



## Analisis lingkungan pengendapan batugamping pasiran Formasi Wonocolo berdasarkan kelimpahan foraminifera bentonik besar Daerah Bamban, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah

GILANG ABIMANYU, BUDHI SETIAWAN, DAN YOGIE ZULKURNIA ROCHMANA\*

Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Palembang

<p><b>Kata kunci:</b> foraminifera; Formasi Wonocolo; lingkungan pengendapan; mikrofosil; Rembang</p>	<p><b>ABSTRAK:</b> Keterdapatannya foraminifera bentonik besar yang melimpah pada daerah penelitian menjadi menarik untuk dilakukan penelitian pada bidang sedimentologi dan paleontologi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lingkungan pengendapan Formasi Wonocolo dengan menggunakan kandungan foraminifera bentonik besar pada sayatan tipis batuan. Penelitian mengenai lingkungan pengendapan dapat dilakukan karena kelimpahan spesies foraminifera bentonik besar pada daerah penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis petrografi sayatan tipis sampel batuan dan penarikan diagram lingkungan pengendapan. Analisis petrografi yang telah dilakukan mendapatkan klasifikasi batugamping pasiran Formasi Wonocolo termasuk kedalam <i>packstone</i>. Hasil analisis mengidentifikasi 8 spesies foraminifera bentonik besar yang ditemukan yaitu <i>Streblus sp.</i>, <i>Discorbis sp.</i>, <i>Palmerinella palmerae</i>, <i>Anomalinoidea rubiginosus</i>, <i>Lepidocyclina sp.</i>, <i>Nummulites sp.</i>, <i>Lagena elongata</i>, dan <i>Cycloclypeus sp.</i> Analisis lingkungan pengendapan dilakukan dengan melakukan <i>plotting</i> pada diagram Hallock. Hasil analisis mendapatkan lingkungan pengendapan daerah penelitian terletak pada lingkungan <i>Backreef</i> tepatnya pada zona <i>Shelf Sands</i> dan <i>Open Shelf</i>, perubahan lingkungan pengendapan tersebut terjadi dikarenakan perubahan muka air laut. Hasil analisis biostratigrafi menunjukkan satuan biostratigrafi daerah penelitian merupakan zona kumpulan <i>Rotaliida</i>. Penelitian ini diharapkan dapat memperkaya wawasan lingkungan pengendapan batugamping pasiran dengan memanfaatkan potensi kelimpahan fosil foraminifera bentonik besar pada daerah penelitian.</p>
<p><b>Keywords:</b> foraminifera; Wonocolo Formation; depositional environment; microfossil; Rembang</p>	<p><b>ABSTRACT:</b> The presence of large benthonic foraminifera in the study area can be attractive for sedimentology and palaeontology research. This study aims to determine the depositional environment of the Wonocolo Formation by using the content of large benthonic foraminifera in thin sections of rocks. Research on the depositional environment can be done because of the abundance of large benthonic foraminifera species in the study area. The method used in this study is petrographic analysis of thin sections of rock samples and plotting on depositional environment diagram. The petrographic analysis classified the sandy limestone of Wonocolo Formation, including packstone. The results of the study identify eight species of large benthonic foraminifera were found, namely <i>Streblus sp.</i>, <i>Discorbis sp.</i>, <i>Palmerinella palmerae</i>, <i>Anomalinoidea rubiginosus</i>, <i>Lepidocyclina sp.</i>, <i>Nummulites sp.</i>, <i>Lagena elongata</i>, and <i>Cycloclypeus sp.</i> The result of the depositional environment was plotted on the Hallock diagram of the study area on Backreef environment on Shelf Sands and Open Platform. The biostratigraphic analysis results show that the study area's biostratigraphic unit is the <i>Rotaliida</i> assemblage zone. This research is expected to enrich knowledge about the depositional environment of sandy limestone through the potential abundance of large benthic foraminifera fossils in the study area.</p>

### 1 PENDAHULUAN

Kelimpahan foraminifera planktonik maupun bentonik pada daerah penelitian menjadi suatu potensi dalam melakukan kegiatan penelitian geologi

khususnya di bidang sedimentologi dan paleontologi. Potensi ini dapat digunakan untuk mengetahui sejarah proses pengendapan dan lingkungan pengendapan pada masa lampau pada daerah penelitian yang merupakan bagian dari Cekungan Jawa Timur Utara. Cekungan ini merupakan

