

KAJIAN KARAKTERISTIK BATUAN BEKU ANDESIT SEBAGAI BAHAN BANGUNAN DI DAERAH SULAMADAHA KECAMATAN TERNATE BARAT KOTA TERNATE

Razak KARIM¹, Sahdan SURIADI²

^{1,2} Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Maluku Utara, Ternate, Indonesia

¹Email : razakkarim@ummu.ac.id, zackmining@gmail.com

ABSTRACT

The potential of andesite igneous rock caused by volcanic activity, makes the City of Ternate has the potential of rock and sand extraction which is very abundant. Therefore this research was conducted to determine the characteristics of andesite rocks based on the results of testing physical and mechanical properties in the Laboratory, and how to determine the feasibility and non-feasibility of the availability of these andesite rocks as building construction raw materials in accordance with Standards. The study was carried out in the Sulamadaha area of Ternate City, where testing of rock samples was carried out at the SABO Laboratory, Center of Water Resources Research and Development in Yogyakarta and testing of other rock aggregate samples was carried out in the Laboratory of Structur and Materials in Civil Engineering Department, Khairun University in Ternate. Description of rocks has a fine solid gray color, afanitic textured crystalline subhedral, with mineral compositions contained in them are orthoclase feldspard, plagioclase, and quartz. The average compressive strength of andesite rocks from four samples is 1.357,015 kg/cm², for the test results the maximum shear resistance is 29,85%, while the average test results of water absorption ability in andesite rocks are 3,67 %. So it was concluded that andesite igneous rocks of Sulamadaha area, West Ternate District were feasible and fulfilled the requirements and quality of natural stone for building materials in accordance with Indonesian Industrial Standards (SII-0378-80).

Keywords : *rocks, andesite, compressive strength, shear resistance, water absorption, standards, building materials.*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Proses geologi Pulau Ternate menyebabkan tersingkapnya beragam batuan vulkanik dan sedimen lainnya, salah satunya adalah batuan beku andesit. Keterdapatannya batuan beku andesit yang disebabkan oleh aktivitas vulkanik tersebut menjadikan Kota Ternate mempunyai potensi berbagai bahan galian batu dan pasir. Batuan andesit adalah jenis batuan yang paling banyak digunakan sebagai bahan baku bangunan oleh masyarakat di Kota Ternate baik sebagai material konstruksi bangunan gedung, perumahan maupun jenis bangunan sipil lainnya. Penambangan batuan andesit dilakukan oleh masyarakat setempat dengan menggunakan alat-alat tradisional seperti linggis dan sekop, disamping itu ada beberapa pengusaha lokal melakukan penambangan dengan menggunakan peralatan modern seperti excavator, bulldoser, wheel loader dan truck.

Banyaknya keterdapatannya batuan andesit di daerah penelitian dan dari sisi pemanfaatannya yang belum optimal karena kebanyakan hanya digunakan sebagai pondasi bangunan dan untuk

urugan jalan, oleh karena itu perlu dilakukannya penelitian dan pengujian mengenai karakteristik sifat fisik dan mekanik batuan andesit tersebut sebagai bahan bangunan serta kesesuaiannya terhadap jenis-jenis bangunan tertentu.

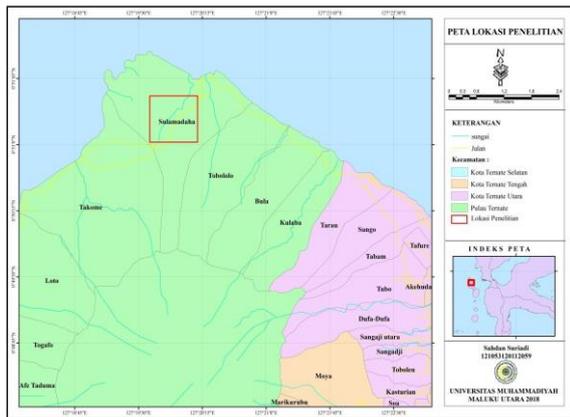
Adapun permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah bagaimana karakteristik batuan andesit berdasarkan hasil pengujian sifat fisik dan mekanik di Laboratorium, dan bagaimana menentukan layak dan tidaknya batuan andesit tersebut sebagai bahan baku konstruksi bangunan sesuai dengan Standar. Sedangkan tujuan yang diharapkan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik batuan andesit, yaitu sifat fisik dan sifat mekanik hasil pengujian di laboratorium, dan untuk mengetahui kelayakan batuan andesit sebagai bahan bangunan gedung maupun bangunan sipil sesuai dengan Standar Industri Indonesia (SII).

