

KUALITAS BATUAN BEKU ANDESITIS BERDASARKAN PENDEKATAN KUAT TEKAN DAN PETROLOGI

Raden Irvan Sophian¹, Aton Patonah², Febriwan Mohamad³

¹Laboratorium Geologi Teknik, Fakultas Teknik Geologi, UNPAD

²Laboratorium Petrologi, Fakultas Teknik Geologi, UNPAD

³Laboratorium Geofisika, Fakultas Teknik Geologi, UNPAD

ABSTRACT

The quality of infrastructure is related to the materials to be used, especially rock strength. Infrastructure usually uses the rock material as foundation, road materials, etc. Rock samples were taken from Lagadar-Cimahy and Licin-Cimalaka. Petrographic analyses and point load tests were carried out to determine physical and mechanical characteristics. Rock types of Lagadar are andesite and basaltic and Cimalaka are andesite, basalt, and diorite. Rocks of Lagadar are stronger than Licin based on point load test. Point load test of Lagadar rock samples for andesite ranges from 8.17 - 30.57 kg/cm², basalt ranges from 47.68 -144.03 kg/cm², and point load test of andesite, basalt, and diorite from Cimalaka ranges between 4.08 - 10.34 kg/cm², 4.09 -13.83 kg/cm², and 6.12 kg/cm² respectively. Rock strength is influenced by mafic mineral content, void ratio, porosity, texture, rock structures, and the degree of weathering.

Keywords: point load, void ratio, porosity

ABSTRAK

Kualitas bangunan sangat erat kaitannya dengan material yang digunakan terutama kekuatan material batuan. Infrastruktur menggunakan material batuan sebagai fundasi, material jalan dan lainnya. Sampel batuan berasal dari daerah Lagadar-Cimahy dan Licin-Cimalaka. Sampel batuan tersebut dianalisis petrografi dan uji kuat tekan/ point load test untuk mengetahui karakteristik fisik dan mekanik. Jenis batuan dari Lagadar adalah batuan andesit dan basalt, sedangkan batuan yang berasal dari cimalaka adalah batuan andesit, basalt, dan diorit. Batuan dari Lagadar lebih kuat dari Licin berdasarkan uji kuat tekan. Kuat tekan sampel Lagadar untuk batuan andesit berkisar 8.17 - 30.57 kg/cm², basalt berkisar 47.68 - 144.03 kg/cm², sedangkan sampel Cimalaka untuk Andesit berkisar 4.08 - 10.34 kg/cm², basalt berkisar 4.09 - 13.83 kg/cm², dan diorite berkisar 6.12 kg/cm². Kekuatan batuan ini dipengaruhi oleh kandungan mineral mafic, rongga/ void, porositas, tekstur, struktur batuan, dan tingkat pelapukan.

Kata kunci: point load, kuat tekan, rongga/ void, porositas

PENDAHULUAN

Kualitas bangunan sangat bergantung kepada kualitas material yang digunakan terutama bahan galian (batuan) sebagai bahan untuk fundasi, tembok, jalan, dan yang lainnya.

Material bangunan yang baik terutama batuan haruslah memiliki kualitas yang baik. Berdasarkan uji mekanika batuan menyimpulkan bahwa batuan beku mempunyai kuat tekan yang paling kuat. Namun harus diperhatikan juga bahwa batuan beku memiliki karakteristik tekstur, struktur dan komposisi mineral yang berbeda sehingga memungkinkan kuat tekan batuan beku berbeda-beda.

TINJAUAN PUSTAKA

Batuan beku merupakan batuan yang dihasilkan oleh proses kristalisasi dan solidifikasi dari magma yang melebur. Tipe batuan beku yang dihasilkan bermacam macam mulai dari batuan beku granitis, riolit, andesit sampai basaltis tergantung dari komposisi kimia magma, temperatur solidifikasi, dan rata-rata pendinginan yang mempengaruhi pada saat proses kristalisasinya.

Menurut Raymond (2000), Plagioklas dan piroksen atau hornblende (amfibol) merupakan karakteristik mineral utama dalam batuan beku andesitis. Teksturnya mulai dari gelas afirik sampai porfiritik-afanitik holokristalin. Batuan beku andesitis memiliki komposisi plagioklas dari 50-80%, piroksen 10-15%, dan amfibol

5-10%. Kandungan amfibol pada batuan beku andesitis dapat memberikan pengaruh dalam kualitas batuan karena berdasarkan struktur silikatnya amfibol memiliki ikatan rangkap (*double chain*) sehingga memungkinkan terjadinya substitusi untuk mempertahankan kesetimbangannya dan juga bisa menyebabkan terjadinya patahan pada saat pembentukannya serta pemipihan apabila mengalami tekanan.

Unsur mayor utama pada batuan andesitis yaitu silika 52-63%, alumina 15-19%, dan kandungan TiO_2 yang rendah. Secara spesifik batuan beku andesit memiliki komposisi kimia yang bervariasi sehingga dibagi ke dalam medium K andesit dan high K andesit. Perbedaan jenis andesit ini kemungkinan besar karena hasil dari beberapa proses dan perbedaan inilah yang bisa menyebabkan kualitas batuan yang berbeda pula.

Salah satu pengujian untuk mengetahui kualitas batuan yang paling umum dilakukan adalah pengujian kuat tekan uniaksial batuan (SNI 03-2825-2008). Kegunaan dari batuan sangat erat kaitannya dengan sifat fisik batuan itu sendiri. SNI No.03-0394-1989 umumnya dipakai untuk mengetahui karakter fisik dan mekanik dari batuan. SNI tersebut dipakai sebagai syarat mutu bahan alam untuk bahan bangunan (Tabel 1).