\* Corresponding Author: [yogie.zrochmana@ft.unsri.ac.id](mailto:yogie.zrochmana@ft.unsri.ac.id)

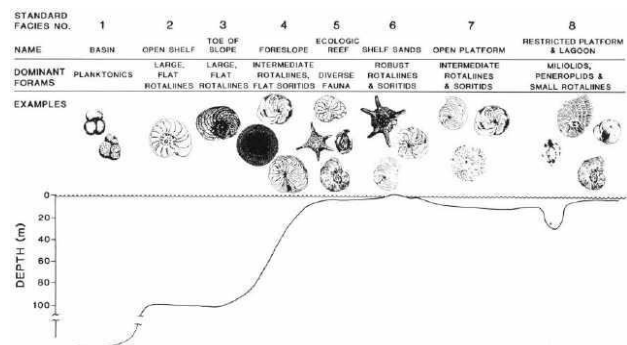
cekungan berumur Tersier yang berkembang pada wilayah Jawa Tengah dan memanjang hingga Pulau Madura. Cekungan ini banyak dipelajari karena memiliki cebakan struktur dan menghasilkan hidrokarbon [1]. Analisis lingkungan pengendapan penting dalam pengembangan lapangan produksi migas [2].

Daerah penelitian terletak pada Desa Baman, Kecamatan Pamotan, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah. Penelitian pada daerah ini dilakukan karena belum adanya informasi detail mengenai analisis lingkungan pengendapan menggunakan karakteristik mikropaleontologi. Daerah penelitian memiliki potensi kandungan foraminifera planktonik maupun bentonik yang melimpah yang dapat digunakan dalam penentuan lingkungan pengendapan sehingga perlu adanya penelitian pada daerah ini khususnya Formasi Wonocolo (Tmw). Penelitian pada zona ini sangat perlu dilakukan karena memiliki potensi yang besar dalam penelitian bidang geologi lebih lanjut. Daerah penelitian tersusun atas Formasi Bulu (Tmb), Formasi Wonocolo (Tmw), dan Formasi Ledok (Tml) [3].

Batuan Karbonat adalah jenis batuan sedimen yang tersusun atas mineral yang bersifat karbonat sebagai komponen utama. Terdapat 2 tipe batuan karbonat, yaitu batugamping yang memiliki komposisi  $\text{CaCO}_3$  dan dolomit yang memiliki komposisi  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  [4]. Batugamping pasiran Formasi Wonocolo adalah jenis batuan sedimen karbonat yang terdiri dari sekitar 50% unsur karbonat dan sisanya adalah unsur non-karbonat. Saat proses pembentukannya, kebanyakan batuan ini terbentuk pada perairan yang relatif dangkal dikarenakan organisme penghasil karbonat membutuhkan cahaya yang cukup untuk proses pemasakan makanan. Hal yang menjadi dasar klasifikasi batuan karbonat yaitu identifikasi kenampakan tekstur pengendapan batuan [5]. Klasifikasi batugamping menjadi enam macam, diantaranya adalah *mudstone*, *wackestone*, *packstone*, *grainstone*, *boundstone* dan *Crystalline*. Batuan karbonat pada daerah penelitian memiliki kandungan foraminifera yang melimpah dan memiliki porositas dan permeabilitas yang baik sebagai batuan reservoir minyak dan gas bumi [6].

Lingkungan pengendapan batuan karbonat digolongkan berdasarkan kelimpahan kandungan fosil foraminifera dengan membagi daerah tersebut menjadi delapan zona [7], [8] (Gambar 1). Pembagian zona biotik ini terbentuk di kawasan paparan atau landaian, dengan disertai penyebaran lateral foraminifera yang lebih rinci dan sesuai dengan kelompok, seperti kelompok ganggang gampingan; tingkat penyebaran dan perkumpulan fosil, misalnya kelompok foraminifera; komposisi penyusun ba-

tugamping serta data analisis mikrofasi, dan penentuan fosil indeks; dan pola penyebaran asosiasi fosil foraminifera bentonik di sepanjang perairan dangkal hingga ke perairan yang lebih dalam [7], [8].

