

**Submit New Journal**

# [ES] Submission Acknowledgement

Eksternal

Kotak Masuk



**Basir Achmad** <mail.ppjp.ulm@gmail.com>

16 Des 2022,  
12.11

kepada saya

The following message is being delivered on behalf of EnviroScienteeae.

---

—  
hello Aang Panji Permana:

Thank you for submitting the manuscript, "ANALISIS NILAI POROSITAS FASIES BATUGAMPING DAERAH OMBULO KABUPATEN GORONTALO" to EnviroScienteeae.

With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Manuscript URL:

<https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es/author/submission/15104>

Username: aangpanji

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Basir Achmad  
EnviroScienteeae

# ANALISIS NILAI POROSITAS FASIES BATUGAMPING DAERAH OMBULO KABUPATEN GORONTALO

## *Analysis of Porosity Value of The Limestone Facies in Ombulo Region, Gorontalo Regency*

Rini Rahmatia S<sup>1)</sup>, Aang Panji Permana<sup>2)\*</sup>, Ronal Hutagalung<sup>3)</sup>  
<sup>1,2,3)</sup> Program Studi Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo  
\*Correspondence e-mail: aang@ung.ac.id

### **Abstract**

Reservoir rocks are hollow rocks below the surface that are capable of storing and flowing groundwater that can be utilized by the community. The limestone facies is a good reservoir rock. The characteristics of the limestone facies in the Ombulo Region, Gorontalo Regency, which reach 3.42 km<sup>2</sup>, are very interesting to study. This study aims to analyze the porosity value of each limestone facies in the study area. The research method used consisted of field geological surveys and petrographic laboratory analysis. The results showed that the study area consisted of four limestone facies namely floatstone facies, mudstone facies, wackestone facies, and rudstone facies. The potential of limestone in the Ombulo area as reservoir rock is in the poor to very good category.

*Keywords : Limestone Facies, Ombulo, Porosity Value*

### **PENDAHULUAN**

Air tanah merupakan air yang berada dalam batuan atau suatu lapisan di bawah permukaan tanah (UU No. 7 Tahun 2004). Secara umum, air tanah dapat diartikan sebagai air yang tersingkap di bawah permukaan yang terdapat dalam batuan atau lapisan tanah yang kemudian dapat dimanfaatkan bagi keperluan masyarakat sekitar. Air tanah yang berada di bawah permukaan biasanya tersingkap di dalam suatu batuan dasar yang disebut batuan reservoir. Batuan reservoir merupakan suatu batuan yang berongga dan bersifat permeabel dibawah permukaan yang memiliki kemampuan untuk menampung dan mengalirkan cairan (Halliburton, 2001).

Jika dilihat dari pengertian diatas, maka dapat dipastikan bahwa batuan reservoir pada dasarnya harus memiliki sifat fisik porositas dan permeabilitas yang baik. Porositas adalah ruang kosong atau rongga dalam batuan yang menjadi ukuran besaran volume fluida yang dapat tertampung dalam

batuan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah fluida dan gas yang tertampung bergantung pada adanya porositas batuan (Permana & Eraku, 2020).

Daerah penelitian merupakan daerah dengan formasi Batugamping klastik (TQl) dan Endapan aluvial (Qpl) (Bachri et al, 1993) dan memiliki jenis litologi berupa satuan batugamping dengan jenis litologi di sekitarnya merupakan satuan alluvial (Permana & Eraku, 2020). Batugamping memiliki porositas yang terbentuk dalam beberapa proses, seperti yang terbentuk saat proses pengendapan yang disebut porositas primer dan terbentuk setelah proses pengendapan yang disebut porositas sekunder.

Daerah Desa Ombulo, Kecamatan Limboto Barat menjadi tempat pertumbuhan penduduk dimana mereka membuat sumur bor untuk mengambil air tanah guna memenuhi kebutuhan sehari-hari mereka.

Menurut Pranantya & Rengganis (2010), daerah penelitian merupakan batas paling Barat dari Cekungan Air Tanah

(CAT) Limboto, Gorontalo yang merupakan daerah *discharge area*. Sehingga secara tidak langsung telah disebutkan bahwa daerah penelitian merupakan daerah *recharge area* yang menjadi tempat penampungan air tanah. Akan tetapi, penelitian mengenai potensi batugamping sebagai reservoir air tanah di daerah Desa Ombulo belum pernah dilakukan. Potensi batugamping sebagai reservoir air tanah sangat penting untuk dilakukan. Penelitian ini berfokus pada analisis porositas batugamping.

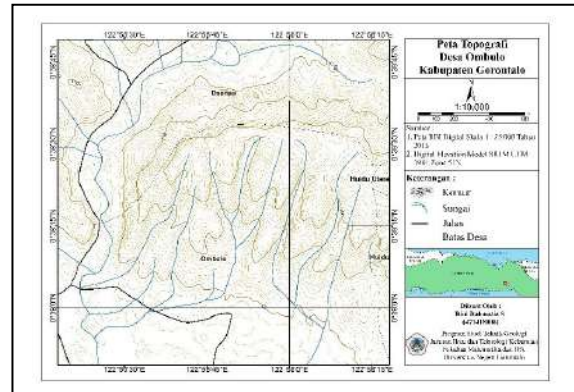
Berdasarkan penjelasan diatas, maka peneliti menyusun tiga tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini, yaitu menganalisis kondisi geologi permukaan, menganalisis nilai porositas batugamping berdasarkan analisis petrografi, menganalisis jenis porositas, dan menelaah potensi batugamping di daerah penelitian sebagai batuan reservoir berdasarkan klasifikasi Koesoemadinata (1980).

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan batugamping di Desa Ombulo Kecamatan Limboto Barat sebagai material utama penelitian. Lokasi penelitian terletak pada koordinat  $0^{\circ}38'48,29'' - 0^{\circ}39'47,68''$  LU dan  $122^{\circ}55'18,32'' - 122^{\circ}56'17,9''$  BT. Lokasi penelitian memiliki luas daerah  $3,42 \text{ km}^2$  dengan bentuk lahan perbukitan rendah.

Penelitian ini menerapkan dua metode penelitian, yakni metode survei geologi permukaan dan metode analisis laboratorium. Pada metode survei geologi permukaan, dilakukan deskripsi petrologi dan pengambilan sampel litologi (Hutagalung et al, 2021; 2022; Isa et al, 2022). Metode analisis laboratorium mencakup analisis petrografi yang dilakukan di Laboratorium Mineral Optik dan Petrografi. Setelah memperoleh sampling yang layak untuk analisis petrografi, kemudian dilakukan pembuatan *thin section* dengan metode *blocking* yang bertujuan untuk mengimpregnasi larutan biru kedalam pori batuan agar dapat dibedakan pori asli batuan dan pori yang terbentuk saat proses

preparasi Analisis petrografi dilakukan dengan bantuan alat mikroskop polarisasi lengkap dengan kamera yang terkoneksi dengan computer (Wright, 1916; Allen et al., 1963; Lawrence, 1993; Scholle & Scholle, 2003; Maryanto, 2012; Usman et al, 2022; Payuyu et al, 2022; Permana et al, 2021; 2022).