1.2. Kondisi Daerah Penelitian

Kota Ternate merupakan salah satu daerah otonomi dari Provinsi Maluku Utara yang terdiri dari 8 (delapan) pulau, yakni Pulau Ternate, Pulau Moti, Pulau Hiri, Pulau Tifure, Pulau

Mayau, Pulau Gurida, Pulau Makka dan Pulau Mano. Kota Ternate mempunyai lokasi yang strategis sebagai kota perdagangan yang dikenal sejak zaman penjajahan Belanda. Pada saat ini Pulau Ternate juga mempunyai beberapa lokasi bahan galian batu dan pasir yang tersebar di beberapa lokasi, baik yang diusahakan oleh perusahaan swasta lokal maupun oleh masyarakat setempat, salah satunya yang terdapat di Kelurahan Sulamadaha Kecamatan Ternate Barat.

Secara administratif Kelurahan Sulamadaha terletak di Kecamatan Ternate Barat Kota Ternate Provinsi Maluku Utara, sebelah Barat berbatasan dengan Kelurahan Takome dan sebelah Timur berbatasan dengan Kelurahan Tobololo. Kelurahan Sulamadaha secara geografis terletak antara 0°51'00"-0°51'45" LU dan 127°19'30"-127°20'15" BT. Untuk peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



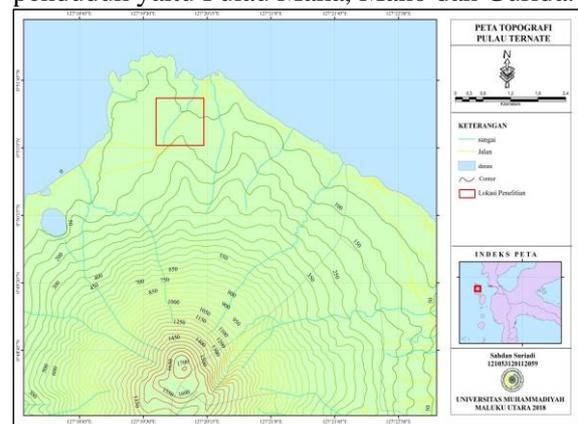
Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Provinsi Maluku Utara pada umumnya memiliki iklim tropis yang sangat tinggi pengaruhnya pada ekosistem alam, khususnya di Pulau Ternate yang dipengaruhi oleh iklim laut tropis yang terdiri dari beberapa bagian yakni tiga musim yaitu ; musim hujan, musim kemarau dan musim pancaroba. Musim hujan biasanya terjadi antara bulan November–Februari, pada musim kemarau biasanya sering terjadi antara bulan April– Oktober dan musim pancaroba ini terjadi pada bulan Maret – Oktober. Keadaan iklim di wilayah Pulau Ternate yaitu beriklim Tropis dengan suhu udara berkisar antara 20⁰-30⁰ C. (Sumber BMKG Kota Ternate Tahun 2018).

1.3. Kondisi Topografi

Kondisi topografi daerah Pulau Ternate adalah berbukit dengan sebuah gunung api yang masih aktif dan terletak ditengah Pulau Ternate yaitu Gunung Gamalama. Permukiman masyarakat

