

ANALISIS POROSITAS MATERIAL KAWASAN KARST MAROS PANGKEP TAMAN NASIONAL BANTIMURUNG BULUSARAUNG BERBASIS VARIASI UKURAN BUTIR

Herlina Bunga' Karongi
Universitas Negeri Makassar
herlinabunga13@gmail.com

***Muhammad Arsyad**
Universitas Negeri Makassar
m_arsyad288@unm.ac.id

Usman
Universitas Negeri Makassar
usman7004@unm.ac.id

Pariabti Palloan
Universitas Negeri Makassar
pariabti.p@unm.ac.id

Sulistiawaty
Universitas Negeri Makassar
sulistiawaty@unm.ac.id

*Penulis Korespondensi

Abstrak-Telah dilakukan penelitian tentang porositas berdasarkan variasi ukuran butir batuan kawasan Karst Maros-Pangkep. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran nilai porositas batuan di Kawasan Karst Maros-Pangkep berdasarkan variasi ukuran butir dan menentukan pengaruh ukuran butir terhadap porositas batuan di Kawasan Karst Maros-Pangkep. Proses dimulai dari penentuan ukuran butir menggunakan lima macam saringan/ayakan, yaitu dengan nomor 50 mesh, 30 mesh, 16mesh, 10 mesh dan 4 mesh. Porositas ditentukan dengan menggunakan metode penimbangan. Setelah perhitungan ukuran rata-rata butir didapat selanjutnya dihubungkan dengan porositas dengan metode analisis regresi. Berdasarkan perhitungan statistik diperoleh persamaan regresi linear batuan Karst Maros-Pangkep, yaitu $Y=15,00-2,82X$ dengan $R^2=0,78$. Diperoleh pengaruh ukuran butir terhadap porositas batuan kawasan karst Maros-Pangkep bernilai negatif artinya ukuran butir berbanding terbalik dengan porositas batuan di kawasan karst Maros-Pangkep. Semakin kecil ukuran butir maka porositas semakin besar dan semakin besar ukuran butir porositas semakin kecil.

Kata kunci : Porositas, ukuran butir, batuan karst Pangkep, batuan karst Maros

Abstrak-Research on porosity has been carried out based on variations in grain size of the Maros-Pangkep Karst area. The purpose of this study was to describe the value of rock porosity in the Maros-Pangkep Karst Region based on grain size variations and to determine the effect of grain size on rock porosity in the Maros-Pangkep Karst Region. The process starts from determining the grain size using five kinds of sieves, namely with numbers 50 mesh, 30 mesh, 16mesh, 10 mesh and 4 mesh. Porosity is determined using the weighing method. After calculating the average grain size obtained, it is then connected to the porosity by using the regression analysis method. Based on statistical calculations obtained linear regression equation Maros-Pangkep karst rock, namely $Y=15.00-2.82X$ with $R^2.=0.78$. The effect of grain size on the rock porosity of the Maros-Pangkep karst area is negative, meaning that the grain size is inversely proportional to the porosity of the rocks in the Maros-Pangkep karst area. The smaller the grain size, the larger the porosity and the smaller the porosity.

Keywords: porosity, grain size, Pangkep karst rock, Maros karst rock

Naskah diajukan
24 November 2022
Naskah direvisi
02 Februari 2023
Naskah disetujui
09 April 2023
Naskah dipublikasi
22 April 2023

A. PENDAHULUAN

Indonesia di kenal dengan topografi karst yang luas membentang di sepanjang pulau Jawa dan pulau-pulau lainnya, sebarannya meliputi hampir seluruh kepulauan Indonesia kurang lebih 15.4 juta ha (Arsyad *et al.*, 2020). Karst merupakan istilah bahasa Jerman yang diturunkan dari bahasa Slovenia (kras) yang berarti lahan gersang berbatu (Haryono & Adji, 2004). Kawasan karst merupakan suatu kawasan dengan karakteristik khas akibat proses solusional, sehingga terbentuk adanya cekungan, lembah, dan lorong-lorong sebagai sistem aliran bawah tanah (Fahad, 2012). Ford dan Williams (1989) mendefinisikan karst sebagai medan dengan kondisi hidrologi yang khas sebagai akibat dari batuan yang mudah larut dan mempunyai porositas sekunder yang berkembang baik (Haryono & Adji, 2004). Bentuk morfologi karst merupakan hasil proses pelarutan air terhadap karbonat batu (Arsyad 2020). Kawasan karst sering terkesan hanya sebagai lahan gersang yang berbatu, sehingga tidaklah mengherankan kalau batulah yang di anggap sebagai potensi yang menggiurkan dari kawasan karst (Laraebi, 2017).

