan ini disebabkan dengan kegiatan gunungapi Sintang di barat laut di jaman Tersier.

Formasi Warukin : terdiri dari batupasir, batupasir tufan, batupasir gampingan, batulanau dan batulempung. Di beberapa tempat terdapat konglomerat bersilangsiur dan sisipan batugamping. Lapisan batubara dengan ketebalan antara 0,3 sampai 2 meter terdapat di dalam lapisan batupasir. Di daerah yang dipetakan formasi ini mengandung bahan gunungapi dan kearah utara kandungannya semakin banyak. Sisipan batugamping koral berwarna putih dan kekuning-kuningan dengan ketebalan kira-kira 10-15 meter, terdapat dibawah satuan ini. Satuan ini merupakan bagian paling bawah daripada Formasi Warukin berdasarkan penampang melintang ketebalannya diperkirakan berkisar antara 300 - 500 meter.

Formasi Dahor : terdiri dari batupasir kuarsa halus sampai kasar berwarna kelabu-kebiru-biruan dan konglomerat berlapis silangsiur dengan komponen batuan malihan dan batuan granitan bersisipan lapisan mengandung limonit. Lapisan batubara dengan tebal 0,3 - 3 meter terdapat di dalam lapisan batupasir berbutir kasar. Satuan ini diperkirakan berumur Pliosen-Plistosen. Diperkirakan ketebalannya mencapai 300 m dan sangat menebal ke arah timur.

Endapan Rawa (Aluvium) : terdiri dari Pasir kuarsa, kerikil, dan bongkah yang berasal dari komponen batuan malihan, batuan bersifat granit dan kuarsit lepas. Di beberapa tempat ditemukan Lumpur pasir dan tanah Nat mengandung lignit dan limonit. Batuan yang akan mengeras juga ditemukan terletak antara 40 - 50 meter di atas permukaan sungai sekarang. Batuan-batuan tersebut terdapat sebagai endapan sungai, undak dan rawa.

Hubungan vertikal dari unit lithostratigraphy ini dapat diinterpretasikan mewakili progradasi horisontal endapan non-marine yang kemudian diikuti transgresi marine dan *sequence* pembawa batubara terbentuk dan hadir diantara dua proses tersebut.

Berdasarkan pengamatan lapangan baik dari singkapan batuan, bolder, batuan menunjukkan pemerian sebagai berikut: berwarna abu – abu gelap, ukuran butir halus, Keras, tekstur afanitik hingga porfiritik, terdiri atas mineral gelas

vulkanik, dan mineral lain. Hasil analisis kimia penyusun batuan dari sampel batuan yang diambil di singkapan batuan menunjukkan bahwa batuan tersebut adalah batuan basa. Kesimpulan ini berdasarkan komposisi SiO₂ yang berapa pada angka 59,1 hingga 60,2 %. Dengan persentase tersebut batuan tersebut digolongkan sebagai batuan andesit (ESDM, 2021).

2. Batuan beku andesit

Batu andesit adalah jenis batuan beku vulkanik yang terbentuk dari lava dan abu vulkanik hasil letusan gunung berapi. Ia merupakan batuan dengan tekstur padat yang terdiri dari mineral-mineral seperti plagioklas, hornblenda, biotit, kuarsa, dan piroksen (Hidayatullah, 2023). Batu andesit termasuk ke dalam kelompok jenis batuan intermediate yang mengandung mineral felsik dan mafik dengan proporsi relatif seimbang. Komposisinya berada di antara basalt (kaya mineral mafik) dan dasit (kaya mineral felsik). Batu andesit memiliki warna abu-abu kehijauan hingga merah bata dengan tekstur afanitik hingga porfiritik. Teksturnya yang padat dan kuat menjadikan batu ini sangat cocok digunakan untuk bahan bangunan, konstruksi jalan, jembatan, pelabuhan, tanggul, dan berbagai infrastruktur sipil lainnya. Pembentukan batuan andesit terjadi saat magma naik ke permukaan bumi lalu mendingin dan membeku secara perlahan. Pendinginan yang berlangsung lambat ini memungkinkan kristal-kristal mineral terbentuk dengan sempurna sehingga menghasilkan batuan yang padat dan solid. Andesit banyak terdapat di Pegunungan Andes, Amerika Selatan, yang juga menjadi asal namanya.