secara intensif berkembang di sepanjang garis pantai sampai mengarah ke gunung. Dari 5 (lima) pulau besar yang ada, sangat sedikit masyarakat mengelolah lahan pertanian dan perkebunan dengan produksi rempah-rempah seperti pala, cengke, kopra dan lain-lain, sedangkan produk unggulannya adalah perikanan laut yang diperoleh disekitar perairan Pulau Ternate, Pulau Tidore dan Pulau Halmahera. Pulau Ternate memiliki kelerengan fisik diatas 40 % yang mengerucut kearah puncak Gunung Gamalama terletak ditengah -tengah Pulau. Didaerah pesisir rata-rata kemiringannya adalah sekitar 2% sampai 8% (Gambar 2). Kedalaman laut adalah bervariasi, pada beberapa lokasi disekitar Pulau Ternate, terdapat tingkat kedalaman yang tidak terlalu dalam, sekitar 10 -100 meter dari garis pantai sehingga memungkinkan adanya peluang reklamasi. Tetapi pada bagian lain terdapat tingkat kedalaman yang cukup dalam dan berjarak tidak jauh dari garis pantai yang ada. Selanjutnya dijelaskan bahwa kondisi topografi Kota Ternate juga ditandai dengan keberagaman ketinggian dari permukaan laut (Rendah: 0-499 m, Sedang: 500-699 m, dan Tinggi lebih dari 700 m). Dengan kondisi tersebut, ciri Kota Ternate merupakan wilayah kepulauan, lima diantaranya didiami oleh penduduk yaitu Pulau Ternate, Hiri, Moti, Mayau, dan Tifure), sedangkan untuk tiga pulau yang berukuran kecil tidak dihuni oleh penduduk yaitu Pulau Maka, Mano dan Gurida.



Gambar 2. Peta Topografi Lokasi Penelitian

1.4. Kondisi Geologi

Pulau Ternate merupakan sebuah pulau yang terbentuk karena proses pembentukan gunung api yang muncul dari dasar laut, sebagian berada di bawah muka laut dan sebagian lagi muncul di permukaan laut. Pulau-pulau lain yang merupakan bagian dari gunung ini adalah Pulau Hiri terletak di sebelah utara, Pulau Tidore dan

d. Teknik Pengambilan Contoh Batuan (*Rock Sampling*)

Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode *Chip Sampling* yang merupakan metode sampling dengan cara mengumpulkan pecahan batuan (*rock chip*) yang dipecahkan melalui suatu jalur yang memotong zona mineralisasi dengan menggunakan palu atau pahat. Keberhasilan pembuatan sayatan tipis ditentukan oleh benar tidaknya prosedur pengambilan sampel dilapangan dan teknik preparasinya. Untuk mengetahui sifat optis mineral, komposisi batuan (eksplorasi kandungan mineral tertentu), tingkat sifat deformasi batuan atau ada tujuan yang lain. Jika tujuan pengamatan adalah untuk mengetahui sifat optis mineral, komposisi dan sifat fisik batuanya, maka diperlukan contoh batuan yang segar.

Ciri-ciri batuan yang segar adalah warnanya segar, tidak dijumpai warna alterasi (warna lapuk). Contoh andesit dan diorit berwarna abu-abu terang-agak gelap; warna lapuk keputih-putihan, kemerah-merahan, kekuning-kuningan atau kecoklat-coklatan. Warna segar dasit abu-abu agak keunguan; warna lapuk abu-abu terang bintik-bintik hijau, putih dan merah. Batugamping dolomit warna segar abu-abu kemerahan cerah dengan pecahan tajam dan sangat keras; warna lapuk abu-abu kekuningan-kecoklatan (merah bata) dengan pecahan tumpul dan mudah hancur. Jika dipukul berbunyi "cling"; batuan yang lapuk jika dipukul berbunyi "bug" atau "blug", pada batuan beku luar yang segar sangat keras tetapi lebih mudah pecah, pecahannya runcing-runcing tajam, tetapi batuan yang lapuk tidak tajam feldsparnya mengembang sehingga ukurannya menjadi lebih besar. Tidak terdeformasi, massif (inti lava/intrusi); batuan yang segar tidak dijumpai rekahan-rekahan baik akibat deformasi saat pembekuan, pembebanan, tektonik maupun pelapukan; usahakan mengambil batuan yang betul-betul masif (tak-terdeformasi).

e. Pengujian Laboratorium

Pengujian Laboratorium dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan antara lain :

❖ Preparasi sampel batuan

Preparasi adalah suatu proses yang mana digunakan untuk mengubah contoh batuan yang telah dipilih pada saat sampling menjadi bahan yang siap untuk dianalisis seperti pembersihan sampel batuan, penimbangan dan pemotongan sampel sesuai prosedur pengujian yang telah

ditetapkan, berikut banyaknya sampel yang akan diuji (Tabel 1).