Gambar 1. Lokasi penelitian Daerah Ombulo Kabupaten Gorontalo  
Sumber : Peta RBI 2013 dan DEM SRTM

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Fasies batugamping di daerah penelitian terdiri dari empat jenis. Keempat jenis fasies batugamping tersebut antara lain yakni fasies *floatstone*, fasies *mudstone*, fasies *wackestone* dan fasies *rudstone*.

Fasies *floatstone* merupakan fasies batugamping pertama. Fasies ini memiliki warna putih kekuningan yang menandakan batuan dalam kondisi segar dan pada bagian atas dijumpai tanda singkapan mulai lapuk (Gambar 2). Warna batuan yang sedikit menghitam, ukuran butir  $> 2 \text{ mm}$  disertai komponen  $> 2 \text{ mm}$ , *matriks supported*, kompak, kemas terbuka, pemilahan sedang, banyak dijumpai fosil maupun cetakan fosil serta pecahan cangkang.



Gambar 2. Singkapan fasis batugamping *floatstone*.

Sumber : Rini Rahmatia S tahun 2022

Secara mikroskopis, batuan karbonat berwarna kuning kecoklatan, warna interferensi kuning keemasan dengan spotted biru, dengan ukuran partikel  $< 0,1 - 2,5$  mm, kelimpahan material berukuran  $> 2$  mm sebanyak 25%, tekstur *mud supported (cement-supported)*, kemas terbuka. Terdapat porositas yang dengan kelimpahan 10%, yang terdiri dari porositas *vuggy* dan interpartikel. Batuan ini memiliki nama petrografis yaitu *coralline floatstone* (Embry & Klovan, 1971).

Fasies *mudstone* yang merupakan fasies kedua dengan kondisi singkapan mulai lapuk yang ditandai dengan warna batuan yang sedikit menghitam dan sebagian berwarna putih kecoklatan (Gambar 3). Ukuran butir  $< 2$  mm, *mud supported*, kompak, sortasi baik.



Gambar 3. Singkapan fasis batugamping *mudstone*.

Sumber : Rini Rahmatia S tahun 2022

Berdasarkan analisis mikroskopis, dijumpai bahwa batuan karbonat berwarna kuning kecoklatan, warna interferensi kuning keemasan, dengan ukuran partikel  $< 0,1 - 0,4$  mm, kelimpahan material berukuran  $> 2$  mm sebanyak 0%, tekstur *mud supported*, kemas terbuka. Terdapat porositas dengan kelimpahan 30%, yang terdiri dari porositas *vuggy* dan interpartikel. Batuan ini memiliki nama petrografis yaitu *mudstone* (Embry & Klovan, 1971).

Fasies ketiga adalah fasies *wackestone* yang memiliki warna putih kekuningan dan sebagian mulai nampak lapuk dengan kondisi warna kecoklatan (Gambar 4). Pemilahan sedang, ukuran butir  $< 2$  mm, *mud supported*, kompak, kemas terbuka, dijumpai beberapa cetakan fosil dan pecahan cangkang dengan arah kedudukan  $N 145^{\circ} E/10^{\circ} SW$ .



Gambar 4. Singkapan fasis batugamping *wackestone*.

Sumber : Rini Rahmatia S tahun 2022

Secara mikroskopis, batugamping *wackestone* berwarna kuning kecoklatan, warna interferensi kuning keemasan, dengan ukuran partikel  $< 0,1 - 0,8$  mm, kelimpahan material berukuran  $> 2$  mm sebanyak 0%, tekstur *mud supported (cement-supported)*, kemas terbuka. Terdapat porositas dengan kelimpahan 10%, yang terdiri dari porositas *vuggy* dan interpartikel. Batuan ini memiliki nama petrografis yaitu *foraminiferal wackestone* (Embry & Klovan, 1971).

Berdasarkan analisis mikropaleontologi pada sampel RMF-01 dan RMF-03 yang diambil dari singkapan RRS-

41 dan RRS-46, fasies ini diperkirakan berumur Pliosen Awal-Plistosen (N18 – N19) dengan ditemukannya sebanyak 18 mikrofosil planktonik.

Fasies *rudstone* merupakan fasies terakhir dengan kondisi singkapan mulai lapuk yang ditandai dengan warna batuan yang sedikit menghitam dan sebagian berwarna kecoklatan (Gambar 5). Ukuran butir > 2 mm, komponen-komponen seperti fosil dan cangkang mendominasi, kompak, kemas terbuka.



Gambar 5. Singkapan fasies batugamping *rudstone*.

Sumber : Rini Rahmatia S tahun 2022

Berdasarkan analisis mikroskopis, batugamping *Rudstone* berwarna *colorless* – kuning pucat, warna interferensi kuning keemasan, dengan ukuran partikel < 0,1 – > 4 mm, kelimpahan material berukuran > 2 mm sebanyak 60%, tekstur batuan sulit diamati karena sudah mengalami diagenesis (pelarutan dan sementasi) intensif. Diduga batuan memiliki tekstur *grain supported* (*cement-supported*), kemas tertutup. Terdapat porositas yang melimpah dengan kelimpahan 30% yang terdiri dari porositas *vuggy* dan intrapartikel. Batuan ini memiliki nama petrografi yaitu *coralline rudstone* (Embry & Klován, 1971).

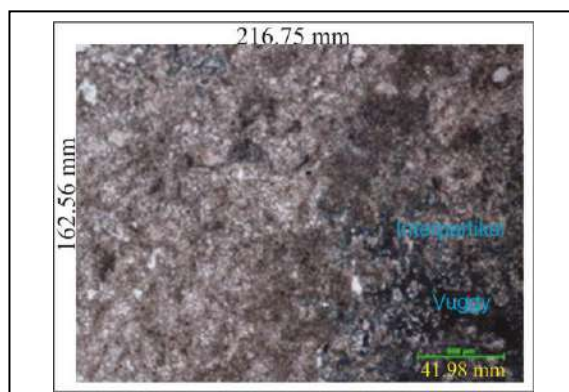
Analisis nilai porositas fasies batugamping Daerah Ombulo Kabupaten Gorontalo dilakukan secara detail. Pada tahap ini, dilakukan pengamatan pada lima medan pandang petrografi untuk menghitung besaran nilai porositas secara detail.

Hasil perhitungan lima medan pandang ini kemudian dihitung nilai rata-rata persentase untuk hasil perhitungan yang lebih akurat. Luas total satu medan pandang pengamatan adalah 4.998.351,98  $\mu\text{m}^2$ . Seperti hasil pengamatan fasies *floatstone* dapat dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan pada medan pandang pertama dijumpai porositas sebesar 9%, medan pandang kedua sebesar 12%, medan pandang ketiga 10%, medan pandang keempat 12%, dan medan pandang kelima sebesar 7%. Nilai dari lima medan pandang ini kemudian dihitung rata-rata nilai persentase sehingga diperoleh nilai porositas pada fasies *floatstone* sebesar 10%. Pada fasies ini, dijumpai tipe porositas *vuggy* dan *interpartikel*. Porositas *vuggy* adalah rongga atau pori pada batuan yang disebabkan oleh pelarutan. Porositas *interpartikel* adalah pori yang ada diantara butiran pada batuan.