Kawasan Karst Maros-Pangkep merupakan salah satu kawasan karst yang terkenal dan terbesar di Indonesia. Salah satu bagian dari gugusan Karst Maros-Pangkep adalah daerah karst yang berada di Dusun Rammang-rammang Desa Salenrang Kabupaten Maros, yang merupakan salah satu kawasan yang unik karena penggabungan antara kawasan wisata alam, pemukiman dan areal pertanian yang masih asri. Karst Maros pangkep yang terbentang mulai dari Kabupaten Maros-Pangkep, sekitar 30 km dari kota Makassar dengan total luas kawasan 43.750 hektar. Kawasan tersebut merupakan yang tersebar kedua di dunia setelah Cina (Sulistiaawaty *et al.*, 2014).

Batuan memiliki 2 sifat yakni sifat fisik dan sifat mekanik. Sifat fisik batuan didapatkan dari pengujian *non-destructive* (tidak merusak). Sifat fisik batuan yaitu massa jenis, berat jenis, kadarair, derajat kejenuhan, porositas dan angka pori. Pengamatan petrografi dan pengujian sifat keteknikan sampel batuan. Sifat keteknikan yang diuji di antaranya adalah sifat fisik batuan terdiri dari densitas dan serapan air batuan serta sifat mekanik yang terdiri dari ketahanan aus dan kuat tekan batuan (Rosari & Arsyad, 2018).

Penentuan sifat fisik batuan menjadi indikasi kualitas batuan tersebut. Sifat fisik batuan yang dapat ditentukan adalah densitas dan porositas (Rosari & Arsyad, 2018), pada penelitian ini akan dilakukan pengujian porositas batuan berdasarkan variasi ukuran butir. Porositas adalah kemampuan untuk menyerap fluida pada batuan atau formasi atau ruang-ruang yang terisi fluida diantara zat-zat padat atau mineral. Menurut (M. Irham Nurwidyanto, Meida Yustiana, 2006). Porositas didefinisikan sebagai perbandingan antara volume ruang yang terdapat diantara serbuk yang berupa pori- pori (ruang antara serbuk yang selalu terisi oleh fluida seperti udara, minyak, atau gas bumi) terhadap volume serbuk secara keseluruhan. Perbandingan ini biasanya dinyatakan dalam persen (Rosari & Arsyad,

2018). Porositas digunakan untuk menyatakan semua rongga yang terdapat di antara partikel-partikel pembentuk batuan. Porositas tidak akan pernah sampai 100% yang berarti bahwa batuan tidak mengandung mineral dalam porinya, ada satu titik disebut porositas kritis yaitu jika berada di bawah porositas kritis ini masih berupa batuan (Fadilah, 2019).

Salah satu faktor yang mempengaruhi nilai porositas adalah ukuran butir. Untuk itu, perlu dilakukan penelusuran lebih jauh tentang porositas yang tergantung dari ukuran butir batuan. Jika semakin kecil suatu ukuran butir maka rongga yang terbentuk juga semakin kecil dan sebaliknya apabila suatu ukuran butir semakin besar maka rongga yang terbentuk juga semakin besar.

B. METODE

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Menurut Emmory, penelitian eksperimen merupakan bentuk khusus investigasi yang digunakan untuk menentukan variabel-variabel apa saja dan bagaimana bentuk hubungan antara satu dengan yang lainnya (Jaedun, 2011). Penelitian ini dilakukan selama 6(enam) bulan terhitung dari bulan Februari 2022 hingga Juli 2022 . Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer . Data primer diperoleh dari pengujian porositas batuan berdasarkan ukuran butir yang dilakukan di Laboratorium Fisika UNM.

1. Teknik Pengumpulan Data

- 1) Batuan ditumbuk hingga berbentuk butiran (10 batuan karst Maros dan 10 batuan karst Pangkep) kemudian diayak sehingga diperoleh berturut-turut ukuran butiran $\leq 4,75$ mm, $\leq 2,00$ mm, $\leq 1,18$ mm, $\leq 0,600$ mm, $\leq 0,300$ mm. selanjutnya membawa sampel butiran batuan untuk dianalisis di Laboratorium. Uji porositas batuan berdasarkan variasi ukuran butir Untuk menentukan nilai porositas batuan mula-mula menimbang berat asli contoh masing-masing butiran batuan (W_n) kemudian dimasukkan ke dalam oven dan dikeringkan selama 24 jam dengan suhu 110° C untuk mendapatkan massa kering (W_o), batuan kemudian direndam dengan cairan aquades selama 24 jam untuk mendapatkan massa jenuh (W_w) Kemudian percontonya butiran batuan digantung dalam air untuk mendapatkan nilai W_s .