Berdasarkan alur fikir deduksi tersebut, tekstur, struktur, dan komposisi mineral penyusun menentukan kualitas batuan, maka hipotesis adalah: Semakin banyak kandungan mineral *mafic* pada batuan andesitis mempengaruhi kuat tekan batuan. Perubahan nilai kuat tekan seiring perbedaan kondisi tekstur batuan berdasarkan ukuran butir mineral dan banyaknya rongga

TUJUAN DAN KEGUNAAN

Tujuan kajian ini adalah untuk mendapatkan kesimpulan hubungan antara kandungan mineral, tekstur terhadap kuat tekan batuan beku

andesitis di daerah Lagadar, Kota Cimahi dan Licin Cimalaka, Kabupaten Sumedang sehingga dapat diketahui kualitas batuan beku pada kedua daerah tersebut. Kualitas batuan semakin baik maka pemanfaatan batuan beku tersebut sebagai bahan bangunan akan lebih tepat guna peruntukannya sesuai dengan SNI. 03-0394-1989.

Hasil penelitian dapat diimplementasikan bagi pemanfaatan bahan galian secara lebih tepat guna, yang berkesesuaian tinggi dengan karakteristik fisik-mekanik batuan yang bersangkutan berkaitan dengan kualitas batuan, sehingga meningkatkan kualitas bangunan menjadi lebih kokoh terutama jika terjadi bencana geologi pada zona-zona berisiko ancaman bencana alam.

METODE PENELITIAN

Objek penelitian dalam hal ini dibatasi pada batuan beku andesitis yang berasal dari Gunung Lagadar Cimahi dan daerah Licin, Cimalaka-Sumedang.

Pemilihan sampel batuan dilakukan di lapangan dengan kode A-H untuk sampel dari Licin Cimalaka dan L1-L8 dari daerah Lagadar yang mewakili sebaran batuan tersebut dan dilakukan preparasi sampai ukuran 0,03 mm.

Analisis petrografi dilakukan untuk mengidentifikasi tekstur, struktur, komposisi mineral penyusun batuan dengan menggunakan klasifikasi *streckeisen*, 1978 dalam Gillespic dkk, 1999.

Uji kuat tekan (UCS/ Point Load) dilakukan pada setiap sampel sehingga dapat diketahui seberapa besar resistansi batuan terhadap tekanan.

Penarikan hubungan antara kandungan mineral dan sifat fisik batuan dengan kuat tekan sehingga akan diketahui kaitan sifat fisik batuan dengan kualitas batuan berdasarkan kandungan mineralnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Geologi

Lokasi kajian merupakan daerah yang mempunyai karakteristik geologi yang khas. Material penyusun kedua lokasi kajian baik Lagadar, Cimahi maupun Cimalaka, Sumedang merupakan endapan vulkanik yang terdiri dari tufa berbatu-apung, breksi tufaan, aglomerat, pasir tufaan, lapilli, lava, dan batuan andesit-basalt.

Material ini merupakan produk dari gunung api Tangkubanparahu (erupsi "A", van Bemmelen 1934) dan gunung Tampomas. Sebagian material vulkanik ini membentuk morfologi pedataran dan perbukitan bergelombang di sekitar Bandung dan Sumedang. Batuan yang relative keras dan tahan terhadap pelapukan dan erosi membentuk perbukitan yang curam-terjal.

Karakteristik Batuan

Batuan beku merupakan salah satu jenis batuan yang berasal dari magma yang berada di pusat bumi, batuan ini terbentuk dengan proses pembekuan baik di permukaan maupun di bawah permukaan. Karena adanya pergerakan bumi (tektonik), sebagian batuan yang berada di bawah permukaan dapat terangkat dan berpindah ke permukaan bumi.

Proses pelapukan akan berlangsung pada setiap batuan akibat pengaruh cuaca, tingkatan pelapukan pada batuan akan berbeda-beda. Hal ini tergantung pada komposisi mineral batuan tersebut serta keterdapatannya batuan tersebut mana yang lebih dekat ke permukaan, kontak dengan oksigen/udara akan berbeda tingkat pelapukannya. Komposisi mineral dan kimia dapat mempengaruhi kekuatan batuan beku tersebut.

Analisis Petrografi Batuan

Batuan beku yang tersingkap di Cimalaka, tepatnya di Desa Licin merupakan komponen dari aglomerat, terdiri atas batuan beku porfiri basalt,

porfiri andesit, dan porfiri diorit. Batuan beku porfiri basalt memiliki karakteristik berwarna abu – abu gelap, bertekstur porfiritik dengan massa-dasar afanitik sampai faneritik, kemas relatif terbuka (sebaran antara fenokris dengan massadasar relatif merata), sangat keras, terdapat vesikular 3 - 5%, sebagian memperlihatkan retak-retak (*fracture*). Komposisi mineral penyusun batuan ini adalah plagioklas jenis labradorit – andesin, piroksen jenis augit, olivin dan mineral opak.

Porfiri andesit berwarna abu – abu terang, sebagian mengalami pelapukan (coklat kemerahan), sebagian memperlihatkan tingkat pelapukan cukup tinggi dan bersifat lunak (kode H dan D), keras (A), bertekstur porfiritik dengan massadasar afanitik, kemas relatif terbuka tetapi penyebaran fenokris dan massadasar relatif tidak merata, kecuali di kode A kemas relatif tertutup, terdapat vesikular sampai sampai 15%. Fenokrisnya terdiri atas plagioklas, oksipiroksen, dan oksihornblende. Massadasar terdiri atas mikrolit plagioklas dan gelas vulkanik. Mineral lainnya yang hadir adalah mineral opak (gambar 1).