Tabel 1. Nilai porositas fasies *floatstone* berdasarkan analisis petrografi

MP	Luas MP ( $\mu\text{m}^2$ )	Porositas (%)	Rata-Rata Porositas (%)
1	4.998.351,93	9	10
2	4.998.351,93	12	
3	4.998.351,93	10	
4	4.998.351,93	12	
5	4.998.351,93	7	

Porositas pada fasies ini hanya sebesar 10%. Hal ini disebabkan karena adanya diagenesis *neomorfis*, *dissolution*, dan *cementation* (Gambar 6).



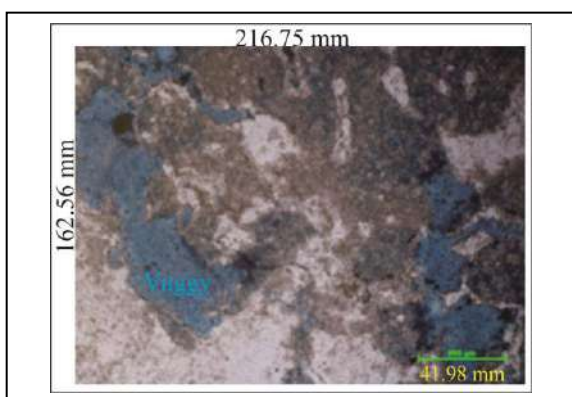
Gambar 6. Hasil analisis petrografi *floatstone* nikol sejajar, warna biru menunjukkan adanya porositas.

Sumber : Rini Rahmatia S tahun 2022

Pengamatan yang sama seperti pada fasies *floatstone* dilakukan pula pada fasies batugamping lainnya. Hasil pengamatan pada fasies *mudstone* dapat dilihat pada Tabel 2 yang memperoleh rata-rata porositas sebesar 30% dengan tipe porositas *vuggy* dan *interpartikel*. Tingginya porositas ini disebabkan oleh butiran yang seragam pada batugamping *mudstone* dan adanya matriks berupa mikrit yang telah mengalami pelarutan menjadi *vuggy*. Pada Gambar 7 terlihat jelas jumlah porositas yang hampir merata ditandai dengan adanya warna biru pada sayatan tipis petrografi.

Tabel 2. Nilai porositas fasies *mudstone* berdasarkan analisis petrografi

MP	Luas MP ( $\mu\text{m}^2$ )	Porositas (%)	Rata-Rata Porositas (%)
1	4.998.351,93	27	30
2	4.998.351,93	30	
3	4.998.351,93	32	
4	4.998.351,93	31	
5	4.998.351,93	30	



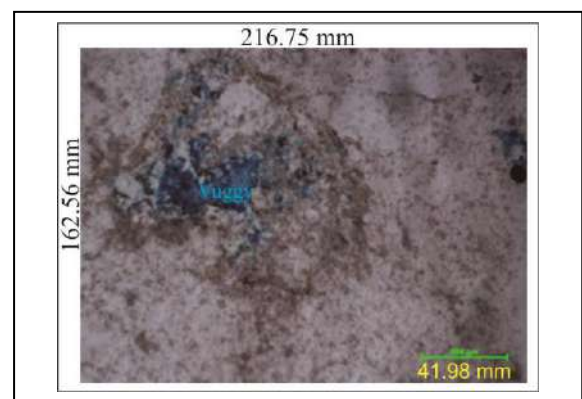
Gambar 7. Hasil analisis petrografi *mudstone* nikol sejajar, warna biru menunjukkan adanya porositas.

Sumber : Rini Rahmatia S tahun 2022

Hasil pengamatan pada fasies *wackestone* dapat dilihat pada Tabel 3 yang memperoleh rata-rata porositas sebesar 10% dan 15% dengan tipe porositas *vuggy* dan *interpartikel* (Gambar 8).

Tabel 3. Nilai porositas fasies *wackestone* berdasarkan analisis petrografi

MP	Luas MP ( $\mu\text{m}^2$ )	Porositas (%)	Rata-Rata Porositas (%)
1	4.998.351,93	12	10
2	4.998.351,93	9	
3	4.998.351,93	9	
4	4.998.351,93	10	
5	4.998.351,93	10	



Gambar 8. Hasil analisis petrografi *wackestone* nikol sejajar, warna biru menunjukkan adanya porositas.

Sumber : Rini Rahmatia S tahun 2022

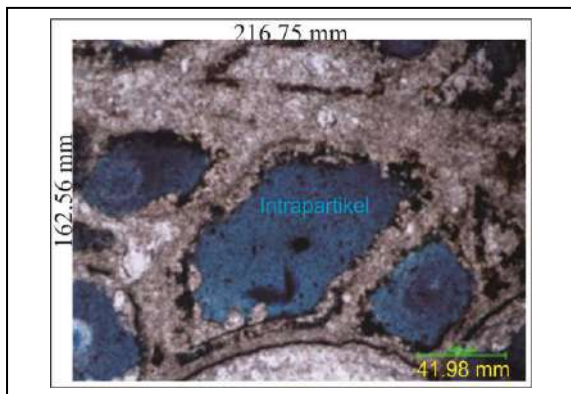
Pada fasies ini, dilakukan pengamatan petrografi pada dua sampel batugamping *wackestone* dengan lokasi bukit yang berbeda. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel batugamping *wackestone* persentase porositas sebesar 10% dengan tipe porositas yaitu *vuggy* dan *interpartikel*.

Hasil pengamatan pada fasies *rudstone* dapat dilihat pada Tabel 4 yang memperoleh rata-rata porositas sebesar 30% dengan tipe porositas *vuggy* dan *intrapartikel*. Porositas *intrapartikel* adalah porositas yang dijumpai didalam butiran batuan tersebut. Hal ini membuktikan

adanya pelarutan yang cukup tinggi pada fasies ini (Gambar 9).

Tabel 4. Nilai porositas fasies *rudstone* berdasarkan analisis petrografi

MP	Luas MP ( $\mu\text{m}^2$ )	Porositas (%)	Rata-Rata Porositas (%)
1	4.998.351,93	25	30
2	4.998.351,93	28	
3	4.998.351,93	35	
4	4.998.351,93	32	
5	4.998.351,93	30	



Gambar 9. Hasil analisis petrografi *rudstone* nikol sejajar, warna biru menunjukkan adanya porositas.

Sumber : Rini Rahmatia S tahun 2022

Berdasarkan klasifikasi Koesoemadinata (1980), nilai porositas dari keempat fasies batugamping di daerah penelitian memiliki nilai buruk (*poor*) sampai sangat baik (*very good*) sebagai batuan reservoir.

## KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan analisis data, maka peneliti dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Daerah penelitian tersusun empat fasies batugamping antara lain fasies *floatstone*, fasies *mudstone*, fasies *wackestone* dan fasies *rudstone*.