2. Teknik Analisis Data

Metode yang digunakan untuk menghitung nilai porositas pada penelitian ini, yaitu metode penimbangan. Adapun teknik analisis data penelitian ini adalah

- a. Menghitung nilai Porositas berdasarkan rumus:

$$n = \frac{W_w - W_o}{W_w - W_s} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana :

- n = Porositas (%)
- W_o = Berat Kering (gram)
- W_w = Berat Jenuh (gram)
- W_s = Berat percontonya terdantung dalam air (gram)

(Pola et al., 2014)

Persamaan regresi linier sederhana secara matematik diekspresikan oleh :

$$Y = a + bX \tag{2}$$

Besar konstanta (*a*) dan konstanta (*b*) yang dapat diperoleh dari:

$$a = \frac{\sum x_i \sum Y_i - \sum x_i \sum x_i Y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \tag{3}$$

Keterangan:

a = konstanta

b = koefisien regresi, yang menunjukkan angka peningkatan ataupun penurunan variabel dependen yang didasarkan pada variabel independen. Bila *b* (+) maka naik, dan bila (-) maka terjadi penurunan.

X = variabel bebas (*predictor*) nilai ukuran butir batuan (mm)

Y = variabel terikat (*response*) nilai porositas (%)

n = banyaknya data

a) Penentuan koefisien korelasi (*r_{xy}*)

Analisis korelasi dilakukan menggunakan *software Microsoft Excel 2010*, Persamaan koefisien korelasi (*r_{xy}*) adalah sebagai berikut.

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i Y_i - (\sum x_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{\{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\} \{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2\}}} \tag{4}$$

Keterangan:

X = variabel bebas (*predictor*) untuk nilai ukuran butir batuan (mm)

Y = variabel terikat (*response*) untuk nilai porositas batuan)(%)

n = banyaknya data

b) Penentuan koefisien determinasi (*R²*)

Analisis determinasi dilakukan menggunakan *software Microsoft Excel 2010*. Koefisien determinasi dapat ditentukan dengan mengkuadratkan koefisien korelasi dan digunakan untuk mengetahui kontribusi atau besar pengaruh variabel *predictor* (*X*) terhadap variabel *response* (*Y*).

Sugiyono (2006) menyatakan bahwa indeks kekuatan hubungan antara kedua variabel *X* dan *Y* adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1 Indeks Kekuatan Hubungan Variabel *X* dan *Y*

Nilai <i>r_{xy}</i>	Interpretasi	Nilai <i>r_{xy}</i>	Interpretasi
0,00-0,19	Sangat rendah	(-0,00)-(-0,19)	Sangat rendah
0,20-0,39	Rendah	(-0,20)-(-0,39)	Rendah
0,40-0,59	Sedang	(0,40)-(-0,59)	Sedang
0,60-0,79	Kuat	(-0,60)-(-0,79)	Kuat
0,80-1,00	Sangat kuat	(-0,80)-(-1,00)	Sangat kuat

(Sugiyono, 2006)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Nilai Porositas Berdasarkan Ukuran Butir Batuan Karst Maros-Pangkep

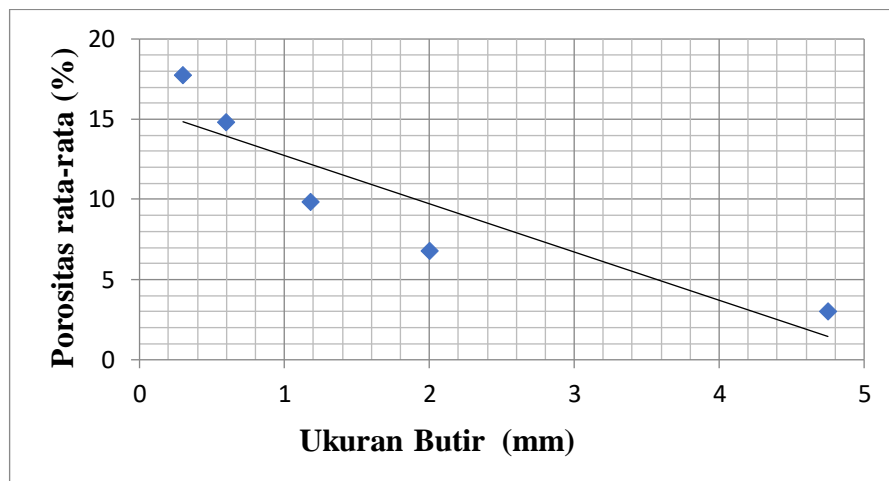
Hasil pengukuran di Laboratorium memberikan informasi mengenai berat conto natural (W_n), berat conto kering (W_o), berat conto jenuh (W_w) dan berat conto tergantung dalam air (W_s). Dari keempat data tersebut dapat diperoleh nilai sifat fisis lainnya yaitu porositas setelah dianalisis diperoleh persentase porositas batuan.