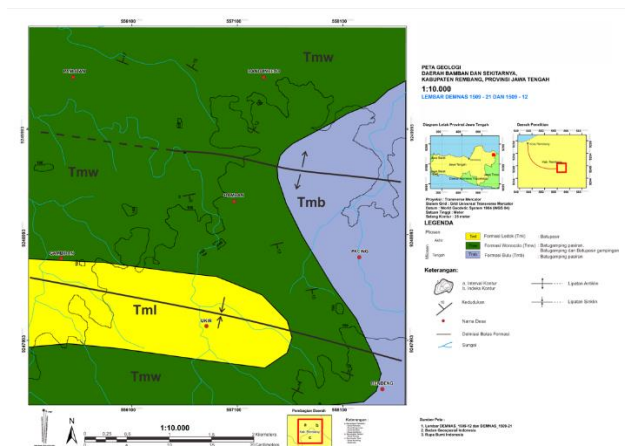


Gambar 1. Klasifikasi Zona Lingkungan Pengendapan [7]

Batuan karbonat dalam bentuk material sedimen ditemukan pada lingkungan *marine* dan beberapa pada lingkungan darat, namun material sedimen yang melimpah ditemukan pada dasar perairan tropis dengan kondisi air yang hangat dan dangkal [9], [10]. Lingkungan tempat diendapkannya Formasi Wonocolo terletak pada lingkungan *open marine* pada zona neritik luar hingga batial atas dan terjadi saat fase transgresif [11], [12]. Formasi Wonocolo pada umumnya memperlihatkan pola pengendapan transgresif. Ketebalan formasi ini kurang lebih sekitar 500 meter, yang menunjukkan penambahan ketebalan ke arah selatan. Pengendapan formasi ini terjadi pada kala Miosen Tengah hingga Miosen Atas, yang terjadi pada paparan luar [13]. Lingkungan pengendapan foraminifera bentonik pada cekungan sedimen di Asia Tenggara berada paparan laut dengan rentang dangkal hingga batial [14]. Studi mengenai lingkungan pengendapan Formasi Wonocolo dengan menggunakan data berupa mikropaleontologi dan petrografi, akan memberikan pemahaman mengenai umur dan lingkungan pengendapan dari formasi ini khususnya di daerah penelitian. Untuk memahami kondisi lingkungan yang berkaitan dengan ekologi diperlukan pemahaman mengenai keanekaragaman fosil [15]. Studi biostratigrafi adalah studi mengenai stratigrafi batuan sedimen yang didasarkan pada ciri-ciri paleontologi komposisi fosil penyusunnya. Pembagian ini bertujuan untuk melakukan penggolongan litologi di bumi sesuai sistem menjadi beberapa satuan yang diberi nama berdasarkan komposisi dan penyebaran fosil [16]. Beberapa jenis mikrofossil dimanfaatkan untuk mengetahui umur relatif maupun lingkungan pengendapan dari batuan khususnya sedimen [17]. Penggunaan fosil foraminifera bertujuan sebagai parameter berdasarkan sifat dan adaptasi foraminifera terhadap kondisi lingkungan tertentu, sehingga ke-

lompok fosil foraminifera pada setiap sampel batuan penting dan dianggap mampu dalam melakukan gambaran umum lingkungan pengendapan batuan sedimen [7], [10]. Foraminifera bentonik besar diidentifikasi hingga ke tingkatan spesies dan dihitung kelimpahan dengan menghitung jumlah fosil foraminifera pada sayatan tipis batuan [18]. Kelimpahan fosil foraminifera planktonik maupun bentonik dapat menjadi data yang menunjukkan umur relatif dan lingkungan batimetri [19]. Kumpulan mikrofosil juga dapat menjelaskan mengenai *paleoenvironment* saat proses pengendapan [20]. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui lingkungan pengendapan pada Formasi Wonocolo khususnya batugamping pasiran dan untuk mengetahui kandungan fosil foraminifera bentonik besar dari masing-masing sampel sayatan tipis batuan yang diamati.