2. Berdasarkan analisis petrografi, fasies *floatstone* memiliki nilai porositas 10%, fasies *mudstone* sebesar 30%, fasies *wackestone* sebesar 10% dan fasies *rudstone* sebesar 30%.
3. Tipe porositas yang dijumpai berdasarkan analisis petrografi yaitu porositas *vuggy*, *interpartikel*, dan *intrapartikel*.
4. Nilai porositas fasies batugamping di daerah penelitian memiliki nilai buruk (*poor*) - sangat baik (*very good*) sebagai batuan reservoir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R.D., Brault, J., & Moore, R.D.. (1963). *A New Method of Polarization Microscopic Analysis : I. Scanning with a Birefringence Detection System*. *J Cell Biol*, Vol 18(2): 223– 235.
- Bachri, S., Sukindo, & N. Ratman. (1993). *Peta Geologi Lembar Tilamuta, Sulawesi Skala 1:250.000*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung
- Embry, A.F., & Klovan, J.E. (1971). *A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island*. Northwest Territories, *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*.
- Halliburton. (2001) *Basic Petroleum Geology and Log Analysis*, Halliburton Company. Houston-Texas, hal. 24.
- Hutagalung, R., Permana., A.P., Isa, D.R., dan Taslim, I., (2021). Analisis Stratigrafi Daerah Leato Utara dan Selatan Kota Gorontalo. *Jurnal Sains Informasi Geografi [J SIG]*, Vol. 4, No. 2, 76-83. <http://dx.doi.org/10.31314/j%20sig.v4i2.1037>.
- Hutagalung, R., Permana, A. P., & Isa, D. R. (2022). Kajian Pelapukan Granit Daerah Leato Berdasarkan Analisis Xrd Dan Sem. *EnviroScienteeae*, 18(1), 38. <https://doi.org/10.20527/es.v18i1.12977>
- Isa, D. R., Permana, A. P., & Hutagalung, R.



- (2022). Kajian Arah Tegasan dan Nilai RQD Berdasarkan Analisis Statistik Data Struktur Kekar. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 19(1), 1. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v19i1.7695>.
- Koesoemadinata, (1980) *Geologi Minyak dan Gas Bumi*, Penerbit ITB: Bandung.
- Maryanto, S., (2012). Limestone Diagenetic Records Based on Petrographic Data of Sentolo Formation at Hargorejo Traverse, Kokap, Kulonprogo. *Indonesian Journal of Geology*, Vol. (7) 2 : 87-99.
- Payuyu, N., Permana, A.P., & Hutagalung, R. (2021). Analisis Tipe Batuan Dasar Pembentuk Nikel Laterit Pada Block X Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah. *Jurnal Sains Informasi Geografi [J SIG]*, Vol. 5, No. 2, 76-83. <http://dx.doi.org/10.31314/j%20sig.v5i2.1551>.
- Permana, A.P., & Eraku, S.S., (2020). Kualitas Batugamping Gorontalo Sebagai Reservoir Air Tanah Berdasarkan Analisis Jenis Porositas. *EnviroScienteeae*, Vol. 16 (1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v16i1.8993>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Eraku, S. S. (2021). Microfacies and Depositional Environment of Tertiary Limestone, Gorontalo Province, Indonesia. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, Vol. 2 (446), 15-21. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.29>.
- Permana, A.P., Eraku, S. S., Hutagalung, R & Isa, D, R. (2022). Limestone Facies and Diagenesis Analysis in the Southern of Gorontalo Province, Indonesia. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, Vol. 6 (456), 185-195. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.248>.
- Pranantya, P, A., & Rengganis, H. (2010). Interpretasi Geohidrologi Untuk Penentuan Sistem Cekungan Air Tanah Limboto-Gorontalo. *Jurnal Teknik Hidraulik*. Vol. 6(2) : 151-166. <https://dx.doi.org/10.32679/jth.v1i2.237>.
- Scholle, P.A., & Scholle, D.S.U., (2003). *A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis*. American Association of Petroleum Geologists. DOI: <https://doi.org/10.1306/M77973>.
- Undang Undang No 7 Tahun 2004 tentang *Sumber Daya Air*.
- Usman, F. T., Arifin, Y. I., Hutagalung, R., & Permana, A. P. (2022). Analisis tipe longsor daerah pohe kota gorontalo berdasarkan orientasi struktur geologi. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 1(1), 37–48. <https://doi.org/10.34312/jage.v1i1.15517>.
- Wright, F.E., (1916). *The Petrographic Microscope in Analysis*. J. Am. Chem. Soc., Vol. 38 (9) : 1647–1658 DOI: 10.1021/ja02266a001.

# **Journal Revision Instructions**

The screenshot shows a web browser window displaying the journal's submission review interface. The browser's address bar shows the URL: `ppj.pulm.ac.id/journals/index.php/es/author/submissionReview/15104`. The journal's logo, 'ENVIRONMENTALIA', is prominently displayed at the top, along with the text 'Online ISSN 2302-3708' and 'Jurnal Ilmiah Bidang Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan'. A navigation menu includes 'HOME', 'ABOUT', 'USER HOME', 'SEARCH', 'CURRENT', 'ARCHIVES', and 'ANNOUNCEMENTS'. The main content area is titled '#15104 REVIEW' and features three tabs: 'SUMMARY', 'REVIEW', and 'EDITING'. Below this, the 'SUBMISSION' section lists the author as 'Aang Panji Permiana', the title as 'ANALISIS NILAI POROSITAS FASIES BATUGAMPING DAERAH OMBULO KABUPATEN GORONTALO', the section as 'Articles', and the editor as 'PSDAL ULM'. The 'PEER REVIEW' section shows 'ROUND 1' with a review version of '15104-42550-1-RV00GX' dated '2022-12-16'. A right-hand sidebar contains a 'USER' section indicating the user is logged in as 'aangpanji' with links to 'My Journals', 'My Profile', and 'Log Out'. Below this is a 'JOURNAL MENU' with links to 'Editorial Team', 'Reviewer', 'Peer Review Process', 'Publisher', 'Focus And Scope', 'Copyright', 'Author Fees', 'Author Guidelines', and 'Journal Template'. The Windows taskbar at the bottom shows the system clock as 1:30 PM on 6/5/2023.

Sab, 17 Des 2022,  
13.05

**PSDAL Unlam <psdal.unlam@gmail.com>**

kepada saya

Indonesia

Inggris

[Terjemahkan pesan](#)

[Nonaktifkan untuk: Indonesia](#)

=====

JURNAL ENVIROSCIENTEAE

ISSN 1978-8096 (print)

ISSN 2302-3708 (online)

Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam & Lingkungan

Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat

Kampus ULM Banjarbaru Gedung 1 Lantai II

Jalan Ahmad Yani Km 36 Banjarbaru Kode Pos 70714

» Tel / fax : (0511) 4777055 / (0511) 4777055

lama : <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es>

email : [psdal.unlam@gmail.com](mailto:psdal.unlam@gmail.com)

Baik akan melakukan pengecekan plagiarisme.