a. Persentase nilai porositas batuan Kawasan Karst Maros berdasarkan ukuran butir. berdasarkan ukuran butir persentase porositas batuan karst Maros dapat di lihat pada Tabel berikut

Tabel 1 Hasil Perhitungan Persentase Nilai Porositas Batuan Karst Maros

No Sampel	Persentase Porositas (%)				
	$\leq 0,300$ mm	$\leq 0,600$ mm	$\leq 1,18$ mm	$\leq 2,00$ mm	$\leq 4,75$ mm
1	15,80	14,41	11,61	7,67	3,53
2	18,98	13,59	11,72	8,30	3,29
3	18,48	17,52	11,37	7,23	3,41
4	17,23	12,86	8,59	7,26	3,27
5	17,25	16,96	8,35	5,83	1,17
6	20,70	19,60	13,37	10,77	5,99
7	16,15	9,78	4,54	5,16	1,30
8	19,17	1,67	10,49	6,69	3,03
9	16,32	14,10	9,87	4,42	2,65
10	19,85	15,68	8,44	4,61	2,16
Rata-rata	17,73	14,82	9,84	6,79	2,98

Dari hasil analisis data pada Tabel 1 diperoleh plot grafik hubungan ukuran butir terhadap porositas batuan di Kawasan Karst Maros dapat dilihat pada Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Grafik Hubungan Ukuran Butir dengan Porositas Batuan di Kawasan Karst Maros

Berdasarkan plot grafik pada Gambar 1 terlihat bahwa pada batuan karst Maros untuk hubungan ukuran butir dan porositas diperoleh hubungan berbanding terbalik, semakin besar ukuran butir maka porositas semakin kecil, dan semakin kecil ukuran butir maka porositasnya semakin besar.

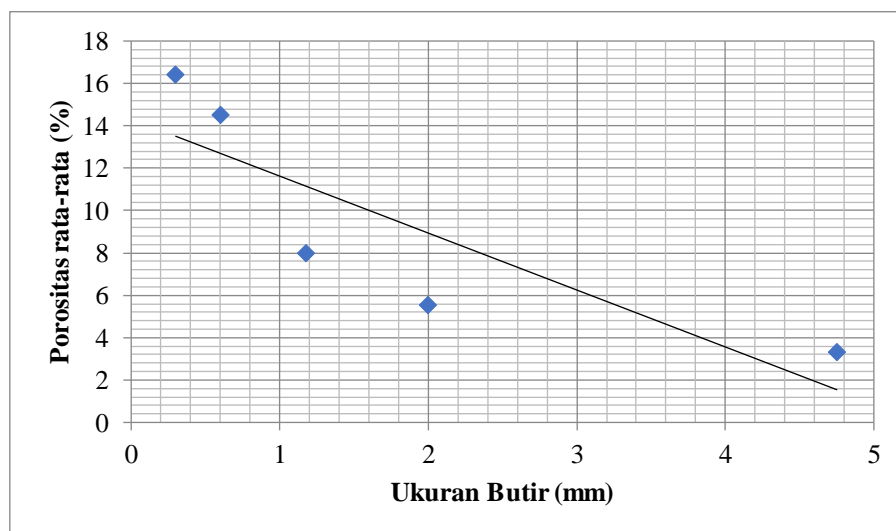
b. Persentase nilai porositas batuan Kawasan Karst Pangkep berdasarkan ukuran butir.

berdasarkan ukuran butir persentase porositas batuan karst Maros dapat di lihat pada Tabel berikut

Tabel 2 Hasil Perhitungan Persentase Nilai Porositas Batuan Karst Pangkep

No Sampel	Persentase Porositas (%)				
	≤ 0,300 mm	≤ 0,600 mm	≤ 1,18 mm	≤ 2,00 mm	≤ 4,75 mm
1	19,01	16,05	11,80	5,82	3,39
2	22,93	14,68	7,46	6,30	3,72
3	18,75	15,53	8,07	5,64	3,08
4	12,50	11,23	9,84	4,31	2,50
5	15,61	13,91	6,65	5,51	3,35
6	16,06	14,53	4,97	5,81	3,67
7	11,06	14,20	7,53	3,69	3,48
8	14,95	13,02	6,30	6,09	3,50
9	15,91	13,69	7,48	6,55	3,31
10	21,65	18,23	9,82	5,72	3,41
rata-rata	16,44	14,51	7,99	5,55	3,34

Dari hasil analisis data pada Tabel 2 diperoleh Plot grafik hubungan ukuran butir terhadap porositas batuan di Kawasan Karst Pangkep dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2 Grafik Hubungan Ukuran Butir dengan Porositas Batuan di Kawasan Karst Pangkep

Berdasarkan plot grafik pada Gambar 2 dan dapat dilihat bahwa pada batuan karst Pangkep untuk hubungan ukuran butir dan porositas diperoleh hubungan berbanding terbalik, semakin besar ukuran butir maka porositas semakin kecil, dan semakin kecil ukuran butir maka porositasnya semakin besar.