Porfiri diorit berwarna abu-abu terang, sangat keras, bertekstur porfiritik dengan massadasar faneritik, kemas relatif tertutup (didominasi oleh fenokris), terdapat vesikular < 5%. Komposisi mineral penyusun batuan ini adalah plagioklas jenis andesin, piroksen jenis augit dan oksihornblende. Mineral lainnya yang hadir adalah mineral opak.

Batuan beku yang tersingkap di Gunung Lagadar terdiri atas porfiri basalt dan porfiri andesit. Porfiri basalt bertekstur porfiritik dengan massadasar afanitik, melanokratik, inekuigranular, hipidiomorf, kemas relatif relatif terbuka, namun beberapa menunjukkan penyebaran fenokris tidak merata terhadap massa-dasarnya (kode 5,7 dan 8). Komposisi mineral tersusun atas plagioklas, piroksen, olivin, sebagian

terdapat mineral ubahan serpentin dan karbonat dengan mineral asesorisnya adalah mineral opak dan oksida. Batuan beku porfiri basalt memiliki void relatif kecil < 7%, paling kecil pada pada Lagadar 6 dan Lagadar 5. Namun apabila melihat hubungan antar butirnya, lagadar 5 relatif lebih tertutup (lebih rapat) dibandingkan dengan Lagadar 6. Sementara rongga/ *void* relatif lebih besar pada lagadar 8 dan 7 dicirikan dengan banyaknya retakan pada mineral serta hadirnya mineral ubahan serpentin memberikan kesempatan menghasilkan rongga baru.

Porfiri andesit berwarna abu terang, bertekstur porfiritik dengan massadasar afanitik, inekuigranular, hipidiomorf, kemas relatif terbuka, *void* relatif lebih besar dibandingkan dengan batuan beku basalt antara 12%-20%. Komposisi mineral tersusun atas plagioklas andesin, piroksen dengan massadasar mikrolit plagioklas dan gelas vulkanik. Beberapa mineral mengalami retakan-retakan menghasilkan rongga (gambar 2).

Berdasarkan struktur silikat, mineral yang termasuk kelompok struktur tektosilikat cenderung lebih kuat dibandingkan dengan struktur lainnya. Mineral yang termasuk ke dalam tektosilikat adalah plagioklas. Sebaran mineral plagioklas pada daerah Licin dan Lagadar merupakan mineral dominan pada berbagai jenis batuan di daerah penelitian. Namun dari komposisi mineral lainnya relatif agak berbeda. Pada porfiri basalt Licin dan Lagadar hadir mineral piroksen dan olivin yang termasuk ke dalam struktur inosilikat dan nesosilikat, sementara serpentin termasuk struktur filosilikat hanya hadir di Lagadar. Porfiri diorit Licin hadir mineral piroksen dan amfibol termasuk ke dalam struktur silikat nesosilikat. Sementara pada porfiri andesit pada daerah Licin dan Lagadar selain piroksen dan amfibol (tidak ada pada Lagadar), hadir gelas vulkanik bersifat amorf, terkecuali klorit hadir di daerah Lagadar meng-

isi vesikular dan retakan- retakan pada plagioklas.

Analisis Mekanika Batuan

Pengujian parameter dasar batuan adalah pengujian bobot isi asli, kadar air natural, derajat kejenuhan, porositas dan kadar rongga. Pengujian dilakukan menurut SNI 03-2437-1991.

Hasil pengujian menunjukkan sampel batuan beku dari kedua daerah Licin dan Lagadar ini mempunyai parameter dasar (bobot isi asli, berat jenis, kadar air, derajat kejenuhan, porositas dan kadar rongga) yang berbeda yaitu bobot isi asli rata-rata berkisar 1.56 – 2.48 gr/cc (Licin), sedangkan bobot isi asli untuk sampel Lagadar rata-rata berkisar 2.22 – 2.77 gr/cc.

Rasio rongga/ *void ratio* sampel batuan beku andesit daerah Licin (Kode A, D, dan H) berkisar antara 0.89 - 0.93%, sedangkan batuan beku andesit daerah Lagadar (kode sampel L1 –L5) berkisar antara 0.81 - 0.94%, kondisi rongga pada kedua lokasi hampir mempunyai kesamaan. Rasio rongga sampel batuan beku porfiri basalt daerah Licin (Kode C, E, dan G) berkisar antara 0.89 - 0.93%, sedangkan batuan beku porfiri basalt daerah Lagadar (kode sampel L6 –L8) berkisar antara 0.53 - 0.64%, kondisi rongga pada kedua lokasi hampir mempunyai kesamaan.

Porositas sampel batuan beku andesit daerah Licin (Kode A, D, dan H) berkisar antara 8.22 - 17.20%, sedangkan porositas batuan beku andesit daerah Lagadar (kode sampel L1–L5) adalah 4.18 – 7.07 dan 16.32%, kondisi porositas pada kedua lokasi mempunyai nilai yang cukup besar tetapi sampel Lagadar mempunyai nilai porositas yang lebih rendah dibandingkan porositas batuan Licin.