## Geologi Regional



Gambar 2. Peta Geologi Daerah Penelitian dengan Skala 1:10.000 [3]

Daerah penelitian terletak pada Cekungan Jawa Timur Utara yang memiliki umur Tersier dan dibatasi oleh Busur Vulkanik pada bagian selatan, Busur Karimunjawa pada bagian barat, Tinggian Peternoser pada bagian utara, dan Cekungan Lombok pada bagian timur yang memisahkan cekungan ini dengan Selat Makassar [21]. Daerah penelitian tersusun atas tiga formasi yaitu Formasi Bulu yang tersusun oleh batugamping pasiran yang berlempeng-lempeng dan disisipi napal pasiran; Formasi Wonocolo yang tersusun oleh batulempung tidak berlapis dan napal. Pada bagian dasar formasi ini disusun oleh kalkarenit dan batupasir gampingan; dan Formasi Ledok yang tersusun oleh perselingan antara batupasir galukonitik dengan batugamping pasiran yang berlempeng-lempeng dan disisipi napal [13]. Struktur utama daerah penelitian berupa struktur lipatan yang terdiri atas lipatan Antiklin Lodan dan Sinklin Gambiran dengan arah orientasi lipatan barat laut – tenggara.

Daerah penelitian memiliki luas 3x3 km dan dapat dilihat pada Peta Geologi dengan skala 1:10.000 (Gambar 2).

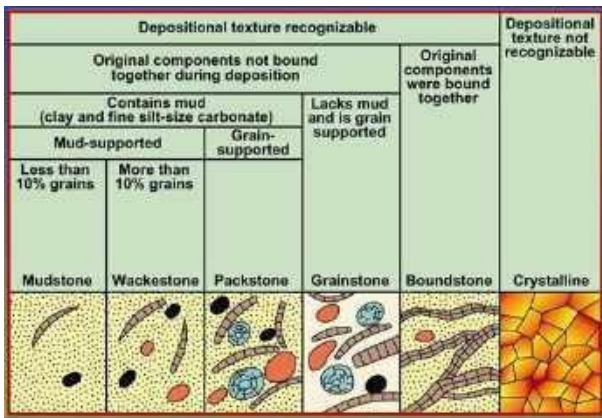
## 2 METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis petrografi dan analisis lingkungan pengendapan. Analisis petrografi merupakan metode yang berfokus pada pemerian umum dan kandungan foraminifera bentonik besar menggunakan sayatan batuan menggunakan klasifikasi batuan karbonat [5] (Gambar 3). Hasil dari analisis petrografi digunakan untuk mengelompokkan pembagian lingkungan pengendapan batugamping berdasarkan tekstur deposisi [22]. Analisis tekstur deposisi yang meliputi ukuran butir, sortasi dan tingkat kelimpahan butiran menjadi salah satu dasar dalam penamaan batugamping [23]. Metode ini dilakukan dengan cara menganalisis fosil foraminifera bentonik besar pada sampel batuan yang telah berbentuk *thin section* dengan menggunakan mikroskop polarisasi. Untuk mengetahui kelimpahan foraminifera bentonik besar dengan pemerian dan asosiasi terhadap fosil lainnya dilakukan analisis mikropaleontologi [8]. Analisis lingkungan pengendapan dilakukan dengan menggunakan metode klasifikasi berdasarkan persentase fosil foraminifera pada setiap sampel sayatan tipis batuan dengan menggunakan diagram [7] (Gambar 4).

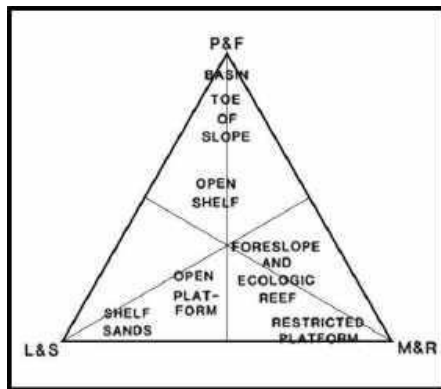
Fosil foraminifera yang dimanfaatkan dalam menentukan lingkungan pengendapan dengan diagram Hallock dikelompokkan menjadi 3 yaitu kelompok P&F yang berupa Plan-tonik dan Rotaliina Pipih Besar, contohnya *Lepidocyclinids*, *Cycloclypeus*, *Operculina*, *Heterostegina*. Biota pada kelompok ini cenderung hidup di perairan yang memiliki arus tenang dan intensitas cahaya yang rendah, kemunculan biota ini diindikasikan pada lingkungan pengendapan ke arah *open marine*; kelompok L&S yang berupa Lentikular dan *Subspheroid Rotaliina*, contohnya *Amphistegiba*, *Ovid Nummulitids*, *Miogypsinids* (cangkang membulat).