2. Pengaruh Ukuran Butir Terhadap Porositas Batuan di Kawasan Karst Maros-Pangkep

a. Uji Korelasi

Besar pengaruh Ukuran butir terhadap porositas dapat diperoleh menggunakan metode regresi linier sederhana. Metode regresi linier sederhana digunakan untuk menentukan koefisien korelasi dan koefisien determinasi. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan hubungan antara ukuran butir dan

porositas batuan di kawasan karst Maros-Pangkep TN Babul sedangkan koefisien determinasi menunjukkan seberapa besar kontribusi pengaruh ukuran butir terhadap porositas. Kekuatan hubungan antara ukuran butir dan porositas batuan di Kawasan Karst Maros Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini

Tabel 3 Korelasi Ukuran Butir dengan Porositas batuan di Kawasan Karst Maros

No sampel	r_{xy}	R^2	Interpretasi
1	0,96	0,92	Sangat Kuat
2	0,92	0,85	Sangat Kuat
3	0,92	0,83	Sangat Kuat
4	0,88	0,78	Sangat Kuat
5	0,89	0,79	Sangat Kuat
6	0,92	0,85	Sangat Kuat
7	0,79	0,63	Sedang
8	0,89	0,79	Sangat Kuat
9	0,88	0,77	Sangat Kuat
10	0,84	0,71	Sangat Kuat
Rata-rata	0,89	0,79	Sangat Kuat

Dari Tabel 3 diperoleh nilai koefisien korelasi rata-rata antara ukuran butir dan porositas batuan di Kawasan Karst Maros sebesar 0,89 yang berarti bahwa kekuatan hubungan antara ukuran butir dan porositas berada pada kategori sangat kuat dengan tingkat kepercayaan 95%. Nilai koefisien determinasi rata-rata sebesar 0,79 menunjukkan bahwa besar kontribusi pengaruh ukuran butir terhadap ukuran butir batuan Kawasan Karst Maros TN adalah sebesar 79%.

Tabel 4 Korelasi Ukuran Butir dengan Porositas batuan di Kawasan Karst Pangkep

No sampel	r_{xy}	R^2	Interpretasi
1	0,89	0,79	sangat kuat
2	0,76	0,58	sangat kuat
3	0,83	0,70	sangat kuat
4	0,91	0,83	sangat kuat
5	0,82	0,67	sangat kuat
6	0,75	0,56	Sedang
7	0,79	0,63	Sedang
8	0,82	0,67	sangat kuat
9	0,76	0,58	Sedang
10	0,84	0,70	sangat kuat
rata-rata	0,82	0,67	sangat kuat

Dari Tabel 4 diperoleh nilai koefisien korelasi rata-rata antara ukuran butir dan porositas batuan di Kawasan Karst Pangkep sebesar 0,82 yang berarti bahwa kekuatan hubungan antara ukuran butir dan porositas berada pada kategori sangat kuat dengan tingkat kepercayaan 95% Nilai koefisien determinasi rata-rata sebesar 0,67 menunjukkan bahwa besar kontribusi pengaruh ukuran butir terhadap ukuran butir batuan Kawasan Karst Pangkep TN adalah sebesar 67%.

b. Analisis regresi

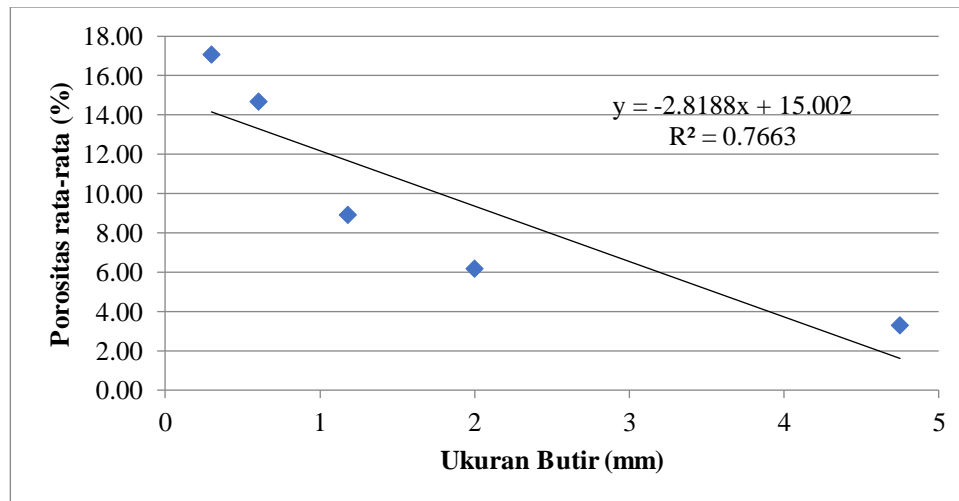
Berdasarkan analisis regresi diperoleh pengaruh ukuran butir terhadap porositas batuan kawasan karst Maros-Pangkep seperti persamaan regresi linier pada Tabel 4.7 berikut.