Tabel 1. Sampel Batuan

No	Jenis Pengujian	Bahan	Jumlah
1	Kuat Tekan	Batuan Andesit	4 Sampel
2	Ketahanan Geser	Batuan Andesit	2 Sampel
3	Penyerapan Air	Batuan Andesit	2 Sampel

❖ Uji sifat fisik batuan

Uji sifat fisik dilakukan untuk mendapatkan parameter sifat fisik batuan. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah kemampuan penyerapan air terhadap agregat batuan. Berikut prosedur pengujian penyerapan air pada batuan :

- Cuci benda uji untuk menghilangkan debu atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
- Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105°C sampai berat tetap.
- Dinginkan benda uji pada suhu kamar selama 1-3 jam kemudian timbang dengan ketelitian 0,5 gran (BK).
- Rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24 +4 jam.
- Keluarkan benda uji dari air, lap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (SSD), untuk butiran yang besar pengeringan harus satu per satu.
- Timbang benda uji kering permukaan jenuh (BJ)
- Letakkan benda uji didalam keranjang, goncangkan batunya untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (BA). Ukur suhu air untuk penyesuaian perhitungan pada suhu standar (25°C).

❖ Uji sifat mekanik

Pengujian dilakukan untuk menentukan sifat mekanik dari batuan. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji ketahanan geser dan uji kuat tekan uniaksial. Uji kuat tekan ini merupakan dasar untuk menentukan besarnya tekanan yang diberikan pada saat uji emisi akustik. Dari hasil uji kuat tekan uniaksial ini akan diperoleh kurva regangan–tegangan yang akan memberikan parameter–parameter seperti kuat tekan uniaksial, batas elastis dan *modulus young*. Berikut ini prosedur pengujian kuat tekan batuan dan ketahanan geser adalah sebagai berikut :

1. Prosedur pengujian kuat tekan

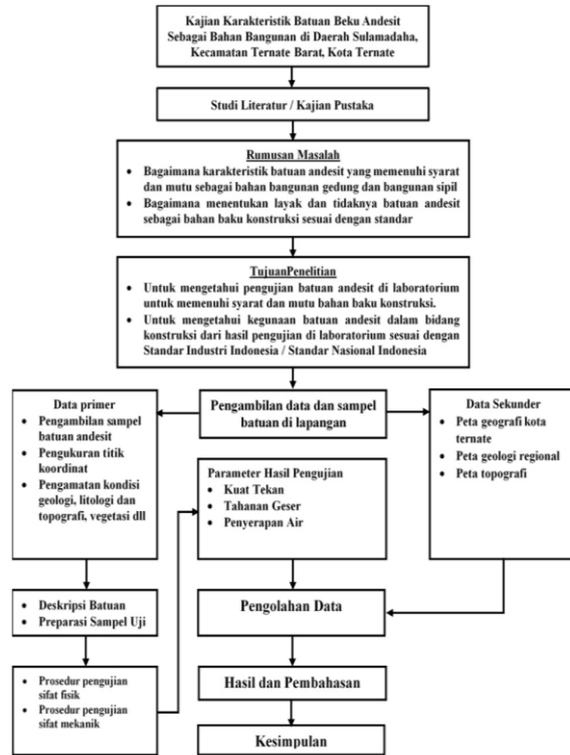
- Pemotongan Sample Batuan ; Dalam proses kegiatan laboratorium dimana tahap pertama yang di lakukan yaitu proses pemotongan batuan yang akan di uji, proses pemotongan ini dilakukan dengan alat *cutting machine* dimana ada 4 sampel yang akan di uji dengan masing-masing ukuran sample batuan 5x5x5 cm.
- Penimbangan Sample Batuan ; Dalam proses penimbangan sample batuan dengan menggunakan timbangan *Excellent HZQ* yang bertujuan untuk mengetahui berat sample batuan andesit yang akan di uji.
- Pengujian Kuat Tekan Andesit ; Pengujian kuat tekan batuan dengan menggunakan alat *Compression Machine* yang bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan dari batuan andesit tersebut.

