

Densitas dan Porositas Batuan

Mohammad Istajarul Alim, Amalia Firdausi, Muthia Diah Nurmalasari
Departemen Fisika, Fakultas Ilmu Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Raya ITS, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: muthiaantares@gmail.com

Abstrak—Densitas dan porositas merupakan suatu nilai yang menyatakan rupa dari suatu materi. Pada percobaan ini memiliki tujuan untuk menganalisa struktur batuan berdasarkan densitas, menganalisa pengaruh gaya Archimedes terhadap berat batuan, dan mengetahui densitas serta porositas dari material batuan. Prinsip dari percobaan kali ini yaitu berdasarkan gaya Archimedes yang menyatakan gaya apung selalu memiliki arah melawan gaya gravitasi. Batuan yang memiliki massa dapat ditentukan nilai massa kering dan massa basahnya dengan menggunakan neraca digital ketika selesai dicelupkan ke dalam fluida cair. Sedangkan beratnya dapat ditentukan dengan menggunakan neraca pegas baik itu berat kering maupun berat basah ketika dimasukkan ke dalam fluida cair dan digantung. Hasil yang didapatkan berdasarkan metoda perumusan didapatkan nilai densitas sebesar 2489,56 kg/m³ dan porositas sebesar 0,873% untuk batuan 1.

Kata Kunci—Batuan, densitas, gaya Archimedes, porositas.

I. PENDAHULUAN

Kehidupan di alam semesta memiliki batasan atas ruang dan waktu. Untuk batasan ruang, memiliki besaran yang akan mengisi ruangan tersebut yaitu volume dalam dimensi tiga dimensi. Selain terisi akan volume, alam semesta juga memiliki massa yang penyusun berbagai materi didalamnya. Hubungan antara massa dan volume akan membentuk densitas yang menyatakan kerapatan antar partikel tersebut. Dengan adanya massa, maka materi yang ada di alam semesta dapat memampat karena gayanya sendiri. Kemampuan tersebut merupakan implisit dari energi yang dimiliki dari berbagai materi tersebut. Hal tersebut tentunya dapat dicontohkan semisal materi-materi planet yang memampat menjadi planet itu sendiri. Tentunya, kemampuan planet tidak mutlak 100% atau dapat dikatakan planet akan memiliki lubang-lubang kecil karena adanya gaya penolakan di area tersebut. Apabila kita membahasnya dalam skala sederhana, bisa dicontohkan pada sebuah batuan. Batuan yang ada di bumi ini secara kasat mata dapat terlihat berbagai lubang-lubang rongga kecil yang menjadi bagian dari batuan tersebut. Berdasarkan hal tersebut, batuan akan memiliki ruang kosong yang akan disebut dengan porositas.

Batuan secara ilmu geologi adalah materi penyusun lapisan bumi. Batuan memiliki berbagai macam yang tergantung pada tekanan, materi penyusun, dan lingkungan. Batuan adalah benda padat yang terbuat secara alami dari mineral dan mineraloid. Lapisan luar padat Bumi, litosfer, terbuat dari batuan. Dalam batuan umumnya adalah tiga jenis, yaitu batuan beku, sedimen, dan metamorf. Penelitian ilmiah batuan disebut petrologi, dan petrologi merupakan komponen penting dari geologi. Batuan secara awam biasanya diindikasikan sebagai benda padat yang mampat dan keras. Namun pada kenyataannya, batuan juga terdapat dalam bentuk yang lunak. Batuan tersebut dapat diklasifikasikan sebagai batuan sedimen [1].

Gaya Archimedes merupakan gaya apung yang arahnya selalu menjauhi gaya gravitasi. Dimana gaya Archimedes merupakan bagian dari hukum Archimedes yang menyatakan bahwa setiap benda yang tercelup baik keseluruhan maupun sebagian dalam fluida, maka benda tersebut akan menerima dorongan gaya ke atas atau yang dimaksud dengan gaya apung. Besarnya gaya apung yang diterima, nilainya sama dengan berat air yang dipindahkan oleh benda tersebut dan memiliki arah gaya yang bertolak belakang. Berdasarkan pernyataan tersebut, gaya Archimedes dapat dituliskan pada persamaan 1. Dalam bahasan mengenai Hukum Archimedes tentunya tidak dapat dilepaskan dengan gaya Stokes apabila benda yang terselup tidak diam. Gaya Stokes sendiri merupakan gaya yang berlawanan dengan arah gerak benda didalam fluida. Apabila kita memiliki benda yang memiliki gerak kebawah, maka benda tersebut akan memiliki gaya Stokes yang arahnya keatas [2].