Porositas sampel batuan beku porfiri basalt daerah Licin (Kode C, E, dan G) adalah 7.19, 7.68 dan 15.86 %, sedangkan batuan beku porfiri basalt daerah Lagadar (kode sampel L6 –L8)

berkisar antara 1.153- 1.26 %, kondisi porositas batuan beku porfiri basalt Lagadar lebih kecil dibandingkan dengan batuan beku yang sama dari daerah Licin.

Hasil uji kuat tekan batuan andesit dan porfiri basalt dari daerah Licin dan Lagadar dapat dilihat pada gambar 3 dan gambar 4 yang menunjukkan nilai kuat tekan batuan di daerah ladagar mempunyai nilai kuat tekan yang lebih baik terlihat dari grafik di bawah ini menunjukkan nilai yang lebih dominan.

Hasil uji sifat fisik rasio rongga/*void ratio* dan porositas menunjukkan batuan beku andesit Licin banyak presentasinya terlihat pada gambar grafik di bawah ini (gambar 5 dan gambar 6).

Nilai kuat tekan (*point load*) yang dihasilkan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor karakteristik batuan. Karakteristik fisik batuan yang dapat mempengaruhi nilai kuat tekan adalah kandungan mineral, tekstur, *void ratio*, porositas, dan pola struktur batuan.

Hubungan *point load* dengan *void ratio* dari batuan di atas digambarkan dalam diagram pada gambar 7 dan gambar 8. Berdasarkan nilai *void ratio* pada setiap batuan andesit baik yang berasal dari Licin Cimalaka maupun Lagadar Cimahi, semakin banyak rongga maka semakin menurun nilai kuat tekan dari batuan ini. Apabila nilai kuat tekan semakin kecil maka batuan tersebut akan mudah pecah ataupun hancur apabila terkena tekanan yang melebihi dari kemampuan batuan tersebut bertahan

Hubungan *point load* dengan *void ratio* dari batuan porfiri basalt digambarkan dalam diagram pada gambar 9, sedangkan hubungan *point load* dengan porositas digambarkan dalam diagram pada gambar 10. Berdasarkan nilai *void ratio* maupun porositas pada setiap batuan andesit baik yang berasal dari Licin Cimalaka maupun Lagadar Cimahi, semakin banyak rongga maka semakin menurun nilai kuat tekan dari batuan ini. Apabila

nilai kuat tekan semakin kecil maka batuan tersebut akan mudah pecah ataupun hancur apabila terkena tekanan yang melebihi dari kemampuan batuan tersebut bertahan.

Hubungan antara *point load* dengan *void ratio* maupun *point load* dengan *void ratio* pada batuan beku porfiri basalt sedikit ada perbedaan karakteristik, terlihat pada grafik gambar 9, kuat tekan dengan *point load* terdapat faktor lain yang mempengaruhi nilai kuat tekan ini. Kondisi ini hampir sama untuk batuan yang berasal dari Lagadar, Cimahi. Faktor tekstur dan struktur batuan serta tingkat pelapukan pada batuan ini dapat mempengaruhi nilai kuat tekan yang dihasilkan.

Karakteristik batuan beku baik andesit maupun porfiri basalt yang berasal dari daerah Licin Cimalaka dan Lagadar Cimahi mempunyai karakteristik batuan yang hampir sama tetapi dari sudut pandang kualitas terdapat perbedaan. Kualitas batuan beku berasal dari Lagadar mempunyai kualitas batuan yang lebih baik dibandingkan dengan batuan beku yang berasal dari Licin Cimalaka terutama batuan beku porfiri basalt.

KESIMPULAN

Berdasarkan faktor komposisi mineral, kemas (hubungan antar kristal mineral) dan rasio voidnya, maka batuan beku yang memiliki kualitas relatif lebih bagus baik di lokasi Lagadar dan Licin adalah porfiri basalt, disusul dengan porfiri diorit pada daerah Licin. Sementara kualitas batuan beku relatif lebih buruk ada pada porfiri andesit dicirikan dengan rasio *void* relatif besar, terdapat cukup banyak mineral amorf (gelas vulkanik) serta didukung dengan tingkat pelapukannya cukup tinggi, terutama di daerah Licin, sementara di Lagadar porfiri andesit memiliki kualitas buruk dicirikan dengan banyaknya void dan vesikular, kehadiran mineral gelas vulkanik serta mineral ubahan berupa klorit yang

bersifat berserabut sehingga bisa menghasilkan rongga baru. Mineral amfibol dalam penelitian ini tidak terlalu berpengaruh terkait dengan jumlah keterdapatannya relatif kecil, bahkan pada daerah Lagadar mineral amfibol tidak hadir pada mineral andesit.

Nilai kuat tekan batuan andesit dan basalt yang berasal dari Lagadar-Cimahi mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan dengan nilai kuat tekan batuan yang berasal dari Licin-Cimalaka. Perbedaan nilai kuat tekan pada kedua daerah ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas batuan ini adalah kandungan mineral mafic, rongga, porositas, tekstur, struktur batuan, dan tingkat pelapukan.

Pemanfaatan bahan galian C ini terutama batuan beku andesit dari kedua daerah ini perlu pemilihan kualitas yang tepat untuk pemanfaatan bahan bangunan yang sesuai.

Pemanfaatan batuan beku basalt Lagadar dapat digunakan sebagai bahan jalan maupun fundasi disesuaikan dengan karakteristik fisik dan mekanik batuan tersebut.

Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut untuk mengetahui lebih detail mengenai kaitan karakteristik fisik batuan dengan kualitas batuan dengan jumlah sampel yang memadai

UCAPAN TERIMA KASIH

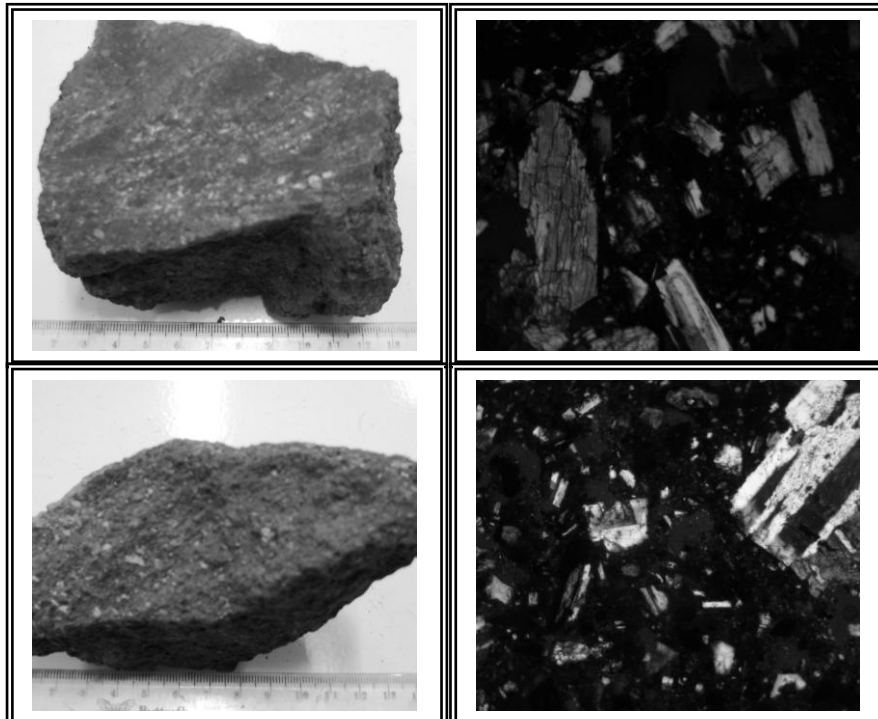
Pada kesempatan yang baik ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Ketua LPPM Unpad, serta Rektor Universitas Padjadjaran yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

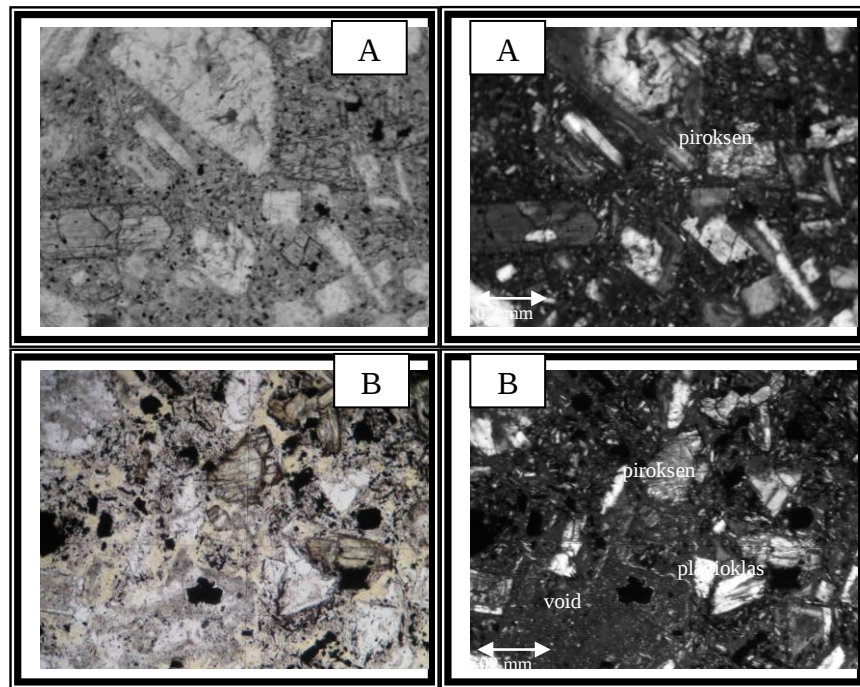
- Anonim, 1989. Batu alam untuk bahan bangunan, mutu dan cara uji. *Badan Standardisasi Nasional. SNI. 03-0394-1989*.
- Anonim, 2008. Cara uji kuat tekan batu uniaksial. *Badan Standardisasi Nasional. SNI. 03-2825-2008*.
- Anonim, 2009. Dampak Gempa Tasikmalaya 2 September 2009 ditinjau dari sisi Lingkungan Geologi. *Badan Geologi Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral. Warta Geologi, Vol No. 3. Hal.31-35*.
- Djuri, 1995. *Geologi Lembar Arjawinangun*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Giilespic, M. R., & Styles, M.T. 1999. *Classification of Igneous Rocks*. BGS Rock Classification Scheme. Volume I. British Geological Survey Research Report. second edition, British Geological Survey, Keyworth, Nottingham NG12, 566, UK, H.1-52
- Raymond, A. Loren. August 2000. *Study of Igneous, Sedimentary, and Metamorphism rocks*. Second Edition. Mc.Graw Hill.
- Silitonga, P.H. 1973. *Geologi Lembar Bandung*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

Tabel 1. Syarat Mutu Batu Alam untuk Bahan Bangunan (SNI. 03-0394-1989)