2. Prosedur pengujian ketahanan geser batuan

- Cuci benda uji hingga bersih
- Keringkan dalam oven selama 24 jam
- Pisahkan agregat tersebut sesuai kelompoknya lalu campurkan sesuai dengan kombinasi yang diinginkan (A/B/C/D) dengan berat total 5000 gram.
- Masukkan benda uji dalam mesin los angeles ata drum abrasi beserta 12 buah bola baja kemudian tutup kembali drum abrasi.
- Atur angka pada counter sebanyak kurang lebih 500 putaran kemudian hidupkan mesin *Los Angeles*
- Setelah 500 putaran, matikan mesin los angeles dan letakan talam dibawah drum dan buka penutup drum abrasi kemudian keluarkan benda uji beserta bola baja dari dalam drum tersebut.
- Saring benda uji dengan menggunakan saringan nomor 12
- Cuci benda uji yang tertahan di saringan nomor 12 hingga bersih
- Keringkan benda uji dalam oven selama 24 jam
- Timbang benda uji yang telah di oven (B) dan catat beratnya.

2.4. Bagan alir penelitian

Kegiatan penelitian ini diharapkan memenuhi target dan pencapaian tujuan yang diinginkan, berdasarkan tahapan penelitian dan kerangka konsep dengan penjelasannya, maka dibuatkanlah bagan alir penelitian sebagaimana tercantum pada Gambar 4

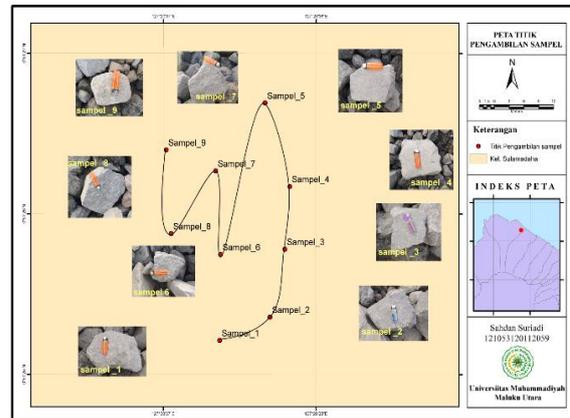


Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Sampling Batuan Andesit

Dalam penelitian ini, jenis batuan yang menjadi objek kajian ini adalah batuan beku andesit, dimana pengambilan sampel dilakukan secara acak pada 9 titik yang berbeda (Gambar 5).



Gambar 5. Peta pengambilan sampel

Sedangkan teknik yang digunakan dalam pemilihan sampel yang diuji yaitu sampel batuan dalam kondisi yang masih segar, Jika dipukul berbunyi “cling”; batuan yang lapuk jika dipukul berbunyi “bug” atau “blug”; pada batuan beku luar (bersifat gelas) batuan yang segar sangat keras tetapi lebih mudah pecah, pecahannya runcing–runcing tajam, tetapi batuan yang lapuk tidak tajam feldsparnya (putih)

mengembang sehingga ukurannya menjadi lebih besar (Gambar 6).



Gambar 6. Sampel Batuan Andesit

3.2. Hasil Deskripsi Batuan

Deskripsi sampel batuan dilakukan secara megaskopis dikarenakan keterbatasan alat pada laboratorium terkait. Dari hasil deskripsi yang telah dilakukan teridentifikasi jenis batuan beku andesit dengan komposisi mineral yang terkandung didalamnya adalah *orthoclase feldspard*, *plagioklas*, dan *quartz* dimana batuan ini bertekstur afanitik berbentuk kristal *subhedral* serta berwarna abu-abu padat halus.

3.3. Hasil Pengujian Laboratorium

Dalam mengidentifikasi karakteristik batuan dan penggunaannya sebagai bahan baku konstruksi ada beberapa pengujian yang dilakukan baik secara fisik maupun mekanik yaitu pengujian kuat tekan, kuat geser dan uji penyerapan air yang terdapat dalam batuan sehingga dapat diketahui layak dan tidaknya batuan tersebut untuk memenuhi syarat dan mutu bahan baku konstruksi sesuai dengan Standar Industri Indonesia atau Standar Nasional Indonesia yang telah di tetapkan.