$$B = \rho_{\text{fluida}} \times g \times V_{\text{benda}} \quad (1)$$

Densitas atau massa jenis memiliki makna sebagai hubungan dari massa dengan volume. Benda yang memiliki densitas yang besar akan memiliki kerapatan massa yang besar. Dengan begitu semakin mampat antar partikel penyusun benda, maka nilai densitasnya semakin besar untuk benda yang sama. Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya. Sebuah benda yang memiliki massa jenis lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah daripada benda bermassa sama yang memiliki massa jenis lebih rendah. Nilai densitas banyak digunakan untuk menentukan jenis suatu materi. Dalam mengetahui nilai densitas, dapat dengan membagi massa dengan volume benda. Namun, dalam penerapan secara hukum Archimedes yang ada pada fluida cair, maka dapat ditentukan seperti pada persamaan 2 [3].

$$\rho_{\text{benda}} = \frac{\rho_{\text{fluida}} \times m_{\text{kering}} \times g}{W_{\text{kering}} - W_{\text{basah}}} \quad (2)$$

Porositas adalah nilai kemampuan dari suatu benda. Semakin mampat benda tersebut, maka akan memiliki nilai porositas yang kecil. Porositas adalah ukuran dari ruang kosong di antara material dan merupakan fraksi dari volume ruang kosong terhadap total volume. Rentang nilai porositas ada pada nilai antara 0 dan 1 atau sebagai persentase antara 0-100%. Porositas bergantung pada jenis bahan, ukuran bahan, distribusi pori, sementasi, riwayat diagenetik, dan komposisinya. Menentukan porositas benda dapat dengan menyelupkan kedalam suatu fluida cair. Adapun persamaan berdasarkan hal tersebut dapat ditulis pada persamaan 3 [3].

$$\% \text{ porositas} = \frac{m_{\text{basah}} - m_{\text{kering}}}{m_{\text{kering}}} \times 100\% \quad (3)$$

Densitas dan porositas merupakan suatu besaran yang identik. Dimana kedua besaran tersebut saling berbanding terbalik. Apabila kita memiliki benda yang memiliki densitas yang besar, maka benda tersebut dapat dikatakan juga memiliki porositas yang kecil. Hal ini tentunya berkaitan dengan kemampuan suatu benda. Apabila kita memiliki benda yang sangat mampat, maka densitasnya bisa dikatakan besar dengan kemampuan akan hal porositasnya lebih kecil. Hal tersebut tentunya akan berkebalikan apabila kita mempunyai benda yang kurang mampat [3].

II. METODE PENELITIAN

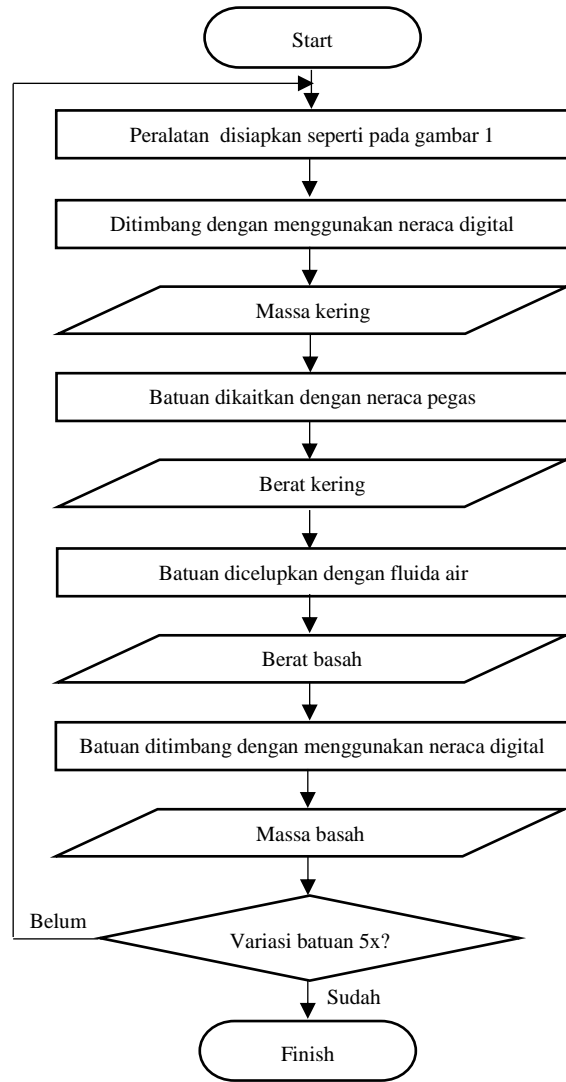
Pada percobaan densitas dan porositas batuan menggunakan beberapa alat yaitu batuan lima jenis yang digunakan sebagai objek yang akan diteliti nilai densitas dan porositasnya. Air juga digunakan sebagai fluida cair untuk ditentukannya nilai berat basah dan massa basah. Digunakan neraca pegas dan neraca digital untuk menentukan berat benda dan massa benda. Gelas ukur juga digunakan sebagai wadah untuk ditampungnya fluida cair. Untuk digantungkan batuan dapat digunakan tali dan statif. Selain itu digunakan sebuah oven untuk batuan agar kandungan airnya didalamnya lebih berkurang.