Andesit abu-abu adalah jenis andesit yang paling umum ditemukan. Warnanya yang dominan abu-abu disebabkan oleh kandungan mineral piroksen dan amfibol seperti hornblenda serta mineral felsik seperti kuarsa dan plagioklas. Batu andesit memiliki ragam warna yang bervariasi mulai dari abu-abu terang, abu-abu kehijauan, coklat muda, hingga merah bata. Perbedaan warna ini disebabkan oleh perbedaan komposisi mineral pembentuk batuan terutama kandungan mineral mafik dan felsiknya. Andesit abu-abu memiliki tekstur yang padat dan keras sehingga cocok diaplikasikan untuk bahan bangunan. Andesit ini juga tahan lama dan awet jika digunakan sebagai bahan konstruksi jalan, jembatan, perumahan, bandara atau infrastruktur pantai (Tego, 2018). Andesit hitam memiliki warna kehitaman pekat yang disebabkan tingginya kandungan mineral mafik terutama piroksen dan olivin. Selain itu, andesit hitam juga mengandung magnetit yang memberikan pigmen hitam pada batuan ini. Karakteristik batu andesit hitam adalah keras, padat, dan tahan lama. Batu ini kebanyakan diambil dari endapan lava muda di

dekat puncak gunung berapi. Andesit hitam bisa dimanfaatkan untuk konstruksi bangunan megah karena punya nilai estetika tinggi. Warna kemerahan pada andesit merah berasal dari oksida besi seperti hematit dan maghemite. Selain itu, warna merah juga bisa disebabkan oleh kondisi oksidasi saat terbentuknya batuan ini. Andesit merah biasanya mengandung kuarsa dan felspar dengan tekstur porfiritik khas. Sama seperti varian lainnya, batu ini cocok untuk bahan konstruksi jalan, bangunan, dan dekorasi eksterior. Bongkahan andesit merah pun kerap dijadikan batu hias yang artistic (Hidayatullah, 2023).

Secara tekstur, batu andesit umumnya memiliki permukaan yang padat dan rapat. Teksturnya bisa berupa afanitik (halus) hingga porfiritik (kasar) tergantung proses pendinginan lava yang membentuk batuan tersebut. Tekstur padat inilah yang membuat batu andesit sangat ideal diaplikasikan pada konstruksi dan bangunan. Selain itu, beberapa jenis andesit juga menunjukkan pola tertentu pada permukaannya seperti pola bintik-bintik, belang, hingga pola awan. Pola ini tercipta akibat perbedaan komposisi mineral dalam batuan itu sendiri. Keunikan polanya meningkatkan nilai estetika sehingga batu andesit kerap dijadikan sebagai batu dekoratif alami. Batu andesit yang ditambang umumnya dimanfaatkan secara luas untuk beragam keperluan konstruksi dan dekorasi. Beberapa contoh pemanfaatannya antara lain sebagai bahan batu belah untuk konstruksi bangunan dan jalan, material pondasi bangunan, agregat campuran beton dan aspal, serta batu hias alam untuk eksterior dan interior (Panji, dkk., 2018).

Batu andesit tergolong memiliki kekerasan yang tinggi dengan skala kekerasan berkisar antara 6-7 dalam skala Mohs. Angka ini menunjukkan bahwa mineral penyusun batuan tersebut sudah membentuk ikatan yang sangat padat dan kuat. Kekerasan batu andesit dipengaruhi oleh kandungan mineral-mineral seperti plagioklas, piroksen, kuarsa, dan amfibol di dalamnya. Semakin banyak kandungan mineral tersebut maka semakin tinggi tingkat kekerasannya. Selain keras, batu andesit juga memiliki daya tahan yang baik terhadap paparan cuaca ekstrem. Sifat tahan aus dan tahan korosi ini disebabkan oleh struktur mineral penyusunnya yang sudah membeku sempurna sehingga sangat padat dan sulit lapuk diterpa hujan asam atau sengatan matahari.

Ketahanan batu andesit terhadap cuaca membuat material ini awet dan tahan lama jika diaplikasikan sebagai bahan bangunan atau konstruksi yang terpapar langsung cuaca dan iklim. Contoh pemanfaatannya antara lain untuk

proyek pembangunan konstruksi jalan, jembatan, pelabuhan, tembok, trotoar, dan struktur luar ruangan lainnya. Jadi, berkat kekerasan dan durabilitas tinggi terhadap cuaca ekstrem, maka batu andesit pantas menjadi bahan konstruksi unggulan yang mampu bertahan puluhan bahkan ratusan tahun. Batu andesit merupakan material yang memiliki daya tahan tekan dan dampak yang sangat baik. Hal ini ditunjukkan dari kekuatan tekannya yang mencapai hingga 1.000 kg/cm^2 bahkan lebih.