Terima kasih

## EnviroScienteae Edisi Vol. 19 No. 2, Mei 2023

Eksternal

Kotak Masuk



**PSDAL Unlam <psdal.unlam@gmail.com>**

Kam, 2 Feb,  
09.03

kepada saya

Indonesia

Inggris

[Terjemahkan pesan](#)

[Nonaktifkan untuk: Indonesia](#)

=====

JURNAL ENVIROSCIENTEAE

ISSN 1978-8096 (print)

ISSN 2302-3708 (online)

Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam & Lingkungan  
Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat  
Kampus ULM Banjarbaru Gedung 1 Lantai II  
Jalan Ahmad Yani Km 36 Banjarbaru Kode Pos 70714  
» Tel / fax : (0511) 4777055 / (0511) 4777055  
lama : <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es>  
email : [psdal.unlam@gmail.com](mailto:psdal.unlam@gmail.com)

Assalamualakum wr.wb.

Artikel selanjutnya akan dilakukan uji plagiasi yang akan dilaksanakan pada bulan April, jika hasil lebih dari 20% maka diwajibkan untuk perbaikan bersamaan dengan perbaikan format penulisannya.

Terima Kasih

**Revised  
Results/Authors  
Response**

**Aang Panji Permana <aang@ung.ac.id>**

2 Feb 2023,  
20.15

kepada PSDAL

Walaikumsalam wr wb tim editor,

Baik dan terima kasih infonya.

Salam

Aang Panji Permana

**Publish**





**PSDAL Unlam**

29 Apr 2023,  
08.43

kepada saya

Indonesia

Inggris

[Terjemahkan pesan](#)

[Nonaktifkan untuk: Indonesia](#)

=====

JURNAL ENVIROSCIENTEAE

ISSN 1978-8096 (print)

ISSN 2302-3708 (online)

Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam & Lingkungan

Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat

Kampus ULM Banjarbaru Gedung 1 Lantai II

Jalan Ahmad Yani Km 36 Banjarbaru Kode Pos 70714

» Tel / fax : (0511) 4777055 / (0511) 4777055

lama : <https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/es>

email : [psdal.unlam@gmail.com](mailto:psdal.unlam@gmail.com)

Assalamu'alaikum wr. wb.

Yth. Penulis Artikel Ilmiah  
EnviroScienteae

Kami sampaikan bahwa artikel Bapak/Ibu yang di ajukan pada jurnal kami telah diterima pada :

Jurnal EnviroScienteae Edisi Vol. 19 No. 2, Mei 2023.

Kami mohon Bapak/Ibu segera melakukan pembayaran melalui transfer ke :

No. Rek. BNI 0124178347 a.n. Devvi Rachmatika.

Setiap artikel yang diterbitkan kami kenakan biaya Biaya publikasi sebesar Rp. 300.000,- (tiga ratus ribu rupiah) per artikel. Bukti kirim/transfer dapat dikirim ke

WA 081348438112 a.n. Devvi Rachmatika.

Setelah melakukan pembayaran kami mohon Bapak/Ibu dapat segera mengisi Gform berikut :

<https://forms.gle/bBkdG2QT8gtFQR6G6>

Demikian yang dapat kami sampaikan, atas perhatian bapak/ibu/sdr(i) kami sampaikan terima kasih.

Admin Jurnal EnviroScienteeae

**TANDA TERIMA NASKAH ARTIKEL JURNAL**

Nomor : 003 /F-02/ ES-XIX-II-2023

Telah diterima naskah artikel jurnal:

NAMA : Rini Rahmatia S, Aang Panji Permana, Ronal Hutagalung  
No. Telp./HP : -  
e-mail : aang@ung.ac.id  
NIM / NIP : -  
Prodi-Fakultas / Instansi : Program Studi Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo  
Bahan Artikel : **Karya Ilmiah**  
Judul Artikel : ANALISIS NILAI POROSITAS FASIES BATUGAMPING DAERAH OMBULO KABUPATEN GORONTALO

diterima untuk diterbitkan pada Edisi Jurnal *EnviroScienteeae* :

**Volume** : 19  
**Nomor** : 2, Mei  
**Tahun** : 2023

Demikian tanda terima ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarbaru, 02 Mei 2023  
a.n. Sekretariat Redaksi,



Syadzulil Rahman, S.Hut

## ANALISIS NILAI POROSITAS FASIES BATUGAMPING DAERAH OMBULO KABUPATEN GORONTALO

### Analysis of Porosity Value of The Limestone Facies in Ombulo Region, Gorontalo Regency

Rini Rahmatia S<sup>1)</sup>, Aang Panji Permana<sup>1\*)</sup>, Ronal Hutagalung<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Geologi, Universitas Negeri Gorontalo

<sup>\*)</sup> e-mail: [aang@ung.ac.id](mailto:aang@ung.ac.id)

#### Abstract

Reservoir rocks are hollow rocks below the surface that are capable of storing and flowing groundwater that can be utilized by the community. The limestone facies is a good reservoir rock. The characteristics of the limestone facies in the Ombulo Region, Gorontalo Regency, which reach 3.42 km<sup>2</sup>, are very interesting to study. This study aims to analyze the porosity value of each limestone facies in the study area. The research method used consisted of field geological surveys and petrographic laboratory analysis. The results showed that the study area consisted of four limestone facies namely floatstone facies, mudstone facies, wackestone facies, and rudstone facies. The potential of limestone in the Ombulo area as reservoir rock is in the poor to very good category.

*Keywords : Limestone Facies; Ombulo; Porosity Value*

#### PENDAHULUAN

Air tanah merupakan air yang berada dalam batuan atau suatu lapisan di bawah permukaan tanah (UU No. 7 Tahun 2004). Secara umum, air tanah dapat diartikan sebagai air yang tersingkap di bawah permukaan yang terdapat dalam batuan atau lapisan tanah yang kemudian dapat dimanfaatkan bagi keperluan masyarakat sekitar. Air tanah yang berada di bawah permukaan biasanya tersingkap di dalam suatu batuan dasar yang disebut batuan reservoir. Batuan reservoir merupakan suatu batuan yang berongga dan bersifat permeabel di bawah permukaan yang memiliki kemampuan untuk menampung dan mengalirkan cairan (Halliburton, 2001).

Jika dilihat dari pengertian diatas, maka dapat dipastikan bahwa batuan reservoir pada dasarnya harus memiliki sifat fisik porositas dan permeabilitas yang baik. Porositas adalah ruang kosong atau

rongga dalam batuan yang menjadi ukuran besaran volume fluida yang dapat tertampung dalam batuan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jumlah fluida dan gas yang tertampung bergantung pada adanya porositas batuan (Permana & Eraku, 2020).

Daerah penelitian merupakan daerah dengan formasi Batugamping klastik (TQl) dan Endapan aluvial (Qpl) (Bachri *et al*, 1993) dan memiliki jenis litologi berupa satuan batugamping dengan jenis litologi di sekitarnya merupakan satuan alluvial (Permana & Eraku, 2020). Batugamping memiliki porositas yang terbentuk dalam beberapa proses, seperti yang terbentuk saat proses pengendapan yang disebut porositas primer dan terbentuk setelah proses pengendapan yang disebut porositas sekunder.

Daerah Desa Ombulo, Kecamatan Limboto Barat menjadi tempat pertumbuhan penduduk dimana mereka membuat sumur bor untuk mengambil air

tanah guna memenuhi kebutuhan sehari-hari mereka.

