

**KUALITAS BATUAN BEKU SEBAGAI BAHAN KONSTRUKSI
PADA DAERAH WARMARE KABUPATEN MANOKWARI****QUALITY OF IGNEOUS ROCK AS A CONSTRUCTION MATERIAL
IN MADRAD VILLAGE WARMARE REGENCY****Angelina M. Randa^{1*}, Rana Wiratama², Eric A. Patandianan³, Irman⁴**^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Geologi Universitas Papua
Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari Papua Barat 98314

Dikirim: 23 September 2022; Disetujui: 28 November 2022; Diterbitkan: 12 Desember 2022

DOI: [10.47039/ish.4.2022.105-113](https://doi.org/10.47039/ish.4.2022.105-113)**Inti Sari**

Daerah Warmare berdasarkan penampakan lapangan dijumpai banyak sekali fragmen batuan beku pada sungai yang terdapat di sana, terutama batuan andesit-basaltik yang merupakan satuan litologi penyusun dari Formasi Gunung api Arfak. Batuan-batuan ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri, terutama untuk bahan konstruksi infrastruktur dasar seperti pondasi, penimbun, pengerasan jalan, penyangga bendungan, bahan campuran beton split dan untuk bahan dasar industri lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas batuan beku yang termasuk dalam Formasi Gunung api Arfak yang terdapat di daerah Warmare dan sekitarnya berdasarkan jenis pemanfaatannya. Metode yang digunakan yaitu studi pustaka, serta analisis laboratorium berupa uji kuat tekan, dan analisis petrografi. Uji kuat tekan menggunakan *Uniaxial Compressive Strength*, yang bertujuan mengukur kuat tekan uniaksial sebuah contoh batuan dalam geometri yang beraturan, baik dalam bentuk silinder, balok ataupun prisma dalam satu arah (*uniaxial*). Diharapkan hasil pengujian dapat diklasifikasikan kekuatan dan karakteristik batuan. Hasil pengujian batuan basal menunjukkan nilai kuat tekan sebesar 881,94 kg/cm² yang dapat digunakan sebagai beton tiang pancang sesuai Standard Direktorat Jenderal Bina Marga (1976), sementara Batuan Andesit yang dijumpai juga di daerah penelitian menunjukkan nilai kuat tekan sebesar 430,01 kg/cm² yang dapat digunakan sebagai beton jalan raya.

Kata Kunci: andesit, basal, kuat tekan, petrografi, Warmare**Abstract**

Warmare area, based on field appearances, found a lot of igneous rock fragments in the river found at the study site, especially andesite-basaltic rocks which are the constituent lithological units of the Arfak Volcano Formation found at the study site. These rocks are considered to be used as industrial raw materials, especially for basic infrastructure construction materials such as foundations, fills, road paving, dam supports, split concrete mixes and for other industrial base materials. This study aims to determine the quality of igneous rocks included in the Arfak Volcano Formation found in the research area and its surroundings based on the type of utilization. The method used is literature study, field data collection in the form of geological conditions in the research area and rock sampling, then laboratory analysis in the form of compressive strength tests, and petrographic analysis. The compressive strength test used is *Uniaxial Compressive Strength*, which aims to measure the uniaxial compressive strength of a rock sample in a regular geometry, either in the form of a cylinder, beam or prism in one direction (*uniaxial*). So that the test results can be classified as rock strength and characteristics. Based on field data taken in the form of Basalt showing a compressive strength value of 881.94 kg/cm² which can be used as concrete piles referring to the Standard of the Directorate General of Highways (1976), Andesite rocks also found in the study area show a compressive strength value of 430.01 kg/cm² which can be used as highway concrete.

Keywords: andesite, basalt, compressive strength, petrography, Warmare

* Korespondensi Penulis

Tlp : +6285299642007

Email : majesty.angelina@gmail.com



I. PENDAHULUAN

Berdasarkan Peta Geologi Regional daerah Warmare dan sekitar Kabupaten Manokwari Selatan tersusun atas batuan yang termasuk dalam Formasi Gunung api Arfak (Tema) dari busur kepulauan, dan umumnya terdiri dari batuan klastika gunung api dan piroklastika, lava, breksi lava, dan batuan terobosan andesit, basal porfiri, diorite, gabro, dan jarang batu gamping lumpuran (Pieters et al., 1989). Berdasarkan pengamatan lapangan, dijumpai singkapan batuan beku pada sungai dengan pelamparan yang cukup luas dan belum banyak dimanfaatkan oleh penduduk untuk kebutuhan bahan bangunan, seperti untuk menunjang produktivitas pembangunan fisik dan industri.