Tabel 5 Hasil Persamaan Regresi Linier

No	Variabel	Konstanta (a)	Koefisien regresi (b)
1	Batuan karst Maros	15,75	-3,01
2	Batuan karst Pangkep	14,31	-2.69
3	Batuan Karst Maros-Pangkep	15,00	-2.82

Dalam persamaan regresi linier sederhana, hubungan variabel ukuran butir dan porositas dapat dituliskan dalam bentuk model persamaan linier $y=a+bx$ dan diperoleh 2 (dua) konstanta yaitu konstanta (a) dan konstanta (b). Konstanta (a) dalam penelitian ini merupakan perpotongan garis regresi dengan sumbu Y atau nilai porositas, jika variabel X (ukuran butir) bernilai 0 (nol) sedangkan konstanta (b) atau koefisien arah dari regresi linier adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar nilai porositas saat ukuran butir bertambah 1 (satu) satuan. Peningkatan dan penurunan porositas bergantung pada nilai variabel ukuran butir.

Dari Tabel 5 diperoleh hasil persamaan regresi linier sederhana pada batuan karst Maros yaitu $Y=15,75-3,01X$ dengan koefisien regresi bernilai negatif. Pada batuan karst Pangkep diperoleh hasil persamaan regresi linier sederhana, yaitu $Y=14,31-2,69X$ dengan koefisien regresi bernilai negatif. Hasil Persamaan regresi linear batuan Karst Maros-Pangkep diperoleh $Y=15,00-2,82X$ dengan koefisien regresi bernilai negatif. Dapat digambarkan Seperti plot grafik berikut.



Gambar 3 Grafik Hubungan Ukuran Butir Dengan Porositas Batuan di Kawasan Karst Maros-Pangkep

Berdasarkan grafik berikut dapat dilihat bahwa pengaruh ukuran butir terhadap porositas batuan di Kawasan Karst Maros-Pangkep diperoleh persamaan regresi linear, yaitu $Y=15,00-2,82X$ dengan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,76 menunjukkan bahwa besar kontribusi pengaruh ukuran butir terhadap ukuran butir batuan Kawasan Karst Pangkep Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung adalah sebesar 76%. Koefisien regresi bernilai -2,82. Pengaruh negatif tersebut artinya ukuran butir berbanding terbalik dengan porositas batuan di kawasan karst Maros-Pangkep. Jika variabel X (ukuran

butir) mengalami kenaikan satu satuan maka variabel Y (porositas) mengalami penurunan sebesar 2,82%.

Pembahasan

1. Pengujian Porositas Batuan Berdasarkan Variasi Ukuran Butir Batuan Karst Maros- Pangkep

Pengujian sifat fisis batuan dilakukan dengan menimbang setiap sampel batuan. Sebelum ditimbang sampel batuan akan ditumbuk menjadi butiran batuan, kemudian disaring/diayak menggunakan mesh, terdapat 5 macam ayakan yang digunakan yaitu dengan nomor mesh 50 (3,00 mm), mesh 30 (0,600 mm), mesh 16 (1,18 mm), mesh 10 (2,00 mm), dan mesh 4 (4,75 mm). Butiran yang lolos masing-masing saringan ditimbang untuk menentukan berat asli batuan tanpa dipengaruhi variable lain, setelah itu menentukan berat kering, berat kering merupakan berat yang diperoleh dari hasil pengukuran berat setelah sampel batuan dioven selama 5 jam dengan suhu 110°C, hal tersebut dilakukan untuk menguapkan semua air yang terkandung didalam pori-pori batuan. Kemudian menentukan berat jenuh sampel batuan, berat jenuh yaitu berat yang diperoleh dari sampel batuan yang telah direndam di air selama 24 jam, hal ini dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak air yang diserap oleh sampel batuan. Terakhir adalah berat perconto tergantung dalam air diperoleh dari hasil pengukuran sampel batuan yang digantung dalam air. Pengukuran berat batuan menggunakan neraca digital dengan ketelitian 0,01 gram. Terdapat 100 sampel batuan yang diuji pada penelitian ini, yaitu 50 sampel batuan karst Maros dan 50 sampel batuan Karst Pangkep.