Menurut Pranantya & Rengganis (2010), daerah penelitian merupakan batas paling Barat dari Cekungan Air Tanah (CAT) Limboto, Gorontalo yang merupakan daerah *discharge area*. Sehingga secara tidak langsung telah disebutkan bahwa daerah penelitian merupakan daerah *recharge area* yang menjadi tempat penampungan air tanah. Akan tetapi, penelitian mengenai potensi batugamping sebagai reservoir air tanah di daerah Desa Ombulo belum pernah dilakukan. Potensi batugamping sebagai reservoir air tanah sangat penting untuk dilakukan. Penelitian ini berfokus pada analisis porositas batugamping.

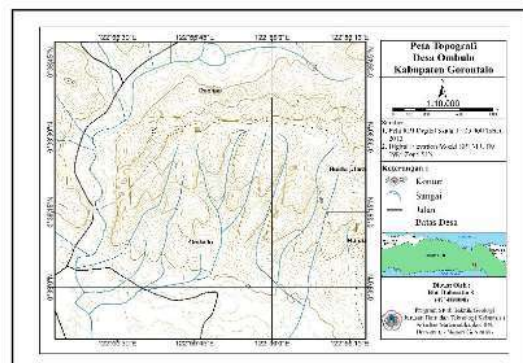
Berdasarkan penjelasan diatas, maka peneliti menyusun tiga tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini, yaitu menganalisis kondisi geologi permukaan, menganalisis nilai porositas batugamping berdasarkan analisis petrografi, menganalisis jenis porositas, dan menelaah potensi batugamping di daerah penelitian sebagai batuan reservoir berdasarkan klasifikasi Koesoemadinata (1980).

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan batugamping di Desa Ombulo Kecamatan Limboto Barat sebagai material utama penelitian. Lokasi penelitian terletak pada koordinat  $0^{\circ}38'48,29''$  -  $0^{\circ}39'47,68''$  LU dan  $122^{\circ}55'18,32''$ - $122^{\circ}56'17,9''$  BT. Lokasi penelitian memiliki luas daerah  $3,42$  km<sup>2</sup> dengan bentuk lahan perbukitan rendah.

Penelitian ini menerapkan dua metode penelitian, yakni metode survei geologi permukaan dan metode analisis laboratorium. Pada metode survei geologi permukaan, dilakukan deskripsi petrologi dan pengambilan sampel litologi (Hutagalung *et al*, 2021; 2022; Isa *et al*, 2022). Metode analisis laboratorium mencakup analisis petrografi yang dilakukan di Laboratorium Mineral Optik

dan Petrografi. Setelah memperoleh sampling yang layak untuk analisis petrografi, kemudian dilakukan pembuatan *thin section* dengan metode *blocking* yang bertujuan untuk mengimpregnasi larutan biru kedalam pori batuan agar dapat dibedakan pori asli batuan dan pori yang terbentuk saat proses preparasi Analisis petrografi dilakukan dengan bantuan alat mikroskop polarisasi lengkap dengan kamera yang terkoneksi dengan computer (Wright, 1916; Allen *et al.*, 1963; Lawrence, 1993; Scholle & Scholle, 2003; Maryanto, 2012; Usman *et al*, 2022; Payuyu *et al*, 2022; Permana *et al*, 2021; 2022).



Gambar 1. Lokasi Penelitian Daerah Ombulo Kabupaten Gorontalo  
Sumber: Peta RBI 2013 dan DEM SRTM

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Fasies batugamping di daerah penelitian terdiri dari empat jenis. Keempat jenis fasies batugamping tersebut antara lain yakni fasies *floatstone*, fasies *mudstone*, fasies *wackestone* dan fasies *rudstone*.

Fasies *floatstone* merupakan fasies batugamping pertama. Fasies ini memiliki warna putih kekuningan yang menandakan batuan dalam kondisi segar dan pada bagian atas dijumpai tanda singkapan mulai lapuk (Gambar 2). Warna batuan yang sedikit menghitam, ukuran butir  $> 2$  mm disertai komponen  $> 2$  mm, *matriks supported*, kompak, kemas terbuka, pemilahan sedang,

banyak dijumpai fosil maupun cetakan fosil serta pecahan cangkang.



Gambar 2. Singkapan Fasis Batugamping *Floatstone*

Sumber: Rini Rahmatia S tahun 2022

Secara mikroskopis, batuan karbonat berwarna kuning kecoklatan, warna interferensi kuning keemasan dengan spotted biru, dengan ukuran partikel  $< 0,1 - 2,5$  mm, kelimpahan material berukuran  $> 2$  mm sebanyak 25%, tekstur *mud supported (cement-supported)*, kemas terbuka. Terdapat porositas yang dengan kelimpahan 10%, yang terdiri dari porositas *vuggy* dan interpartikel. Batuan ini memiliki nama petrografis yaitu *coralline floatstone* (Embry & Klovan, 1971).

Fasies *mudstone* yang merupakan fasies kedua dengan kondisi singkapan mulai lapuk yang ditandai dengan warna batuan yang sedikit menghitam dan sebagian berwarna putih kecoklatan (Gambar 3). Ukuran butir  $< 2$  mm, *mud supported*, kompak, sortasi baik.



Gambar 3. Singkapan Fasis Batugamping *Mudstone*

Sumber: Rini Rahmatia S tahun 2022

Berdasarkan analisis mikroskopis, dijumpai bahwa batuan karbonat berwarna kuning kecoklatan, warna interferensi kuning keemasan, dengan ukuran partikel  $< 0,1 - 0,4$  mm, kelimpahan material berukuran  $> 2$  mm sebanyak 0%, tekstur *mud supported*, kemas terbuka. Terdapat porositas dengan kelimpahan 30%, yang terdiri dari porositas *vuggy* dan interpartikel. Batuan ini memiliki nama petrografis yaitu *mudstone* (Embry & Klovan, 1971).

Fasies ketiga adalah fasies *wackestone* yang memiliki warna putih kekuningan dan sebagian mulai nampak lapuk dengan kondisi warna kecoklatan (Gambar 4). Pemilahan sedang, ukuran butir  $< 2$  mm, *mud supported*, kompak, kemas terbuka, dijumpai beberapa cetakan fosil dan pecahan cangkang dengan arah kedudukan  $N 145^\circ E/10^\circ SW$ .



Gambar 4. Singkapan Fasis Batugamping *Wackestone*

Sumber: Rini Rahmatia S tahun 2022

Secara mikroskopis, batugamping *wackestone* berwarna kuning kecoklatan, warna interferensi kuning keemasan, dengan ukuran partikel  $< 0,1 - 0,8$  mm, kelimpahan material berukuran  $> 2$  mm sebanyak 0%, tekstur *mud supported (cement-supported)*, kemas terbuka. Terdapat porositas dengan kelimpahan 10%, yang terdiri dari porositas *vuggy* dan interpartikel. Batuan ini memiliki nama

petrografis yaitu *foraminiferal wackestone* (Embry & Klovan, 1971).