3.3.1. Hasil Preparasi Sampel Batuan

Preparasi sample batuan bertujuan untuk mengubah contoh yang telah dipilih pada saat sampling menjadi bahan yang siap untuk dianalisis seperti pembersihan permukaan sampel yang akan di uji, pemotongan dan penimbangan sample batuan. Adapun tahapan preparasi dalam pengujian ini adalah :

- Haluskan permukaan sampel dengan menggunakan amplas, kikir atau gerinda.
- Ukur sejajar permukaan sampel dengan menggunakan alat *Squareness* (tidak lebih besar dari satu kali putar dial pengukuran).
- Ukur diameter dan tinggi sampel dengan jangka sorong. Pengukuran ini dilakukan

sebanyak dua kali pada masing – masing diameter (atas dan bawah) dan tinggi sampel uji yang digunakan.

3.3.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Tujuan utama kuat tekan uniaksial adalah untuk mendapatkan nilai kuat tekan dari contoh batuan. Kuat tekan yang dimaksud yaitu batas beban yang dapat ditahan oleh batuan pada saat pecah atau hancur saat menerima gaya tekan per satuan luas bidang yang di tekan. Dalam pengujian kuat tekan meliputi beberapa tahapan pengujian yang dijelaskan sebagai berikut :

a. Pemotongan Sample Batuan

Pada kegiatan laboratorium dimana tahap pertama yang dilakukan yaitu proses pemotongan batuan yang akan diuji, proses pemotongan ini dilakukan dengan alat *cutting machine* dimana ada 4 sampel yang akan diuji dengan masing-masing ukuran sample batuan 5x5x5 cm.



Gambar 7. Proses pemotongan sampel batuan

b. Penimbangan Sample Batuan

Penimbangan sample batuan dilakukan dengan menggunakan timbangan *Excellent HZQ* yang bertujuan untuk mengetahui berat sample batuan Andesit yang akan diuji. Dari hasil penimbangan yang dilakukan diketahui berat sampel-1 adalah 369 gram, sampel-II 372 gram, sampel-III 337 gram dan sampel-IV adalah 396 gram.



Gambar 8. Penimbangan sample batuan andesit

c. Pengujian Kuat Tekan Andesit

Pengujian kuat tekan batuan dengan menggunakan alat *Compression Machine* yang bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan dari batuan andesit, proses pengujian tersebut (Gambar 9).



Gambar 9. Pengujian Kuat Tekan Batuan Andesit

3.3.3. Hasil Pengujian Tahanan Geser Sampel Agregat Batuan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui dan menentukan ketahanan suatu agregat terhadap keausan dengan menggunakan mesin *Los Angeles*. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan bahan Universitas Khairun Ternate.



Gambar 10. Pengujian dengan mesin *Los Angeles*

Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap dua sampel dimana berat sampel mula-mula adalah 5000 gram dan berat yang lolos terhadap saringan nomor 12 pada sampel-I adalah 1465 gram sedangkan pada sampel-II adalah 1520 gram sehingga didapatkan nilai keausan pada kedua sampel tersebut. Jadi hasil perhitungan didapatkan nilai keausan pada sampel-I sebesar 29,3% dan sampel-II sebesar 30,4% dan nilai rata-ratanya sebesar 29,85%.

3.3.4. Hasil Pengujian Penyerapan Air pada Batuan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan suatu batuan untuk menyerap air. Hal ini juga merupakan salah satu syarat yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan karakteristik batuan sebagai bahan baku konstruksi sesuai dengan penetapan Standar Industri Indonesia. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium struktur dan bahan Universitas Khairun Ternate.



Gambar 11. Perendaman agregat dan penimbangan agregat andesit

Dari hasil pengujian didapatkan nilai berat kering oven (Bk) adalah 2620 gram pada sampel-I dan 2810 gram pada sampel-II, berat benda uji kering permukaan (Bj) jenuh adalah 2840 gram pada sampel-I dan 2920 gram pada sampel-II, sedangkan berat benda uji didalam air (Ba) adalah 2145 gram pada sampel-I dan 2231 gram pada sampel-II (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji penyerapan air di Laboratorium