Dari hasil pengukuran keempat jenis berat diatas digunakan untuk menghitung nilai porositas batuan di Kawasan karst Maros-Pangkep. Berdasarkan persamaan 1 diperoleh nilai porositas sampel batuan yang tertera pada tabel 1 untuk batuan karst Maros dan nilai porositas sampel batuan yang tertera pada tabel 2 untuk batuan karst Pangkep. Nilai porositas pada ukuran butir ≤ 0.300 mm berada pada rentang 15,80% sampai 20,69%, ukuran butir $\leq 0,600$ mm berada pada rentang 9,78% sampai 17,52%, ukuran butir $\leq 1,18$ mm berada pada rentang 4,54% sampai 13,36%, ukuran butir $\leq 2,00$ mm berada pada rentang 4,42% sampai 10,77%, dan ukuran butir $\leq 4,75$ mm berada pada rentang 1,17% sampai 5,99%. Ukuran burtir yang paling kecil memiliki porositas yang paling besar yaitu rata-rata 17,73% dan ukuran butir paling besar memiliki porositas paling kecil yaitu rata-rata 2,98%. Nilai porositas ukuran butir batuan karst Pangkep diperoleh pada $\leq 0,300$ mm Nilai porositas pada ukuran butir $\leq 0,300$ mm berada pada rentang 11,06% sampai 22,93%, ukuran butir ≤ 0.600 mm berada pada rentang 11,23% sampai 18,23%, ukuran butir $\leq 1,18$ mm berada pada rentang 4,97% sampai 11,80%, ukuran butir $\leq 2,00$ mm berada pada rentang 4,31% sampai 6,55%, dan ukuran butir $\leq 4,75$ mm berada pada rentang 2,50 sampai 3,72%. Ukuran butir paling kecil memiliki porositas rata-rata paling besar yaitu 16,44% sedangkan ukuran butir paling besar memiliki nilai porositas rata-rata paling kecil yaitu 3,34%

2. Pengaruh ukuran butir terhadap porositas batuan kawasan Karst Maros-Pangkep

Pengaruh ukuran butir terhadap porositas batuan di Kawasan Karst Maros Pangkep dianalisis dengan menggunakan metode regresi linier sederhana untuk menentukan koefisien korelasi (r_{xy}) dan

koefisien determinasi (R^2). Koefisien korelasi (r_{xy}) untuk mengukur kekuatan hubungan antar variabel X dan Y. Koefisien determinasi ditentukan dengan mengkuadratkan koefisien korelasi (r^2) dan digunakan untuk mengetahui kontribusi atau besar pengaruh variabel X terhadap variabel Y (Sugiyono, 2006).

Dalam persamaan regresi linier sederhana, hubungan variabel ukuran butir dan porositas dapat dituliskan dalam bentuk model persamaan linier $y=a+bx$ dan diperoleh 2 (dua) konstanta yaitu konstanta (a) dan konstanta (b). Konstanta (a) dalam penelitian ini merupakan perpotongan garis regresi dengan sumbu Y atau nilai porositas jika variabel X (ukuran butir) bernilai 0 (nol) sedangkan konstanta (b) atau koefisien arah dari regresi linier adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar nilai porositas saat ukuran butir bertambah 1 (satu) satuan. Peningkatan dan penurunan porositas bergantung pada nilai variabel ukuran butir.

Berdasarkan gambar 1 dan gambar 2 dapat dilihat pada batuan karst Maros-Pangkep untuk hubungan ukuran butir dan porositas dipeoleh kesimpulan bahwa kedua variabel (ukuran butir dan porositas) mempunyai hubungan linear yang berkorelasi negatif. Hubungan negatif tersebut menunjukkan hubungan yang berlawanan arah yaitu apabila nilai ukuran butir naik maka nilai porositas turun. Koefisien korelasi rata-rata antara ukuran butir dan porositas di kasawasn karst Maros sebesar 0.89 yang berarti bahwa kekuatan hubungan antara ukuran butir dan porositas berada pada kategori sangat kuat dengan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai koefisien R^2 rata-rata sebesar 0.79 yang menunjukkan bahwa besar kontribusi pengaruh ukuran butir terhadap porositas batuan karst Maros sebesar 79%, dan untuk koefisien korelasi rata-rata antara ukuran butir dan porositas di kasawasn karst Pangkep sebesar 0.67 yang berarti bahwa kekuatan hubungan antara ukuran butir dan porositas berada pada kategori sangat kuat dengan tingkat kepercayaan 95% dengan nilai koefisien R^2 rata-rata sebesar 0.79 yang menunjukkan bahwa besar kontribusi pengaruh ukuran butir terhadap porositas batuan karst Pangkep sebesar 79%.