Berdasarkan analisis ikropaleontologi pada sampel RMF-01 dan RMF-03 yang diambil dari singkapan RRS-41 dan RRS-46, fasies ini diperkirakan berumur Pliosen Awal-Plistosen (N18 – N19) dengan ditemukannya sebanyak 18 mikrofosil planktonik.

Fasies *rudstone* merupakan fasies terakhir dengan kondisi singkapan mulai lapuk yang ditandai dengan warna batuan yang sedikit menghitam dan sebagian berwarna kecoklatan (Gambar 5). Ukuran butir > 2 mm, komponen-komponen seperti fosil dan cangkang mendominasi, kompak, kemas terbuka.



Gambar 5. Singkapan Fasis Batugamping *Rudstone*

Sumber: Rini Rahmatia S tahun 2022

Berdasarkan analisis mikroskopis, batugamping *Rudstone* berwarna *colorless* – kuning pucat, warna interferensi kuning keemasan, dengan ukuran partikel < 0,1 – > 4 mm, kelimpahan material berukuran > 2 mm sebanyak 60%, tekstur batuan sulit diamati karena sudah mengalami diagenesis (pelarutan dan sementasi) intensif. Diduga batuan memiliki tekstur *grain supported (cement-supported)*, kemas tertutup. Terdapat porositas yang melimpah dengan kelimpahan 30% yang terdiri dari porositas *vuggy* dan intrapartikel. Batuan ini memiliki nama petrografi yaitu *coralline rudstone* (Embry & Klovan, 1971).

Analisis nilai porositas fasies batugamping Daerah Ombulo Kabupaten

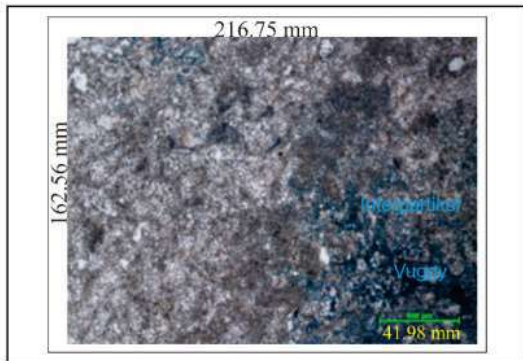
Gorontalo dilakukan secara detail. Pada tahap ini, dilakukan pengamatan pada lima medan pandang petrografi untuk menghitung besaran nilai porositas secara detail.

Hasil perhitungan lima medan pandang ini kemudian dihitung nilai rata-rata persentase untuk hasil perhitungan yang lebih akurat. Luas total satu medan pandang pengamatan adalah 4.998.351,98  $\mu\text{m}^2$ . Seperti hasil pengamatan fasies *floatstone* dapat dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan pada medan pandang pertama dijumpai porositas sebesar 9%, medan pandang kedua sebesar 12%, medan pandang ketiga 10%, medan pandang keempat 12%, dan medan pandang kelima sebesar 7%. Nilai dari lima medan pandang ini kemudian dihitung rata-rata nilai persentase sehingga diperoleh nilai porositas pada fasies *floatstone* sebesar 10%. Pada fasies ini, dijumpai tipe porositas *vuggy* dan *interpartikel*. Porositas *vuggy* adalah rongga atau pori pada batuan yang disebabkan oleh pelarutan. Porositas *interpartikel* adalah pori yang ada diantara butiran pada batuan.

Tabel 1. Nilai Porositas Fasies *Floatstone* berdasarkan Analisis Petrografi

MP	Luas MP ( $\mu\text{m}^2$ )	Porositas (%)	Rata-Rata Porositas (%)
1	4.998.351,93	9	10
2	4.998.351,93	12	
3	4.998.351,93	10	
4	4.998.351,93	12	
5	4.998.351,93	7	

Porositas pada fasies ini hanya sebesar 10%. Hal ini disebabkan karena adanya diagenesis *neomorfis*, *dissolution*, dan *cementation* (Gambar 6).



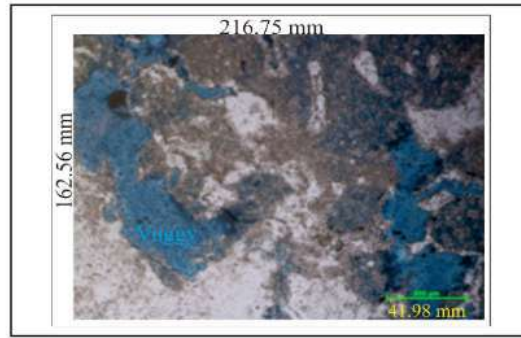
Gambar 6. Hasil analisis petrografi floatstone nikol sejajar, warna biru menunjukkan adanya porositas.

Sumber: Rini Rahmatia S tahun 2022

Pengamatan yang sama seperti pada fasies floatstone dilakukan pula pada fasies batugamping lainnya. Hasil pengamatan pada fasies mudstone dapat dilihat pada Tabel 2 yang memperoleh rata-rata porositas sebesar 30% dengan tipe porositas vuggy dan interpartikel. Tingginya porositas ini disebabkan oleh butiran yang seragam pada batugamping mudstone dan adanya matriks berupa mikrit yang telah mengalami pelarutan menjadi vuggy. Pada Gambar 7 terlihat jelas jumlah porositas yang hampir merata ditandai dengan adanya warna biru pada sayatan tipis petrografi.

Tabel 2. Nilai Porositas Fasies Mudstone berdasarkan Analisis Petrografi

MP	Luas MP (µm <sup>2</sup> )	Porositas (%)	Rata-Rata Porositas (%)
1	4.998.351,93	27	30
2	4.998.351,93	30	
3	4.998.351,93	32	
4	4.998.351,93	31	
5	4.998.351,93	30	



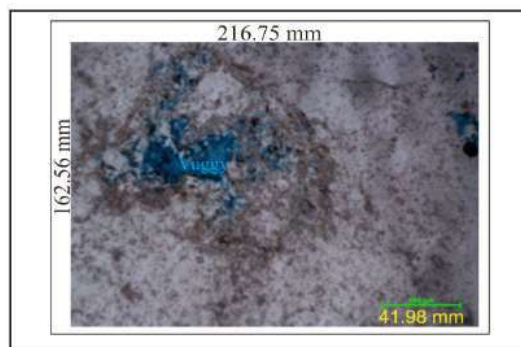
Gambar 7. Hasil analisis petrografi mudstone nikol sejajar, warna biru menunjukkan adanya porositas.

Sumber: Rini Rahmatia S tahun 2022

Hasil pengamatan pada fasies wackestone dapat dilihat pada Tabel 3 yang memperoleh rata-rata porositas sebesar 10% dan 15% dengan tipe porositas vuggy dan interpartikel (Gambar 8).

Tabel 3. Nilai Porositas Fasies Wackestone berdasarkan Analisis Petrografi

MP	Luas MP (µm <sup>2</sup> )	Porositas (%)	Rata-Rata Porositas (%)
1	4.998.351,93	12	10
2	4.998.351,93	9	
3	4.998.351,93	9	
4	4.998.351,93	10	
5	4.998.351,93	10	



Gambar 8. Hasil analisis petrografi wackestone nikol sejajar, warna biru menunjukkan adanya porositas.