Langkah kerja dilakukannya percobaan densitas dan porositas batuan yaitu peralatan dan bahan disiapkan terlebih dahulu seperti pada gambar 1. Kemudian batuan dilakukan pemanasan agar kandungan fluida air didalamnya mendekati nol. Kemudian, batuan ditimbang menggunakan neraca digital untuk menentukan nilai massa keringnya. Berat kering kemudian ditentukan dengan menggunakan neraca pegas yang telah digantung. Batuan yang telah digantung kemudian dicelupkan ke dalam fluida air untuk menentukan berat basah hingga tidak ada gelembung udara yang keluar. Setelah itu, batuan diangkat dan sedikit ditiriskan, kemudian dilakukan penimbangan dengan menggunakan neraca digital untuk menentukan massa basahnya. Percobaan tersebut kemudian dilakukan variasi jenis benda yang diteliti sebanyak lima jenis batuan.



Gambar 1. Peralatan dan bahan pada percobaan

Dalam melakukan percobaan densitas dan porositas batuan dapat disusun kedalam bentuk diagram alir. Adapun diagram alir yang digunakan pada percobaan densitas dan porositas seperti pada gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir percobaan densitas dan porositas batuan

III. HASIL DAN DISKUSI

Data yang telah didapatkan pada percobaan densitas dan porositas batuan dapat disusun dalam bentuk tabel. Kemudian berdasarkan hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk menentukan nilai densitas berdasarkan persamaan 2 dan porositas berdasarkan persamaan 3. Hasil tersebut kemudian dapat dilakukan analisa mengenai nilai densitas dan porositas yang didapatkan.

3.1 Analisa Data

Berdasarkan hasil percobaan, didapatkan nilai massa dan berat batuan. Dimana di dalam massa terdapat massa kering serta massa basah dan di dalam berat terdapat berat kering dan berat basah yang dituliskan pada tabel 1.

Tabel 1. Data percobaan densitas dan porositas batuan

Jenis Batuan	m_{kering} (kg)	m_{basah} (kg)	W_{kering} (N)	W_{basah} (N)
1	0,06986	0,07047	0,47500	0,75000
2	0,03842	0,03872	0,27500	0,40000
3	0,15903	0,15909	1,05000	1,65000
4	0,02916	0,02935	0,25000	0,32500
5	0,04604	0,04638	0,32500	0,45000

3.2 Perhitungan

Dari data percobaan yang telah didapatkan, maka nilai densitas dan porositas dapat ditentukan seperti pada contoh

berikut ini. Sedangkan untuk data densitas dan porositas batuan lengkap dapat ditulis pada tabel 2.

$$\begin{aligned} \text{Diketahui} : m_{\text{kering}} &= 0,06986 \text{ kg} \\ m_{\text{basah}} &= 0,07047 \text{ kg} \\ W_{\text{kering}} &= 0,75000 \text{ kg} \\ W_{\text{basah}} &= 0,47500 \text{ kg} \end{aligned}$$

Ditanya : ρ dan % porositas?

Jawab :

$$\begin{aligned} \rho_{\text{benda}} &= \frac{\rho_{\text{fluida}} \times m_{\text{kering}} \times g}{W_{\text{kering}} - W_{\text{basah}}} \\ \rho_{\text{benda}} &= \frac{1000 \times 0,06986 \times 9,8}{0,75000 - 0,47500} \\ \rho_{\text{benda}} &= 2489,56 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\% \text{ porositas} = \frac{m_{\text{basah}} - m_{\text{kering}}}{m_{\text{kering}}} \times 100\%$$

$$\% \text{ porositas} = \frac{0,07047 - 0,06986}{0,06986} \times 100\%$$

$$\% \text{ porositas} = 0,873 \%$$

Tabel 2. Hasil nilai densitas dan porositas batuan

Jenis Batuan	Densitas (kg/m ³)	Porositas (%)
1	2490	0,873
2	3012	0,789
3	2597	0,040
4	3810	0,648
5	3610	0,736

3.3 Pembahasan

Percobaan densitas dan porositas batuan yang telah dilakukan menggunakan prinsip dari hukum Archimedes. Dimana hukum tersebut memberikan gaya apung yang akan digunakan untuk menentukan besarnya densitas batuan berdasarkan metode penyalupan batuan didalam fluida cair. Selain memberikan jawaban atas dasar nilai densitas batuan, gaya apung juga memberikan vektor gaya yang arahnya selalu ke atas. Dengan begitu, didapatkan nilai berat basah didalam percobaan lebih rendah daripada berat kering pada batuan yang digunakan.