Penelitian ini pada dasarnya bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kelayakan batuan beku yang masuk dalam Formasi Batuan Gunung api Arfak yang berada pada Kampung Madrad Distrik Warmare Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat, untuk dapat dijadikan sebagai bahan konstruksi dengan menggunakan analisis petrografi dan uji kuat tekan sehingga dapat diketahui karakteristik pada batuan tersebut, yang telah diatur pada Standar Bina Marga 1976 dan Standar Industri Indonesia (SSI 0378-80) di daerah penelitian untuk dimanfaatkan sesuai dengan karakteristiknya.

Keterlibatan geologi dalam pekerjaan konstruksi teknik penting, terutama pada periode perencanaan dan pemeliharaan. Kementerian PUPR Indonesia telah menyatakan bahwa setiap pembangunan harus diawali studi geologi melalui tahap perencanaan untuk mendapatkan pemahaman umum tentang kondisi geologi di sekitarnya, yang kemudian dikembangkan jauh lagi dalam tahapan berikutnya (Luan et al., 2021).

II. METODE

Penelitian menggunakan observasi langsung untuk mengetahui gambaran langsung keadaan geologi di lapangan, seperti melihat arah persebaran batuan dan pengukuran kualitas suatu bahan (batuan) yang hasilnya di laboratorium (Noor, 2021). Pengujian kuat tekan batuan untuk sampel batuan pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Pertambangan Universitas Papua. Menggunakan analisis petrografi dan uji kuat tekan, analisis petrografi bertujuan mengetahui tekstur, kemas, komposisi mineral dan struktur batuan. Menurut Goodman (1989) dalam (Matmey et al., 2022) terdapat beberapa jenis pengujian kuat tekan batuan yang dilakukan untuk mengetahui nilai dari kekuatan suatu batuan, salah satu metode yang paling umum digunakan adalah *Uniaxial Compressive Strength*. Uji kuat tekan memiliki tujuan untuk mengukur kuat tekan *uniaxial* sebuah tipe batuan dalam geometri yang beraturan, baik dalam bentuk silinder, balok ataupun prisma dalam satu arah (*uniaxial*). Menurut Standar Ditjen Bina Marga (1976), hasil pengujian kuat tekan batuan dapat dibedakan atas kekuatan dan kualitas batuan, sehingga memungkinkan untuk menentukan kesesuaian batuan sebagai bahan dasar bangunan.

Menurut Standard Direktorat Jendral Bina Marga (1976) batuan yang layak digunakan untuk bahan bangunan adalah batuan dengan kuat tekan sebagai berikut:

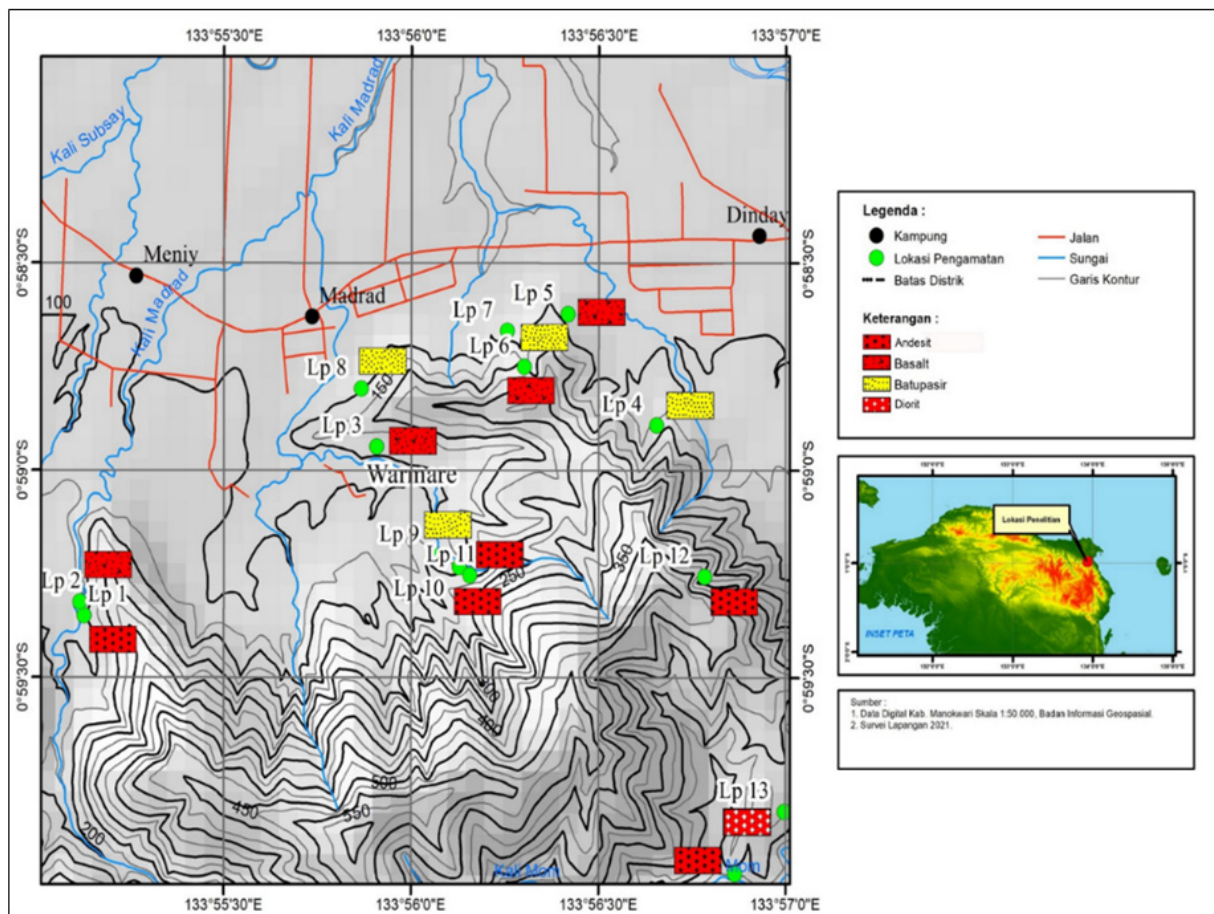
- 1) Sebagai beton bangunan rumah minimal kuat tekannya 200 kg/cm².
- 2) Sebagai beton jalan raya minimal kuat tekannya 350 kg/cm².
- 3) Sebagai beton tiang pancang minimal kuat tekannya 500 kg/cm².
- 4) Sebagai bahan landasan pacu pesawat

Tabel 1.

Syarat Mutu Batuan Bahan Bangunan Menurut Standar Industri Indonesia (SII.0378 – 80)

Pengujian	Pondasi Bangunan BBTG >7000kg	Pondasi Bangunan BSTG <7000kg	Pondasi Bangunan BRTG <3000kg	Bangunan Beton Konstruksi Jalan KBB Kelas III	Bangunan Beton Konstruksi Jalan KBB Kelas II	Bangunan Beton Konstruksi Jalan KBB Kelas I	Tonggak Batu Tepi Jalan	Penutup Lantai Trotoar	Batu hias atau Batu Tempel
KTG / MM (kg/cm ²)	1500	1000	800	1200	800	600	500	400	200

Keterangan : KTB (Kuat Tekan Batuan), MM (Mineral Minimum), BBTG (Bangunan Berat Tekanan Gandar), BSTG (Bangunan Ringan Tekanan Gandar), BRTG (Bangunan Ringan Tekanan Gandar), KBB (Konstruksi Berat Beton)



Gambar 1. Peta Lintasan Pengambil Sampel Batuan

terbang minimal memiliki kuat tekan 1000 kg/cm².

Sedangkan untuk menentukan syarat kualitas suatu batuan sebagai bahan pondasi bangunan sesuai Standar Industri Indonesia (1990) dilakukan melalui pengujian analisa kuat tekan. Tabel 1 menunjukkan syarat mutu bantuan bahan bangunan sesuai Standar Industri Indonesia (1990)

Dalam melakukan uji kuat tekan menggunakan alat *compression machine*, sebelumnya sampel batuan dilakukan pemotongan sampel berbentuk kubus dengan ukuran dimensi 5x5x5 cm dibuat masing-masing batuan sebanyak 3 sampel. Penelitian ini, melakukan pengujian pada dua jenis batuan yang yaitu Sampel litologi Basalt (LP.2) dan Andesit (LP.14). Sampel tersebut kemudian diberikan tegangan dengan satuan KN (kilo newton) dan pada saat proses penekanan terbentuk rekahan-rekahan pada sampel yang diuji kemudian pada tekanan tertentu menentukan nilai kuat tekan sesuai hasil akhir berupa hancurnya sampel batuan

tersebut. Lokasi keberadaan litologi dan titik pengambilan sampel batuan dapat dilihat pada peta lintasan (**Gambar 1**).