Sumber: Rini Rahmatia S tahun 2022

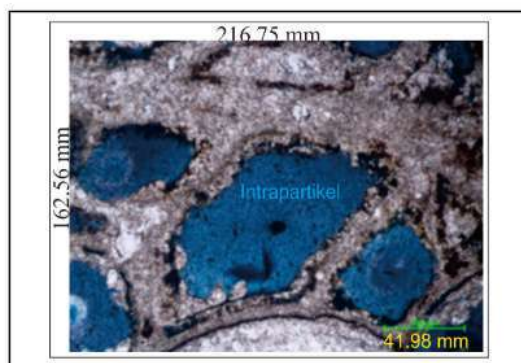


Pada fasies ini, dilakukan pengamatan petrografi pada dua sampel batugamping *wackestone* dengan lokasi bukit yang berbeda. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel batugamping *wackestone* persentase porositas sebesar 10% dengan tipe porositas yaitu *vuggy* dan *interpartikel*.

Hasil pengamatan pada fasies *rudstone* dapat dilihat pada Tabel 4 yang memperoleh rata-rata porositas sebesar 30% dengan tipe porositas *vuggy* dan *intrapartikel*. Porositas *intrapartikel* adalah porositas yang dijumpai didalam butiran batuan tersebut. Hal ini membuktikan adanya pelarutan yang cukup tinggi pada fasies ini (Gambar 9).

Tabel 4. Nilai Porositas Fasies *Rudstone* berdasarkan Analisis Petrografi

MP	Luas MP (µm <sup>2</sup> )	Porositas (%)	Rata-Rata Porositas (%)
1	4.998.351,93	25	30
2	4.998.351,93	28	
3	4.998.351,93	35	
4	4.998.351,93	32	
5	4.998.351,93	30	



Gambar 9. Hasil analisis petrografi *rudstone* nikol sejajar, warna biru menunjukkan adanya porositas.

Sumber: Rini Rahmatia S tahun 2022

Berdasarkan klasifikasi Koesoemadinata (1980), nilai porositas dari keempat fasies batugamping di daerah penelitian memiliki nilai buruk (*poor*)

sampai sangat baik (*very good*) sebagai batuan reservoir.

## KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan analisis data, maka peneliti dapat menyimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Daerah penelitian tersusun empat fasies batugamping antara lain fasies *floatstone*, fasies *mudstone*, fasies *wackestone* dan fasies *rudstone*.
2. Berdasarkan analisis petrografi, fasies *floatstone* memiliki nilai porositas 10%, fasies *mudstone* sebesar 30%, fasies *wackestone* sebesar 10% dan fasies *rudstone* sebesar 30%.
3. Tipe porositas yang dijumpai berdasarkan analisis petrografi yaitu porositas *vuggy*, *interpartikel*, dan *intrapartikel*.
4. Nilai porositas fasies batugamping di daerah penelitian memiliki nilai buruk (*poor*) - sangat baik (*very good*) sebagai batuan reservoir.

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R.D., Brault, J., & Moore, R.D.. (1963). A New Method of Polarization Microscopic Analysis : I. Scanning with a Birefringence Detection System. *J Cell Biol*, Vol 18(2): 223– 235.
- Bachri, S., Sukindo, & N. Ratman. (1993). Peta Geologi Lembar Tilamuta, Sulawesi Skala 1:250.000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bandung.
- Embry, A.F., & Klovan, J.E. (1971). A late Devonian reef tract on northeastern Banks Island. Northwest Territories, *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*.
- Halliburton. (2001) *Basic Petroleum Geology and Log Analysis*,

- Halliburton Company. Houston-Texas, hal. 24.
- Hutagalung, R., Permana, A.P., Isa, D.R., dan Taslim, I., (2021). Analisis Stratigrafi Daerah Leato Utara dan Selatan Kota Gorontalo. *Jurnal Sains Informasi Geografi [J SIG]*, Vol. 4, No. 2, 76-83. <http://dx.doi.org/10.31314/j%20sig.v4i2.1037>.
- Hutagalung, R., Permana, A. P., & Isa, D. R. (2022). Kajian Pelapukan Granit Daerah Leato Berdasarkan Analisis Xrd Dan Sem. *EnviroScienteeae*, 18(1), 38. <https://doi.org/10.20527/es.v18i1.12977>
- Isa, D. R., Permana, A. P., & Hutagalung, R. (2022). Kajian Arah Tegangan dan Nilai RQD Berdasarkan Analisis Statistik Data Struktur Kekar. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 19(1), 1. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v19i1.7695>.
- Koesoemadinata, (1980) *Geologi Minyak dan Gas Bumi*, Penerbit ITB: Bandung.
- Maryanto, S., (2012). Limestone Diagenetic Records Based on Petrographic Data of Sentolo Formation at Hargorejo Traverse, Kokap, Kulonprogo. *Indonesian Journal of Geology*, Vol. (7) 2 : 87-99.
- Payuyu, N., Permana, A.P., & Hutagalung, R. (2021). [Analisis Tipe Batuan Dasar Pembentuk Nikel Laterit Pada Block X Kabupaten Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah](#). *Jurnal Sains Informasi Geografi [J SIG]*, Vol. 5, No. 2, 76-83. <http://dx.doi.org/10.31314/j%20sig.v5i2.1551>.
- Permana, A.P., & Eraku, S.S., (2020). Kualitas Batugamping Gorontalo Sebagai Reservoir Air Tanah Berdasarkan Analisis Jenis Porositas. *EnviroScienteeae*, Vol. 16 (1), 1-6. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v16i1.8993>.
- Permana, A.P., Pramumijoyo, S., & Eraku, S. S. (2021). Microfacies and Depositional Environment of Tertiary Limestone, Gorontalo Province, Indonesia. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, Vol. 2 (446), 15-21. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.29>.
- Permana, A.P., Eraku, S. S., Hutagalung, R & Isa, D, R. (2022). Limestone Facies and Diagenesis Analysis in the Southern of Gorontalo Province, Indonesia. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, Vol. 6 (456), 185-195. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.248>.
- Pranantya, P, A., & Rengganis, H. (2010). Interpretasi Geohidrologi Untuk Penentuan Sistem Cekungan Air Tanah Limboto-Gorontalo. *Jurnal Teknik Hidraulik*. Vol. 6(2) : 151-166. <https://dx.doi.org/10.32679/jth.v1i2.237>.
- Scholle, P.A., & Scholle, D.S.U., (2003). *A Color Guide to the Petrography of Carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis*. American Association of Petroleum Geologists. DOI: <https://doi.org/10.1306/M77973>.
- Undang Undang No 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air.

Usman, F. T., Arifin, Y. I., Hutagalung, R., & Permana, A. P. (2022). Analisis tipe longsor daerah pohe kota gorontalo berdasarkan orientasi struktur geologi. *Journal of Applied Geoscience and Engineering*, 1(1), 37–48.  
<https://doi.org/10.34312/jage.v1i1.15517>.

Wright, F.E., (1916). The Petrographic Microscope in Analysis. *J. Am. Chem. Soc.*, Vol. 38 (9) : 1647–1658  
DOI: 10.1021/ja02266a001.