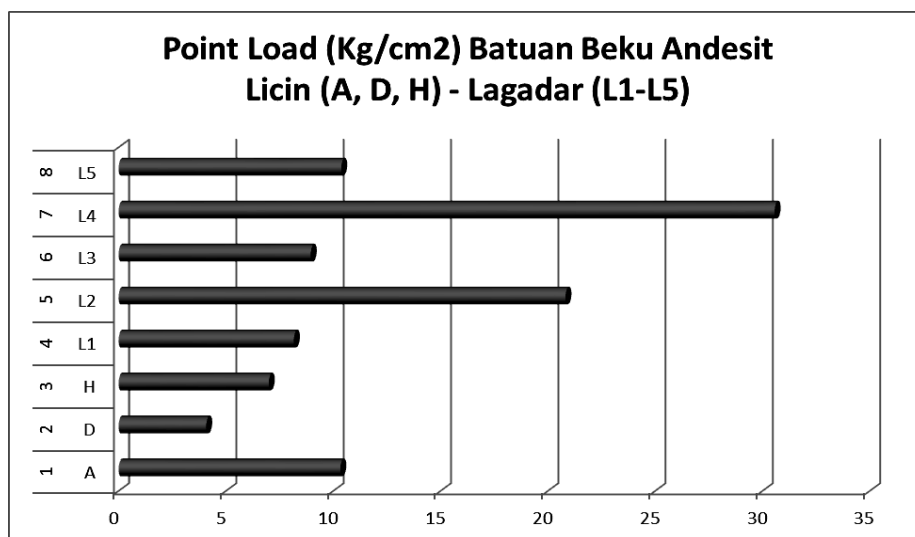
Sifat-sifat		Batu Alam Untuk:					
		Pondasi Bangunan			Tonggak dan batu Tepi Jalan	Penutup Lantai atau Trotoar	Batu Hias atau Tempe I
		Berat	Sedang	Ringan			
1	Kuat tekan rata-rata minimum (Kg/cm ²)	1500	1000	800	500	600	200
2	Ketahanan hancur Rudeloff	-	-	-	-	-	-
	a. Index, minimum	16	24	30			
	b. Bag. Tembus 2 mm maks.%						
3	Ketahanan gesek Los Angeles, bagian tembus 1,7 mm, maks.%	27	40	50			
4	Ketahanan aus gesekan dengan Bauschinger, mm/mnt, maks	-	-	-	-	0,16	
5	Penyerapan air maksimum, %	5	5	8	5	5	5* 12**
6	Kekekalan bentuk dengan:						
	a. Hancur, maksimum %	12	12	12	12	12	12
	b. Retak/pecah/cacat						
		Tidak retak dan tidak cacat			Tidak retak dan tidak cacat		



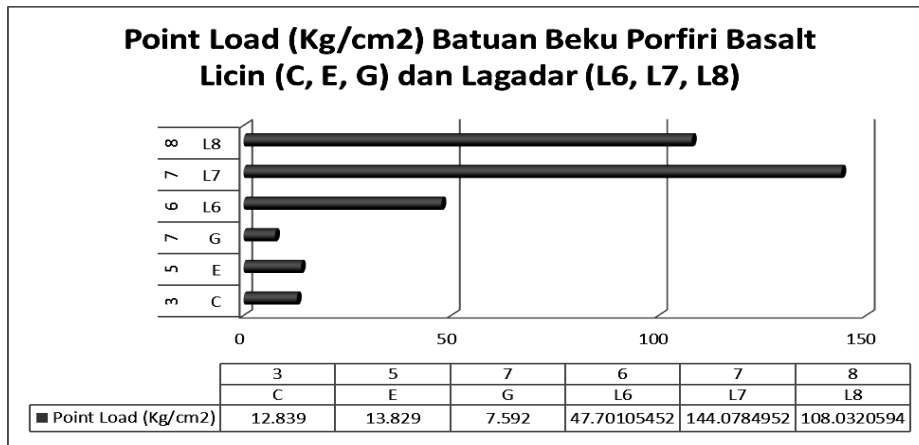
Gambar 1.
Batuan beku porfiri andesit, bertekstur porfiritik, tersusun atas mineral plagioklas, piroksen, amfibol dan gelas vulkanik. Batuan ini menunjukkan 10-15% vesikular.



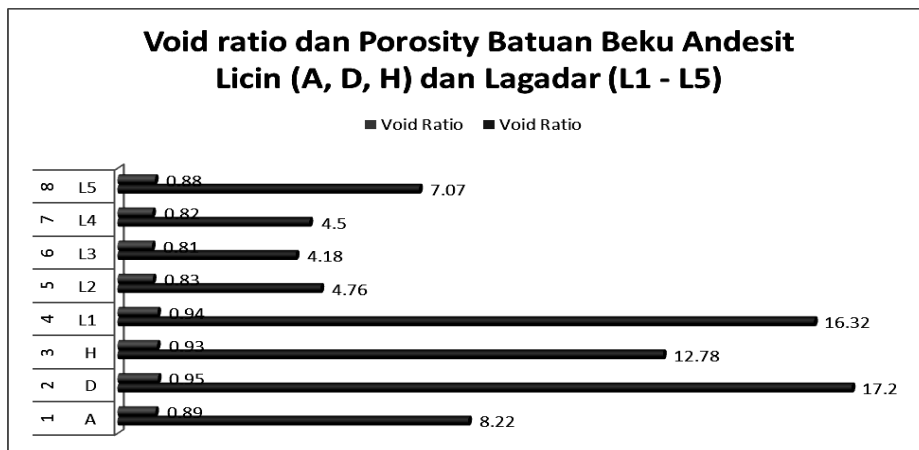
Gambar 2.
Porfiri andesit pada daerah Lagadar tersusun atas mineral plagioklas dan piroksen dengan massadasar mikrolit plagioklas dan gelas vulkanik, terdapat vesikular > 5%. Gambar di atas menunjukkan kemas relatif terbuka dengan *void* lebih besar pada gambar B dibandingkan dengan gambar A.