Biota pada kelompok ini cenderung hidup pada perairan dengan arus yang tidak teratur dan intensitas cahaya yang cukup misalnya pada lingkungan paparan terumbu; dan kelompok M&R yang berupa *Miliolids* dan *Rotaliida* Kecil, contohnya *Soritids*, *Penetroplids*, *Alveolinids* (*Borelis*, *Austrotrillina*). Biota pada kelompok ini diindikasikan pada lingkungan pengendapan *back-reef* [7], [8]. Penentuan lingkungan pengendapan berdasarkan analisis biostratigrafi disesuaikan dengan aturan yang telah ditetapkan. Analisis biostratigrafi ini didasarkan pada kelimpahan fosil foraminifera bentonik besar. Penentuan bio-

stratigrafi dilakukan dengan pedoman pada Sandi Stratigrafi Indonesia [16].



Gambar 3. Klasifikasi Penamaan Batuan Karbonat [5]

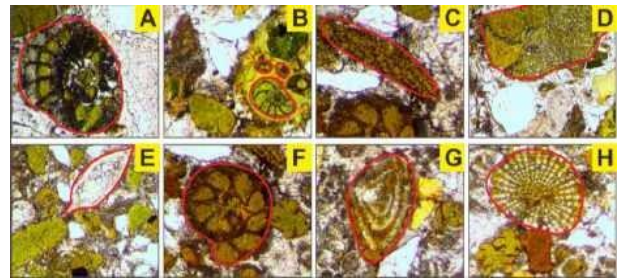


Gambar 4. Diagram Penentuan Lingkungan Pengendapan Batuan Karbonat [9]

### 3 HASIL DAN DISKUSI

#### Hasil

Analisis petrografi pada 9 sampel kemudian dilakukan pemerian atau deskripsi dan klasifikasi untuk menentukan jenis batuan (Tabel 1). Analisis petrografi yang telah dilakukan mendapatkan klasifikasi batugamping pasiran Formasi Wonocolo termasuk kedalam packstone [5]. Batugamping pasiran ini memiliki ciri ciri mikroskopis meliputi ukuran butir rata-rata 0,01-3 mm, hubungan antar butir *grain-supported fabric*, sortasi *well sorted*, kebndaran *subangular-subrounded*, porositas baik, terdiri dari fosil formaninifera planktonik (skeletal grain), ooids (non-skeletal grain), glaukonit, kuarsa, plagioklas dan biotit. Batuan yang berbentuk *thin section* kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui kandungan fosil foraminifera bentonik besar dan ditentukan penamaannya.



Gambar 5. Kenampakan Fosil Foraminifera Bentonik Besar pada Sayatan Tipis Batuan : (A) *Palmerinella palmerae*, (B) *Discorbis sp.*, (C) *Lagena elongata*, (D) *Anomalinoides rubiginosus*, (E) *Lepidocyclina sp.*, (F) *Streblus sp.*, (G) *Nummulites sp.*, dan (H) *Cycloclypeus sp.*

Analisis yang telah dilakukan pada 9 sampel batuan dan didapatkan delapan spesies foraminifera bentonik besar. Spesies foraminifera tersebut antara lain *Streblus sp.*, *Discorbis sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinoides rubiginosus*, *Lepidocyclina sp.*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongata*, *Cycloclypeus sp.* [24] (Gambar 5). Total jumlah fosil foraminifera bentonik besar pada sampel yang diamati adalah 348 fosil (Tabel 2).

Table 1. Foto Mikroskopis Sayatan Tipis Batuan (Perbesaran 40x), Pemerian, dan Klasifikasi [5]