Dari Tabel 5 diperoleh hasil persamaan regresi linier sederhana pada batuan karst Maros yaitu $Y=15,75-3,01X$ dengan koefisien regresi bernilai negatif. Pada batuan karst Pangkep diperoleh hasil persamaan regresi linier sederhana, yaitu $Y=14,31-2,69X$ dengan koefisien regresi bernilai negatif. Hasil Persamaan regresi linear batuan Karst Maros-Pangkep $Y=15,00-2,82X$ dengan koefisien regresi bernilai negatif. Pengaruh negatif tersebut artinya ukuran butir berbanding terbalik dengan porositas batuan di kawasan karst Maros-Pangkep, apabila Variabel X (ukuran butir) bernilai negatif maka variabel Y (porositas) akan mengalami peningkatan begitupun sebaliknya.

Hal ini memiliki kesamaan dengan peneliti terdahulu yang dilakukan oleh M. Irham Nurwidyanto, dkk (2006) bahwa Ukuran butir dengan porositas dan permeabilitas mempunyai hubungan linear yang kuat dan berkorelasi negatif yaitu semakin besar ukuran butirnya maka semakin kecil porositas dan permeabilitasnya. Pada penelitian ini diperoleh semakin kecil ukuran butir maka porositas semakin besar dan semakin besar ukuran butir maka porositas semakin kecil. Hal ini dikerenakan semakin halus ukuran butir maka daya serapnya semakin tinggi akibatnya kadar airnya

cukup tinggi. Karena tingginya kadar air, sehingga nilai volume porinya semakin tinggi dan porositasnya juga semakin besar sedangkan Pada butiran ukuran besar, kadar airnya yang paling rendah ini dikarenakan ukuran butirnya yang besar sehingga memiliki daya serap yang rendah. Inilah yang mengakibatkan kadar airnya rendah dan nilai porositas porositasnya rendah.

D. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai porositas berdasarkan variasi ukuran butir batuan karst Maros Pangkep, yaitu:

nilai rata-rata porositas batuan di kawasan karst Maros pada ukuran butir $\leq 0,300$ mm, $\leq 0,600$ mm, $\leq 1,18$ mm, $\leq 2,00$ mm dan $\leq 4,75$ mm, yaitu berturut-turut, 17,73%, 14,82%, 9,84%, 6,79% dan 2,98%. Dan nilai porositas rata-rata batuan di kawasan karst Pangkep pada ukuran butir $\leq 0,300$ mm, $\leq 0,600$ mm, $\leq 1,18$ mm, $\leq 2,00$ mm dan $\leq 4,75$ mm, yaitu berturut-turut 16,44%, 14,51%, 7,99%, 5,55%, dan 3,34%.

2. Pengaruh ukuran butir terhadap porositas batuan karst Maros-Pengkep, yaitu

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa Pengaruh ukuran butir terhadap porositas batuan di Kawasan Karst Maros- Pangkep Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung mempunyai hubungan linier yang kuat dan berkorelasi negatif yaitu semakin besar ukuran butirnya maka semakin kecil porositasnya.

DAFTAR RUJUKAN

- Arsyad, M., Tiwow, V. A., Sulistiawaty, & Sahdian, I. A. 2020. Analysis of physical properties and mechanics of rocks in the karst region of Pangkep Regency. *Journal of Physics: Conference Series*, 1572(1).
- Fadilah, F. Estimasi Permeabilitas Batuan Berdasarkan Crossplot persamaan Biot (Studi Kasus: Sumur Walakpa 2), Alaska.
- Haryono, E., Adji, T. N. 2004. *Geomorfologi Dan Hidrologi Karst (Bahan Ajar)*. Fakultas geografi: Universitas Gaja Mada.
- Jaedun, A. 2011. *Metodologi Penelitian Eksperimen*, 0–12.
- Laraebi, G. 2017. *Karakteristik Kandungan Mineral dan Unsur Penyusun Batugamping Pada PT Semen Tonasa*. 28.
- M. Irham Nurwidyanto, Meida Yustiana, S. W. 2006. Pengaruh Ukuran Butir Terhadap Porositas Dan Permeabilitas Pada Batupasir. *Berkala Fisika*, 9(4), 191-195–195.
- Rosari, A. A., & Arsyad, M. 2018. Analisis Sifat Fisis dan Sifat Mekanik Batuan Karst Maros. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika*, 13(3), 276–281.

Sugiyono. 2006. *Statistika Untuk Penelitian*. ALFABETA: Bandung.

Sulistiawaty & Tiwow, V. A. 2014. *Analisis Struktur Kristal Pada Tanah di Sekitar Daerah Rammang-Rammang Kawasan Karst Maros*. 2014(Sfn Xxvii), 16–17.