Item	Sampel-I (gram)	Sampel-II (gram)	Rata-rata (gram)
Berat Benda Uji Kering Oven (Bk)	2.620	2.810	2.715
Berat Benda Uji Kering Permukaan Jenuh (Bj)	2.710	2.920	2.815
Berat Benda Uji Didalam Air (Ba)	2.145	2.231	2.188

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai rata-rata kemampuan penyerapan air pada batuan andesit sebesar 3.67%, selengkapnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil perhitungan agregat hasil pengujian

Item	Sampel-I	Sampel-II	Rata-rata
Berat Jenis (Bulk)	3,76	4,07	3,92
Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh	4,08	4,23	4,16
Berat Jenis Semu (Apparent)	5,51	4,85	5,18
Penyerapan (Absorption)	3,43	3,91	3,67

3.3.5. Perbandingan Hasil Uji Laboratorium Dengan Standar Industri Indonesia (SII) Tentang Syarat Mutu Batu Alam sebagai Bahan Baku Konstruksi

Berdasarkan hasil uji Laboratorium untuk sifat fisik dan mekanik batuan beku andesit (Tabel 4), beberapa nilai yang diperoleh dari pengujian tersebut antara lain.

1. Pengujian Kuat Tekan Uniaksial

Dari hasil pengujian kuat tekan terhadap 4 sampel yang dilakukan didapatkan nilai rata-rata kuat tekan pada batuan andesit adalah sebesar 1357.015 kg/cm², nilai ini masuk dalam jenis bahan konstruksi batu alam sebagai bahan pembuatan pondasi kategori sedang.

2. Pengujian ketahanan geser

Dari pengujian ketahanan geser yang dilakukan terhadap 2 sampel didapatkan nilai rata-rata ketahanan adalah sebesar 29.85%. nilai tersebut

masuk dalam syarat mutu batu alam sebagai bahan untuk pondasi kategori sedang sesuai dengan syarat mutu batu alam sebagai bahan baku konstruksi menurut Standar Industri Indonesia (SII)

3. Pengujian kemampuan penyerapan air (absorption)

Pengujian ini dilakukan terhadap dua sampel agregat batuan andesit dimana nilai rata-rata yang didapatkan adalah sebesar 3.67%. Nilai tersebut menurut Standar Industri Indonesia masuk dalam bahan baku pembuatan pondasi kategori berat dan sedang. Selain itu, nilai tersebut juga masuk dalam pembuatan tonggak dan batu tepi jalan serta pembuatan penutup lantai/trotoar.

baku konstruksi pondasi bangunan kategori sedang, sementara untuk hasil uji terhadap kemampuan penyerapan air masuk dalam jenis konstruksi pondasi bangunan kategori berat dan sedang, nilai tersebut juga memenuhi syarat untuk pembuatan tonggak dan batu tepi jalan serta untuk pembuatan penutup lantai/trotoar sesuai dengan Standar Industri Indonesia (SII) sehingga dapat disimpulkan bahwa batuan beku andesit Daerah Sulamadaha Kecamatan Ternate Barat layak dan memenuhi syarat dan mutu batu alam untuk bahan bangunan sesuai dengan Standar Industri Indonesia (SII-0378-80)

Tabel 4. Perbandingan Hasil Uji Laboratorium dengan Standar Industri Indonesia

	PARAMETER	Pondasi Bangunan			Tonggak dan Batu Tepi Jalan	Penutup Lantai/Trotoar	Batu hias atau Batu Tempel
		Berat	Sedang	Ringan			
Standar Industri Indonesia dan Standar Nasional Indonesia	Kuat Tekan Rata – Rata Minimum	1500	1000	800	500	600	200
	Ketahanan Geser Maksimum	27	40	50			
	Penyerapan Air Maksimum	5	5	8	5	5	
Hasil Uji Laboratorium	Kuat Tekan Rata – Rata Minimum		1357.015				
	Ketahanan Geser maksimum		29.85				
	Penyerapan Air Maksimum	3.67	3.67		3.67	3.67	

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengujian Laboratorium yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan beberapa poin berikut :