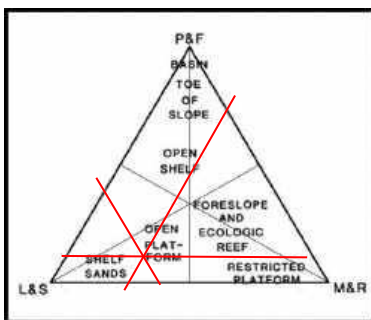
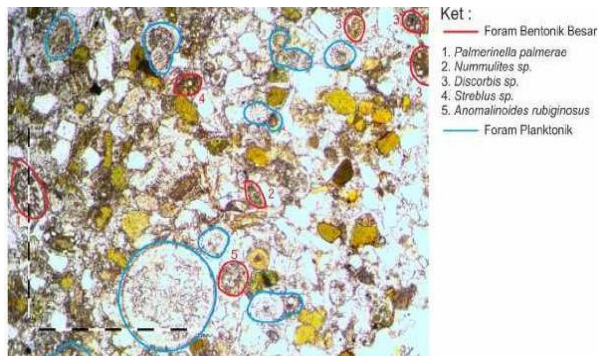
Kode Sampel	Foto PPL	Pemerian	Klasifikasi
TMW A		<ul style="list-style-type: none"> <li>Grain size 0,01 - 1,5 mm</li> <li>Grain supported fabric</li> <li>Sortasi well sorted</li> <li>Kebundaran subangular-subrounded</li> <li>Porositas baik</li> </ul>	Packstone
TMW B		<ul style="list-style-type: none"> <li>Grain size 0,01 - 1,5 mm</li> <li>Grain supported fabric</li> <li>Sortasi well sorted</li> <li>Kebundaran subangular-subrounded</li> <li>Porositas baik</li> </ul>	Packstone
TMW C		<ul style="list-style-type: none"> <li>Grain size 0,5 - 3 mm</li> <li>Grain supported fabric</li> <li>Sortasi well sorted</li> <li>Kebundaran subangular-subrounded</li> <li>Porositas cukup baik</li> </ul>	Packstone
TMW D		<ul style="list-style-type: none"> <li>Grain size 0,05 - 2 mm</li> <li>Grain supported fabric</li> <li>Sortasi well sorted</li> <li>Kebundaran subangular-subrounded</li> <li>Porositas baik</li> </ul>	Packstone
TMW E		<ul style="list-style-type: none"> <li>Grain size 0,05 - 2 mm</li> <li>Grain supported fabric</li> <li>Sortasi well sorted</li> <li>Kebundaran subangular-rounded</li> <li>Porositas baik</li> </ul>	Packstone
TMW F		<ul style="list-style-type: none"> <li>Grain size 0,05 - 1 mm</li> <li>Grain supported fabric</li> <li>Sortasi well sorted</li> <li>Kebundaran subangular-subrounded</li> <li>Porositas baik</li> </ul>	Packstone
TMW G		<ul style="list-style-type: none"> <li>Grain size 0,5 - 2 mm</li> <li>Grain supported fabric</li> <li>Sortasi well sorted</li> <li>Kebundaran subangular-subrounded</li> <li>Porositas cukup baik</li> </ul>	Packstone
TMW GG		<ul style="list-style-type: none"> <li>Grain size 0,5 - 2 mm</li> <li>Grain supported fabric</li> <li>Sortasi well sorted</li> <li>Kebundaran subangular-subrounded</li> <li>Porositas baik</li> </ul>	Packstone
TMW H		<ul style="list-style-type: none"> <li>Grain size 0,5 - 1,5 mm</li> <li>Grain supported fabric</li> <li>Sortasi well sorted</li> <li>Kebundaran subangular-subrounded</li> <li>Porositas cukup baik</li> </ul>	Packstone

Table 2. Data Kelimpahan Fossil Foraminifera pada Sampel Sayatan Tipis Batuan

Spesies	Kode Sampel									
	TMW A	TMW B	TMW C	TMW D	TMW E	TMW F	TMW G	TMW GG	TMW H	TMW
<i>Streblus sp.</i>	7	7	4	1	7	1	5	9	4	
<i>Discorbis sp.</i>	4	5	4	1	4	2	3	1	0	
<i>Palmerinella palmerae</i>	5	1	11	2	6	4	4	7	2	
<i>Anomalinooides rubiginosus</i>	1	4	5	2	3	1	1	1	2	
<i>Lepidocyclina sp.</i>	0	2	2	1	1	1	1	2	0	
<i>Nummulites sp.</i>	18	9	19	4	21	9	20	7	20	
<i>Lagena elongata</i>	11	11	12	5	3	6	1	1	8	
<i>Cycloclypeus sp.</i>	1	3	10	1	2	2	2	0	1	
<b>Total</b>	<b>47</b>	<b>42</b>	<b>67</b>	<b>17</b>	<b>47</b>	<b>26</b>	<b>37</b>	<b>28</b>	<b>37</b>	