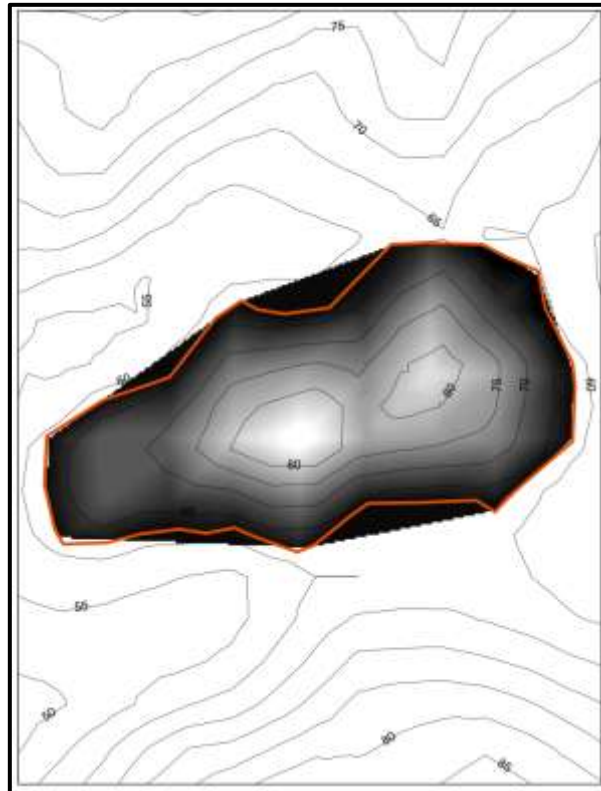
3. Potensi sumberdaya

Perhitungan potensi dari batuan beku andesit ini didasarkan pada estimasi dengan menggunakan software ArcGIS. Data yang digunakan adalah data topografi untuk membuat permodelan blok yang akan dihitung berdasarkan elevasinya. Di dalam penelitian ini data topografi

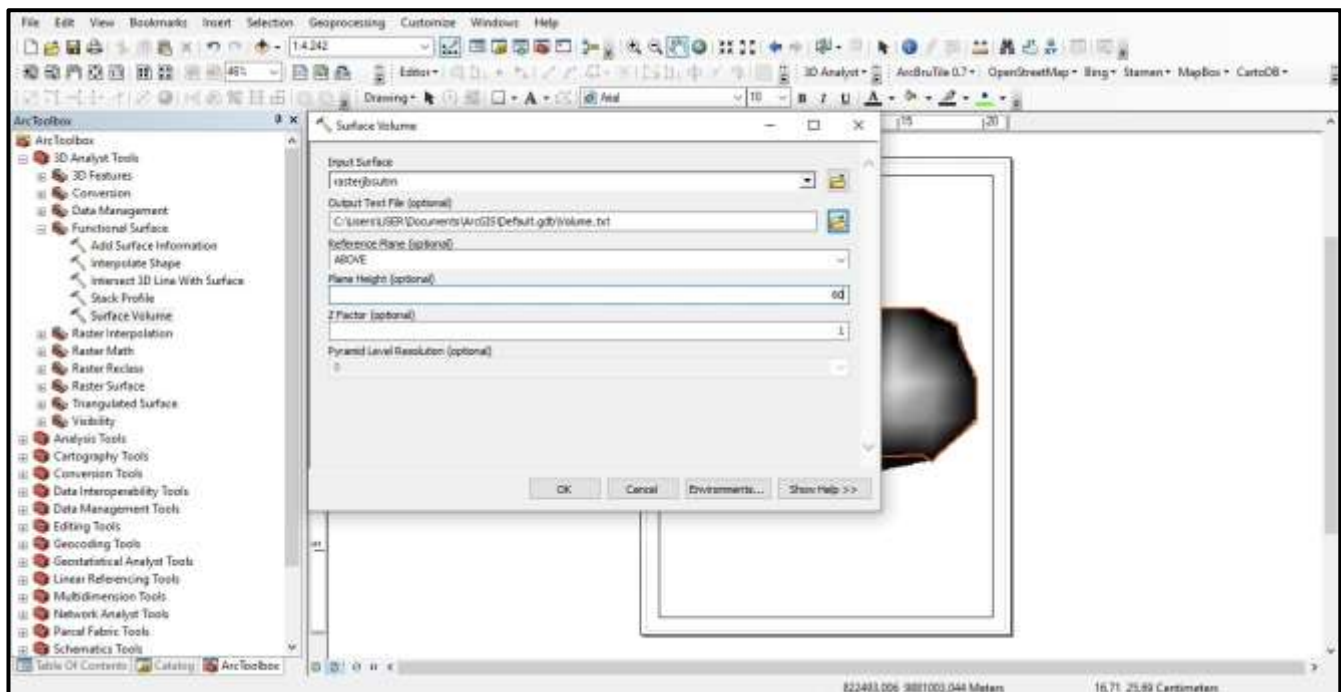
yang digunakan adalah DEM (gambar 3) yang kemudian didelineasi sesuai areal yang akan dihitung (gambar 4). ArcGIS menyediakan tool untuk menghitung volume ke arah atas/*above* seperti pada bentukan bukit (gambar 5) maupun bentukan penggalian ke arah bawah/*below* yaitu melalui *tool cut and fill*. Adapun melalui estimasi dengan menggunakan metode ini, diperoleh hasil bahwa dari areal yang telah didelineasi sebelumnya volume potensi adalah sebesar $2.179.729 \text{ m}^3$ atau $5.885.268 \text{ Ton}$. Jumlah potensi yang dihitung ini merupakan potensi yang berada di atas permukaan, hal ini dilakukan dengan asumsi bahwa pengelolaan dampak lingkungan kegiatan pengambilan batuan akan lebih mudah apabila pengambilan dilakukan pada bukit ketimbang pengelolaan apabila kegiatan pengambilan dilakukan dengan menggali.