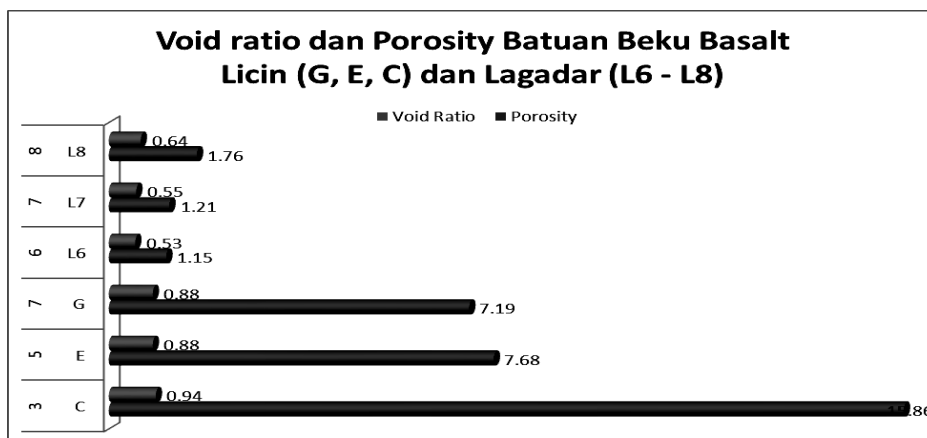
Gambar 3.
Hasil uji kuat tekan (*point load test*) pada sampel batuan beku andesit Licin dan Lagadar



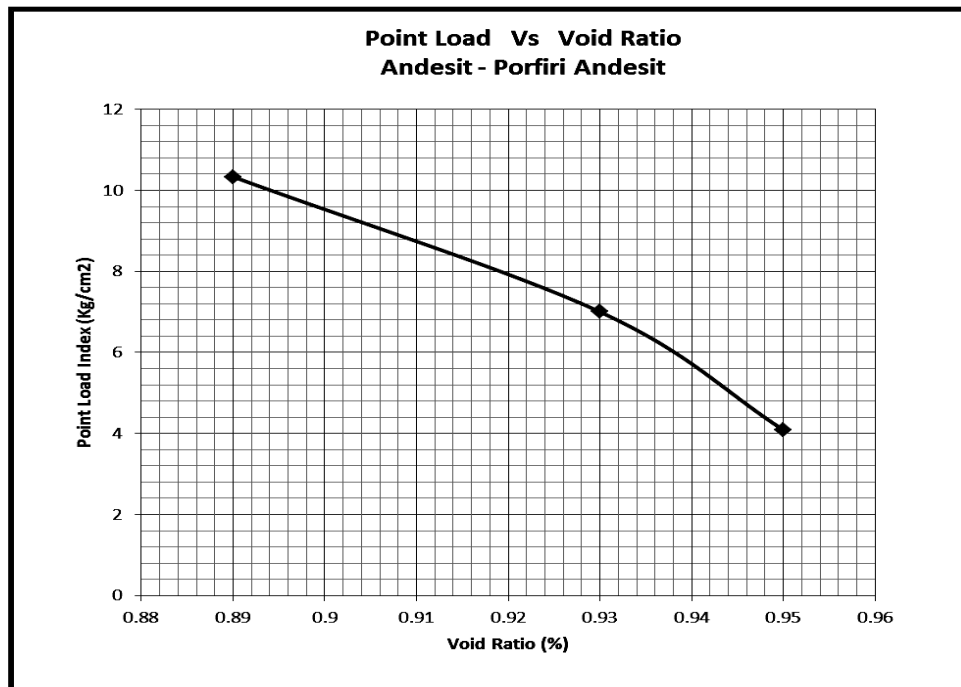
Gambar 4.
Hasil uji kuat tekan (*point load test*) pada sampel batuan beku porfiri basalt Licin dan Lagadar



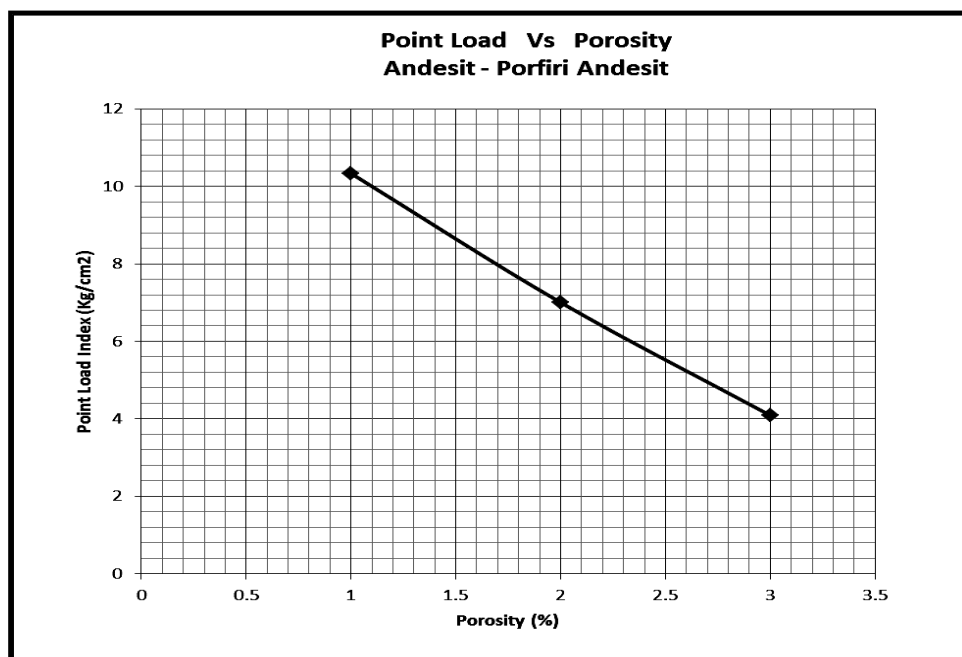
Gambar 5.
Rasio rongga / *void ratio* dan porositas pada sampel batuan beku Andesit Licin dan Lagadar