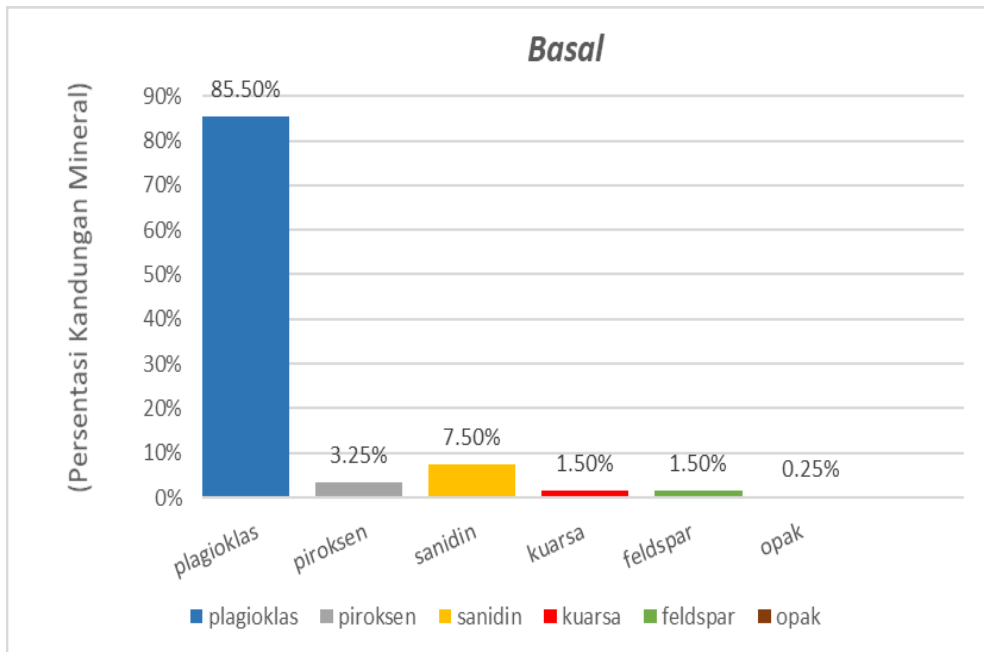
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian dilakukan pengujian batuan berupa analisis petrografi dan uji mekanika batuan, yang didapatkan sebagai berikut:

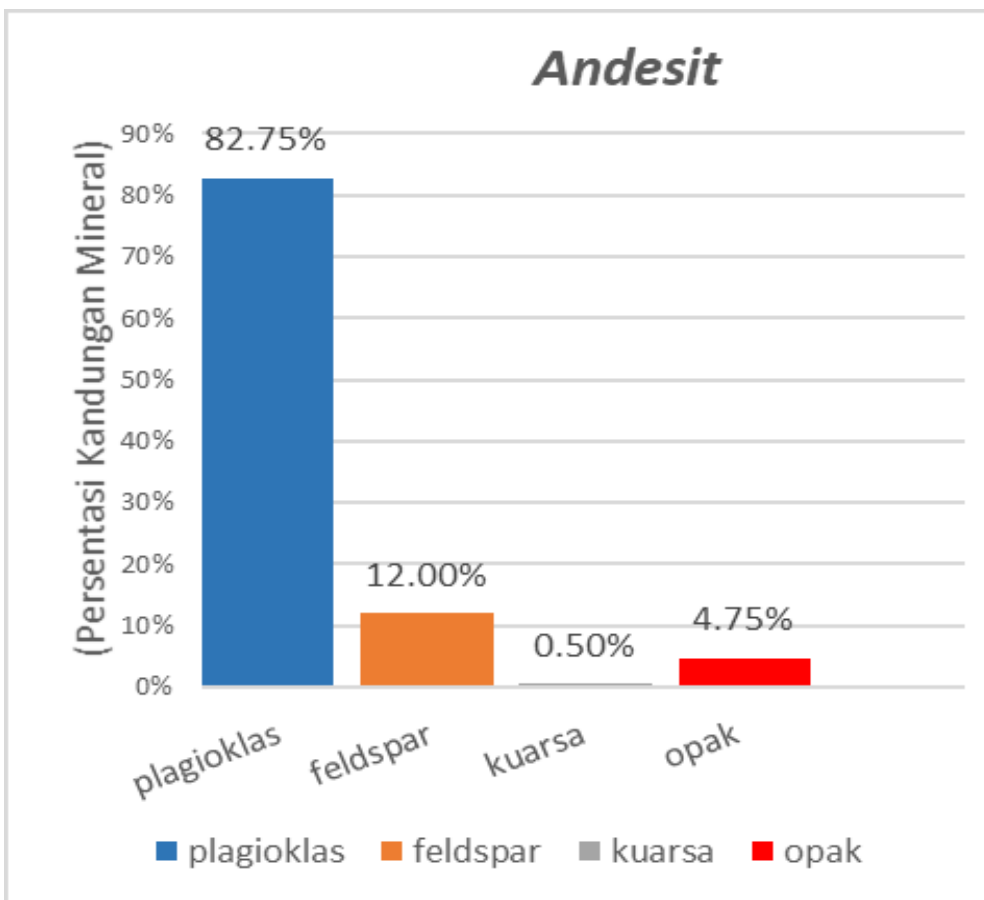
A. Analisis Petrografi

1) Litologi Basalt (LP.2 Sebelah Barat Daerah Warmare)

Sampel litologi Basalt dijumpai di lapangan (Gambar 4) pada titik koordinat 00°59'21.07"LS dan 133°55'07"LU. Secara megaskopis memiliki kenampakan di lapangan yaitu mempunyai ciri – ciri bewarna abu-abu, struktur masif, derajat kristalisasi hipokristalin, granularitas tekstur afanitik, termasuk dalam jenis batuan beku vulkanik yang berasal dari hasil pembekuan magma berkomposisi basa di permukaan atau dekat permukaan bumi. Secara umum hasil analisis sayatan petrografi (Gambar 5)



Gambar 2. Diagram Presentase Kandungan Mineral pada Litologi Basal



Gambar 3. Diagram Presentase Kandungan Mineral pada Litologi Andesit

menunjukkan struktur masif, derajat kristalisasi hipokristalin, bentuk mineral relatif euhedral-subhedral, relasi inequigranular porfiritik dimana fenokris tertanam pada massa dasar berupa mineral yang lebih kecil. Komposisi berupa mineral plagioklas (85,5%), piroksen (7,5%), sanidin (3,25%), kuarsa (1,5%) mineral opak (1,5%) dan feldspar (0,25%). Presentasi keterdapatan mineral pada sampel Litologi Basalt dapat dilihat pada Gambar 2. Mineral yang mendominasi yaitu Plagioklas ini dapat mempengaruhi Uji kuat tekan.

2) Litologi Andesit (LP.14 Sebelah Tenggara Daerah Warmare)

Sampel litologi Andesit dijumpai pada titik koordinat 00°59'58.41"LS dan 133°56'51.21"LU. Secara megaskopis memiliki kenampakan dengan ciri-ciri warna abu-abu, struktur masif, derajat kristalisasi hipokristalin, granularitas afanitik. Komposisi mineral plagioklas honblend feldspar piroksen. Andesit (Streckeisen, 1978), termasuk dalam jenis batuan intermediet. Secara genesa berasal dari magma yang biasanya meletus pada lahar tebal yang mengalir, beberapa diantaranya penyebarannya dapat mencapai beberapa kilometer.

Secara umum petrografi (Gambar 7) menunjukkan struktur masif, derajat kristalisasi