Nilai densitas dan porositas dari suatu batuan memiliki hubungan yang tidak sebanding. Artinya, apabila kita memiliki batuan dengan densitas relatif tinggi terhadap batuan yang lain, maka porositas batuan tersebut relatif lebih rendah terhadap batuan yang lain. Hal ini tentunya sangat berkesesuaian berdasarkan pengertian densitas dan porositas itu sendiri. Dimana densitas merupakan nilai kerapatan partikel pada batu itu sendiri. Sedangkan untuk porositas merupakan tingkat adanya rongga diantara partikel-partikel batuan tersebut.

Dalam menentukan nilai porositas suatu batuan, tentunya harus dipertimbangkan akan bahan fluida yang akan digunakan. Dimana fluida cair yang digunakan harus memiliki nilai viskositas yang sekecil mungkin. Hal ini dikarenakan apabila kita menggunakan fluida cair yang tinggi akan nilai viskositasnya, maka batuan yang akan dilakukan penelitian pada bagian lubang-lubang kecil penyusun batuan tidak dapat teraliri oleh fluida yang digunakan. Hal ini tentunya dapat menjadikan batuan yang akan diteliti tidak seratus persen ruang kosongnya terisi oleh fluida yang memiliki viskositas besar. Selain itu, perlu diketahui juga mengenai ukuran lubang-lubang kecil yang ada pada batuan. Dimana ukuran lubang batuan juga menentukan apakah fluida cair yang digunakan dapat memasuki area kosong pada batuan tersebut.

Hasil yang telah didapatkan pada percobaan densitas dan porositas batuan yaitu terdiri dari massa kering, massa basah, berat kering, dan berat basah. Dimana dalam menentukan massa, kita dapat menggunakan neraca digital. Sedangkan untuk berat, kita dapat menggunakan neraca pegas. Didalam bahasan mengenai massa didalam percobaan, maka akan didapatkan bahwa massa basah lebih besar nilainya daripada massa kering. Hal ini dikarenakan pada komponen batuan telah terisi oleh fluida cair sehingga menambah massa batuan tersebut. Kemudian untuk bahasan mengenai berat didalam percobaan, maka akan didapatkan bahwa berat kering lebih besar nilainya daripada berat basah. Hal ini dikarenakan pada berat basah, telah dipengaruhi oleh gaya apung yang nilainya melawan gaya gravitasi bumi. Sehingga hal tersebut menyebabkan berat basah komponen vektor kebawahnya telah dikurangi oleh gaya apung tersebut. Hal tersebut tentunya juga menyebabkan antara massa basah dan berat basah tidak ada hubungan sama sekali. Karena massa basah belum dipengaruhi oleh gaya apung sedangkan untuk berat basah telah dipengaruhi oleh gaya apung.

Hasil akhir percobaan densitas dan porositas batuan tidak semuanya sesuai dengan hubungan ketidaksebandingan densitas dan porositas. Hal tersebut terjadi pada jenis batuan 3. Nilai densitas dari batuan nomor 3 memiliki densitas yang relatif lebih kecil daripada batuan dengan nomor yang lain. Namun batuan tersebut juga memiliki nilai porositas paling kecil daripada jenis batuan lain. Hal ini kemungkinan dikarenakan batuan tersebut memiliki kerapatan partikel yang sangat rapat, namun komposisi massa partikelnya jauh lebih rendah.

IV. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang diperoleh pada percobaan densitas dan porositas batuan yaitu dapat menganalisis struktur batuan berdasarkan densitas dimana batuan yang memiliki densitas tinggi, maka kemampuan penyerapan fluida menjadi lebih rendah. Kemudian diperoleh pengaruh gaya Archimedes pada percobaan terjadi pada berat basah dimana arah vektor gaya Archimedes selalu keatas. Nilai densitas dan porositas batuan juga dapat ditentukan pada tabel 2, yang mana nilainya tidaksebanding kecuali pada batuan nomor 3.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya selaku penulis laporan ini dan praktikan dari percobaan densitas dan porositas batuan mengucapkan terimakasih kepada segenap asisten laboratorium Fisika Material. Terimakasih saya sampaikan kepada saudara Amalia Firdausi sebagai asisten laboratorium dari percobaan densitas dan porositas batuan. Ucapan terimakasih saya sampaikan kepada rekan-rekan dan semua pihak yang terkait dalam praktikum densitas dan porositas batuan baik saat melakukan percobaan serta dalam melakukan penyusunan laporan praktikum ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Borrero, F J. "Glencoe Earth Science". New York : McGraw-Hill Company (2012)
- [2] Giancoli, D C. "Physics Principles with Applications". New York : Prentice Hall Publisher (2004)
- [3] Smith, F W. "The Physics and Chemistry of Materials". New York : John Wiley & Sons (2001)