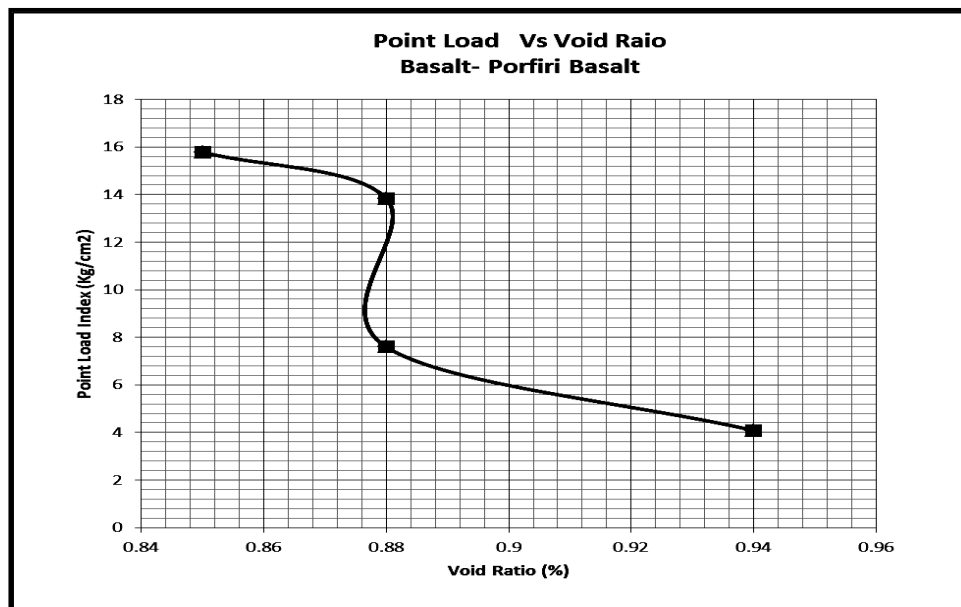
Gambar 6.
Rasio rongga/ *void ratio* dan nilai porositas pada sampel batuan beku Porfiri Basalt Licin dan Lagadar



Gambar 7.
Hubungan *point load* dengan *void ratio* pada sampel batuan beku Andesit Licin, Cimalaka, Sumedang

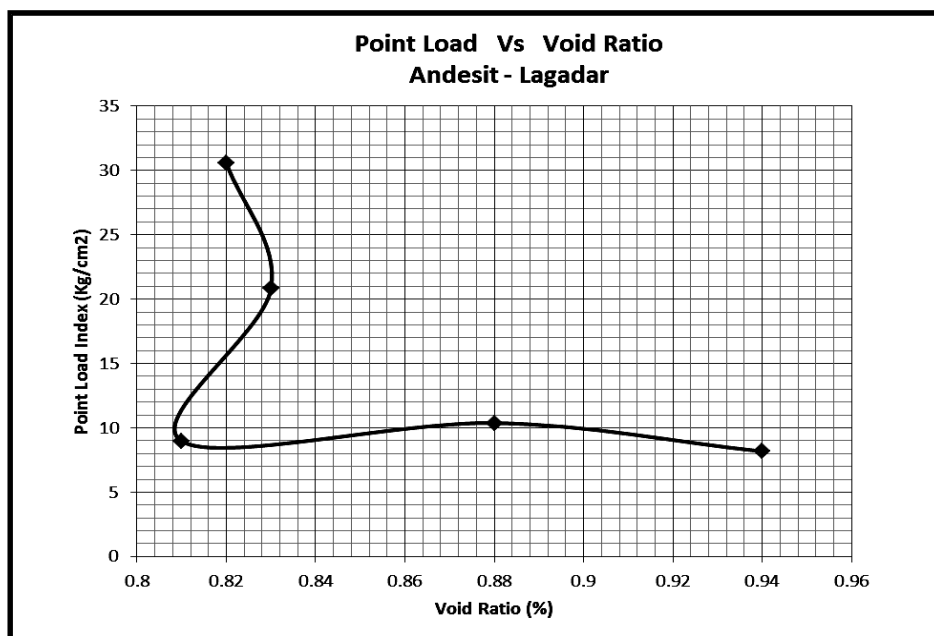


Gambar 8.
Hubungan *point load* dengan *porosity* pada sampel batuan beku Andesit Licin, Cimalaka, Sumedang



Gambar 9.

Hubungan *point load* dengan *void ratio* pada sampel batuan beku Porfiri basalt Licin, Cimalaka, Sumedang



Gambar 10.

Hubungan *point load* dengan *porosity* pada sampel batuan beku Andesit Lagadar, Cimahi.