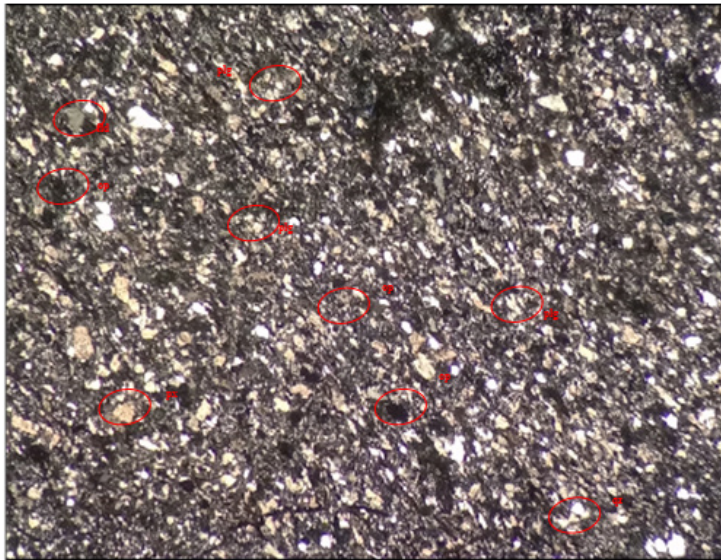
hipokristalin, bentuk mineral relatif euhedral-subhedral, relasi inequigranular porfiritik dimana fenokris tertanam pada massa dasar berupa mineral yang lebih kecil. Komposisi berupa mineral plagioklas (82,75%), feldspar (12%), opak (4,75%) dan kuarsa (0,5%). Secara umum nampak fenokris/mineral yang berukuran besar lebih dominan dibandingkan dengan massa dasar yang berukuran lebih kecil. Presentasi keterdapatan mineral pada sampel Litologi Andesit dapat dilihat pada Gambar 3. Perhitungan presentase mineral yang terdapat dalam sampel batuan dilakukan dengan metode *point counting* dengan melihat dari 2 sudut medan pandang saat pengamatan mikroskopis. Hasil perhitungan presentasi kandungan mineral didapatkan bahwa mineral yang mendominasi yaitu Plagioklas ini dapat mempengaruhi Uji kuat tekan.

Dari hasil pengamatan petrografi pada kedua sampel batuan Basal dan Andesit menunjukkan bahwa 2 tipe batuan beku tersebut memiliki kandungan mineral yang hampir sama yaitu didominasi oleh mineral yang tidak resisten.

Variasi dari mineral-mineral yang terkandung dalam batuan dapat mempengaruhi berat jenis batuan tersebut, dikarenakan berat jenis suatu batuan ditentukan oleh rata-rata berat jenis mineral penyusunnya.



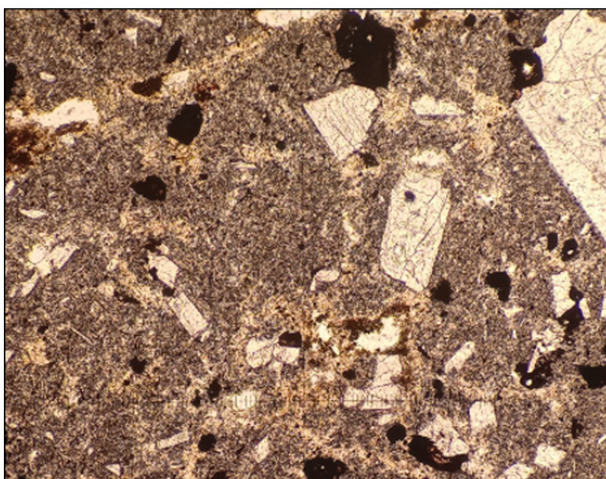
Gambar 4. Kenampakan Litologi Basal di Lokasi Penelitian pada LP.2 (Sebelah Barat Daerah Warmare)



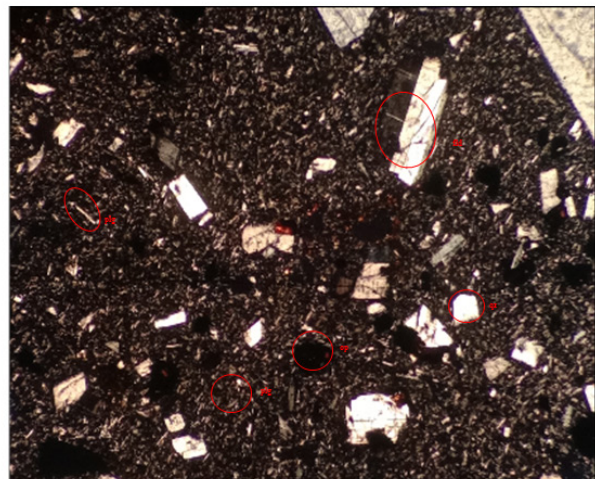
Gambar 5. LP.2 (Ket Mineral: px (piroksin), qz (kuarsa), plg (plagioklas), op (opak), fld (feldspar))



Gambar 6. Kenampakan Litologi Andesit di Lokasi Penelitian pada LP.14 (Sebelah Tenggara Daerah Warmare)



Nikol Sejajar



Nikol Silang

Gambar 7. Kenampakan Sayatan Tipis Litologi Andesit di Lokasi Penelitian pada LP.14 (Ket Mineral: qz (kuarsa), plg (plagioklas), op (opak), fld (feldspar))