Gambar 3. DEM yang digunakan pada perhitungan



Gambar 4. DEM setelah deliniasi dilengkapi dengan garis kontur sebagai kontrol



Gambar 5. Tool perhitungan *surface volume* pada ArcGIS

4. Simpulan

Kelimpahan sumberdaya alam yang dimiliki oleh Kabupaten Gunung Mas dapat dimanfaatkan untuk kepentingan masyarakat secara langsung. Salah satunya adalah pada ketersediaan batuan beku andesit yang dapat digunakan baik sebagai pondasi infrastruktur maupun bahan perkerasan

jalan baik bagi proyek pemerintah maupun masyarakat. Dalam pengelolaan sumberdaya ini tentunya diupayakan agar lokasi pengambilannya sedekat mungkin dengan areal perkotaan, hal ini adalah demi memangkas jarak tempuh pengangkutan yang akan berdampak langsung pada terkendalinya harga material.

Batuan beku andesit yang berada di daerah Kuala Kurun, Kecamatan Kurun, Kabupaten Gunung Mas, memiliki potensi untuk dikembangkan. Dari area yang diestimasi, diketahui volume potensi adalah sebesar 2.179.729 m³ atau 5.885.268 Ton. Jumlah ini didapat berdasarkan pada perhitungan dengan menggunakan *tool surface volume* pada software ArcGIS.

Jumlah potensi yang dihitung ini merupakan potensi yang berada di atas permukaan, hal ini dilakukan dengan asumsi bahwa pengelolaan dampak lingkungan kegiatan pengambilan batuan akan lebih mudah apabila pengambilan dilakukan pada bukit ketimbang pengelolaan apabila kegiatan pengambilan dilakukan dengan menggali.

Daftar Pustaka

- ESDM., 2021. Magma Indonesia, <https://magma.esdm.go.id/v1/edukasi/glossary/andesite/>, Diunduh pada tanggal 22 Desember 2023.
- Hidayatullah, S., 2023. Panduan Lengkap Batu Andesit untuk Proyek Konstruksi, <https://www.sinergistone.com/batu-alam-andesit/>, Diunduh pada tanggal 22 Desember 2023.
- Komite Cadangan Mineral Indonesia., 2019, Kode Pelaporan Hasil Eksplorasi Sumber Daya Mineral dan Cadangan Mineral Indonesia, Komite Bersama KCM, Jakarta.
- Panji, R, dkk., 2018, Identifikasi Karakteristik Dan Kualitas Andesit Sebagai Bahan Bangunan Daerah Batujajar, Kecamatan Batujajar Timur, Kabupaten Bandung Barat Padjadjaran Geoscience Journal., Vol. 2 No. 3, Bandung.
- Pellant, C., 1992, Rock and Minerals, Dorling Kindersley Limited, Publishing, London, UK.
- Ronald, L.B., 2012, Nature Guide Rock and Minerals, DK Publishing, New York, USA.
- SNI 4726., 2019, "Pedoman Pelaporan hasil Eksplorasi, Sumber Daya dan Cadangan Mineral, Badan Standarisasi Indonesia, Jakarta.
- Sumartadipura, AS, dkk., 1996, Peta Geologi Lembar Tewah (Kualakurun), Kalimantan, skala 1 : 250.000, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Tego, L, dkk., 2018, The Quality and Distribution of Andesite Rock for Construction Materials in Kokap and Temon District, Kulon Progo Regency, Yogyakarta–Indonesia, Journal of Applied Geology, Vol. 3(2) UGM, Yogyakarta.
- Wita, K dan Deddy, T., 2019, Perhitungan Sumberdaya Batu Granit Sebagai Bahan Material Bangunan Dengan Arcgis Spatial Analyst, Jurnal Teknik Pertambangan, Vol. 14, No. 1, UPR, Palangka Raya.