1. Batuan beku andesit di lokasi penelitian memiliki warna abu-abu padat halus, bertekstur afanitik berbentuk kristal *subhedral* dengan komposisi mineral yang terkandung didalamnya adalah *orthoclase feldspard*, *plagioklas*, dan *quartz*. Kuat tekan rata-rata batuan andesit hasil pengujian terhadap empat sampel adalah sebesar 1.357,015 kg/cm², untuk hasil pengujian ketahanan geser maksimum, nilai rata-rata sebesar 29,85%, sedangkan hasil uji terhadap kemampuan penyerapan air pada batuan andesit, nilai rata-ratanya sebesar 3,67%.
2. Dari keseluruhan hasil uji terhadap karakteristik batuan beku andesit untuk nilai kuat tekan dan ketahanan geser yang didapatkan layak digunakan sebagai bahan

V. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak pemilik tambang batu dan pasir di Daerah Sulamadaha yang mengizinkan kami untuk melakukan penelitian ini, dan pihak pimpinan dan staff Laboratorium Sabo Yogyakarta dan Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil Universitas Khairun Ternate yang telah mengizinkan kami untuk melakukan pengujian sampel batuan andesit. Penulis juga menghaturkan terima kasih kepada para dosen dan pegawai di Program Studi Teknik Pertambangan UMMU atas bantuan mereka.

DAFTAR PUSTAKA

- Bieniawski, Z.T.1984, *Rock Mechanics Design In Mining And Tunneling*, John Wiley and sons, Canada.
- Bieniawski, Z.T., 1989, "Engineering Rock Mass Classifications", John Wiley&Sons, New York.

- Brotodiharjo, Agus, P.P, 1979. Pentingnya pengujian kuat tekan pada batuan / Tanah dalam penyelidikan geoteknik, PIT – VIII IAGI Jakarta, 10-11 Desember 1979.
- Hoek E., Wood, D., and Shah, S., “A Modified Hoek-Brown Failure Criterion For Jointed Rock Masses” Paper submitted for publication in the Proceedings of the International ISRM Symposium Rock Characterization, Chester, UK., (1992).
- Katili & Tjia HD, 1980, “*Geotectonic of Indonesia a Modern View*”, Department of Geology, Bandung Institute of Technology, Bandung.
- Laboratorium Struktur dan Bahan, 2018, *Pengantar Praktikum struktur dan bahan*. Program Studi Teknik sipil Universitas Khairun, Ternate.
- Matthewson, 1980, Uji Tumbukan Palu.
- PT. ANTAM Tbk, Unit Geomin, 1996 “*Peta Geologi dan Stratigrafi Umum Pulau Halmahera*”.
- R. Karim, 2012, *Analisis Terpadu Stabilitas Lubang Bukaan Stope Dan Backfill Pada Penambangan Emas Bawah Tanah Metode Long Hole Stope Dan Underhand Cut And Fill Di Site Kencana PT. Nusa Halmahera Minerals Gosowong-Halmahera*”. Tesis Program Magister Rekayasa Pertambangan ITB, Bandung.
- R. Karim, B. Sulistianto, G.M Simangunsong, A.Lopulalan, 2012, *Stability Analysis of Paste Fill as Stope Wall Using Analytical Method and Numerical Modeling in The Kencana Underground Gold Mining With Long Hole Stope Method*, 18-19 September 2012, International Symposium On Earth Science and Technology Proceedings– CINEST, Bandung–Indonesia, Paper Code: PO 10, pp. 583 –590
- S.Bronto,R.D. Hadisantono, dan J.P. Lockwood, 1982, Peta Geologi Ternate
- Standar Industri Indonesia (SII-0378-80). *Syarat Mutu Batu Alam untuk Bahan Bangunan*
- Standar Nasional Indonesia (SNI-2825-2008). *Cara Pengujian Uniaksial*. Badan Standarisasi Nasional
- SNI (Standar Nasional Indonesia). 0394-1989, *Syarat Mutu Batu Alam untuk Bahan Bangunan*.
- Van Zuidam, R.A. 1983, *Guide To Geomorphology Ariel Photographic Interpretation And Mapping*. ITC Enschede The Nederland.
- Zanuar Ifan Prasetya, *Sifat Fisik & Manfaat Batuan Beku Di Desa Sapulante, Kecamatan Pasrepah Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur*. Jurnal Ilmiah MTG, Vol. 6, No. 1 Januari 2013