3) Hasil Analisis Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan batuan terhadap pemberian tekanan maksimum, dan khusus pada kedua sampel batuan Basal dan Andesit diberikan tekanan maksimum yang satu arah (*uniaxial*). Pada uji kuat tekan ini sampel yang digunakan menurut standar pengujian Bina Marga dengan besaran sampel 5x5x5 cm sehingga mengurangi terjadi kesalahan dalam pengujian kuat tekan. Pengolahan sampel batuan beku yang dilakukan dengan metode uji kuat tekan uniaksial (UCS) menurut Karakus et al., (2005) dalam Guskarnali, et al., (2020) untuk mengetahui kelayakan batuan beku sebagai material dasar bahan konstruksi yang membutuhkan waktu dan persiapan sampel yang cermat. Pengujian dilakukan di Laboratorium Geologi Teknik Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan UNIPA hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Dengan rumus untuk mendapatkan nilai kuat tekan pada persamaan berikut :

$$\sigma C_a = \frac{P}{A} \quad (1)$$

$$\sigma c = \frac{\sigma C_a}{(0,88 + 0,24 \frac{D}{H})} \quad (2)$$

di mana :

σc_a = nilai kuat tekan benda uji sebelum kolerasi H/D.(kN/)

σc = nilai kuat tekan benda uji setelah dikolerasi yang mempunyai perbandingan H/D=2(kN/)

P = nilai beban sumbu (kN)

D = diameter benda uji, (cm)

H = tinggi benda uji (cm)

A = luas permukaan bidang atas dan bidang bawah benda uji, (cm²)

1 kN/= 101.971 kg/

1 kN/= 10Mpa

1 Mpa = 10,197 kg/

Tabel.2
Hasil Analisis Uji Kuat Tekan

No.	Kode Conto	Basal			Andesit		
		1	2	rata-rata	1	2	rata-rata
1	σC	9,20	5,60	7,40	3,00	4.00	3,50
2	σCa	10,69	6,60	8,65	3.65	4.79	4,22
3	P	230	140	185	75	100	87,5
4	D	5	5	5	5	5	5
5	H	5	5	5	5	5	5
6	A	5	5	5	5	5	5
7	kN/cm ²	10,70	6,60	8,65	3,65	4.79	4,22
8	Mpa	106,95	66,04	86,49	36.49	47.85	42,17
9	Nilai Kuat Tekan (kg/Cm ²)	1090,57	673,41	881,94	372,09	487.93	430,01

4) Korelasi Analisis Petrografi dan Uji Kuat Tekan

Berdasarkan hasil analisis petrografi dan analisis uji kuat tekan batuan pada 2 litologi Basal dan Andesit, mineral yang dijumpai secara umum adalah berupa massa dasar, plagioklas, piroksen, sanidine, kuarsa, feldspar, opak, sedikit terdapat biotite, muskovit, dan hornblende. Mineral-mineral yang terkandung pada 2 litologi ini didominasi oleh mineral yang tidak resisten, sedangkan tekstur dan komposisi mineral menjadi faktor dominan yang mempengaruhi nilai kuat tekan. Berdasarkan presentase kuat tekan, nilai kuat tekan yang paling tinggi didapatkan pada litologi Basal dengan nilai 881,94 kg/cm², hal tersebut dikarenakan mineral Plagioklas pada Lp2 (Basal) lebih tinggi. Berbanding terbalik dengan litologi Andesit mempunyai nilai kuat tekan yang paling rendah, dengan nilai 430,01 kg/cm². Tabel 3 menunjukkan nilai uji kuat tekan pada jenis batuan beku Basal dan Andesit tersebut, maka mutu dari kedua jenis batuan beku pada daerah penelitian menurut klasifikasi Standar Industri Indonesia (1999).

- Jika mengacu pada Standard Direktorat Jenderal Bina Marga (1976), maka kedua sampel batuan beku pada daerah penelitian yang telah melalui proses pengujian dapat digunakan sebagai:
- Basal (LP2) hasil uji kuat tekan sebesar 881,94 kg/cm² dapat digunakan sebagai beton tiang pancang

Andesit (LP14) dengan hasil uji kuat tekan sebesar 430,01 kg/cm² dapat digunakan

sebagai beton jalan raya.

Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengujian kuat tekan dan penyerapan dari batuan (Brotodiharjo, 1979 dalam Luan et al., 2021) salah satunya yaitu mineralogi batuan yang merupakan faktor internal yang diketahui bahwa komposisi mineral pada batuan sangat berpengaruh terhadap resistensi ataupun dalam uji kuat tekan batuan. Mineral-mineral dengan tingkat kekerasan yang tinggi akan memiliki resistensi yang juga tinggi. Selain itu menurut Noor (2021), batuan merupakan massa batuan yang bersifat heterogen dan memiliki bidang diskontinuitas seperti kekar dan rekahan, sifat heterogen batuan ini memberikan perbedaan kekuatan pada setiap material penyusun batuan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil analisa laboratorium sampel litologi Basal (LP 2) memiliki nilai kuat tekan 881,94 kg/cm², dan sampel litologi Andesit (LP 14) memiliki nilai kuat tekan 430,01 kg/cm². Menurut Standar Industri Indonesia (1999) mutu dari kedua batuan yaitu pada litologi Basal di daerah penelitian dapat sebagai pondasi bangunan untuk bangunan ringan tekanan gandar < 3000 Kg atau dapat juga untuk bahan konstruksi jalan untuk konstruksi berat beton kelas II, sedangkan sampel litologi andesit dapat sebagai penutup lantai trotoar. Menurut klasifikasi Standar Bina Marga (1976) kedua sampel dapat digunakan sebagai beton tiang pancang untuk jenis litologi Basal dan sebagai beton jalan raya untuk litologi Andesit.

Tabel 3.

Mutu Batuan di daerah penelitian sebagai Bahan Bangunan Menurut Klasifikasi Standar Industri Indonesia (SII). 0378-80

No Sampel / Jenis Batuan	Hasil Uji Kuat Tekan Kg/cm ²	Syarat Mutu Batuan Bahan Bangunan (SII.0378-80)
LP 2 / Basal	881,94	Pondasi Bangunan untuk Bangunan Ringan Tekanan Gandar < 3000 Kg Konstruksi Jalan untuk Konstruksi Berat Beton Kelas II
LP 14 / Andesit	430,01	Penutup Lantai Trotoar

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis sampaikan kepada semua pihak para dosen dan mahasiswa Teknik Geologi Universitas Papua yang terlibat dalam penelitian ini hingga selesai dan dapat diterbitkan ke dalam jurnal ilmiah. Juga terima kasih kepada Pemerintah Provinsi Papua Barat melalui Badan Riset dan Inovasi Daerah Provinsi Papua Barat yang telah memuat tulisan ini dalam Jurnal Igya Ser Hanjop Pembangunan Berkelanjutan serta para editor dan reviewer yang telah memberikan saran guna perbaikan naskah ini.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Brotodiharjo., 1979. *Pengaruh Bentuk Batuan terhadap Kuat Tekan yang Dihasilkan*. Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Direktorat Jendral Bina Marga., 1976. *Petunjuk Manual Pemeriksaan Bahan Jalan*, (No. 01/MN/BM/1976). Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum - Republik Indonesia.
- Goodman, R.E., 1989. "Introduction to Rock Mechanics 2nd Edition". John Wiley and Sons Ltd. New York.
- Guskarnali, Oktarianty, H., Armelia, D. 2020. "Pengaruh Sifat Fisik Batuan Terhadap Kuat Tekan Uniaksial Pada Batu Granit di Pulau Bangka." *Jurnal Geomine* Vol. 8 No. 3 Desember 2020, pp. 214–219. <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JG/article/view/712/pdf>.
- Luan, Elisabeth, Obrin Trianida, and Al Hussein Flowers Rizqi. 2021. "Karakteristik Batuan Andesit Sebagai Bahan Bangunan Berdasarkan Analisis Sifat Fisik, Mekanika Dan Petrografi Batuan Daerah Tlogohendro, Kecamatan Petungkriyono, Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah." *GEODA: Jurnal Teknik Geologi ITNY* Vol. 02 No. 02 September 2021, pp. 13–20. <https://journal.itny.ac.id/index.php/geoda/article/view/3553>.
- Noor, Djauhari. 2021. "Kualitas Batuan Andesit Gunung Cipinang, Desa Mekarsari Kecamatan Cikalong Kulon - Kabupaten Cianjur - Jawa Barat Sebagai Bahan Baku Kontruksi Dasar." *Program Studi VolTeknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Padjajaran*: 1–10.
- Streckeisen, A.L., 1976, *Classification of The Common Igneous Rocks by Means of Their Chemical Composition: A Provosional Attempt*, Neues Jahrbuch For Mineralogie, Monatshefte