**Sampel TMW A**

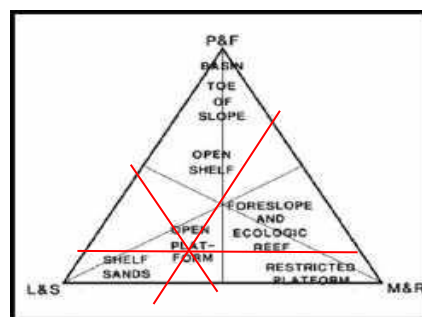
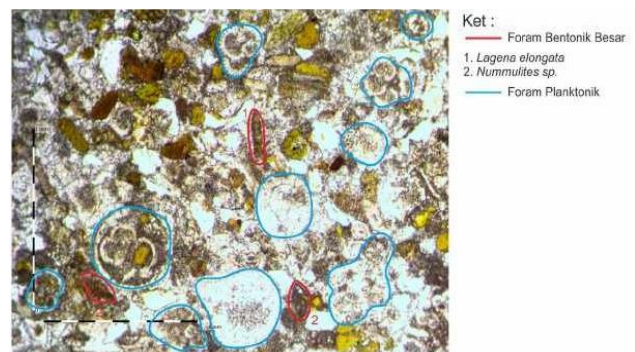
Sampel TMW A terdiri dari 47 fosil yang terdiri dari 7 spesies yaitu *Streblus sp.*, *Discorbis sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinooides rubiginosus*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongata*, *Cycloclypeus sp.* [24]. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dilakukan analisis lingkungan pengendapan menggunakan diagram [7], didapatkan bahwa kelompok L&S berjumlah 35 fosil (74,4%), kelompok M&R berjumlah 11 fosil (23,4%), dan kelompok P&F berjumlah 1 fosil (2,2%) (Gambar 6). Berdasarkan jumlah tersebut dan dilakukan plotting pada diagram klasifikasi didapatkan bahwa sampel batuan ini diendapkan pada lingkungan Open Platform (Gambar 6).



Gambar 6. Kenampakan Fossil Foraminifera pada Sayatan Tipis Sampel TMW A (Atas) dan Plotting Lingkungan Pengendapan pada Diagram Hallock dan Glenn (Bawah)

**Sampel TMW B**

Sampel TMW B terdiri dari 42 fosil yang terdiri dari 8 spesies yaitu *Streblus sp.*, *Discorbis sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinooides rubiginosus*, *Lepidocyclina sp.*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongata*, *Cycloclypeus sp.* [24]. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dilakukan analisis lingkungan pengendapan menggunakan diagram [7], didapatkan bahwa kelompok L&S berjumlah 26 fosil (61,9%), kelompok M&R berjumlah 11 fosil (26,1%), dan kelompok P&F berjumlah 5 fosil atau (12%) (Gambar 7). Berdasarkan jumlah tersebut dan dilakukan plotting pada diagram klasifikasi didapatkan bahwa sampel batuan ini diendapkan pada lingkungan Open Platform (Gambar 7).

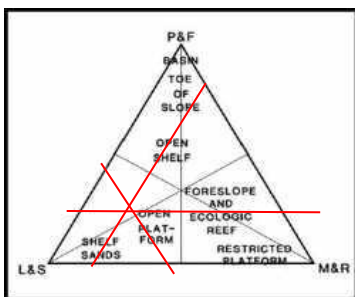


Gambar 7. Kenampakan Fossil Foraminifera pada Sayatan Tipis Sampel TMW B (Atas) dan Plotting Lingkungan Pengendapan pada Diagram Hallock dan Glenn (Bawah)

**Sampel TMW C**

Sampel TMW C terdiri dari 67 fosil yang terdiri dari 8 spesies yaitu *Streblus sp.*, *Discorbis sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinooides rubiginosus*, *Lepidocyclina sp.*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongata*, *Cycloclypeus sp.* [24]. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dilakukan analisis lingkungan pengendapan menggunakan diagram [7], didapatkan bahwa kelompok L&S berjumlah 43 fosil (64,2%), kelompok M&S berjumlah 12 fosil (17,9%), dan kelompok P&F berjumlah 12 fosil (17,9%) (Gambar 8). Berdasarkan jumlah tersebut dan dilakukan plotting pada diagram klasifikasi didapatkan

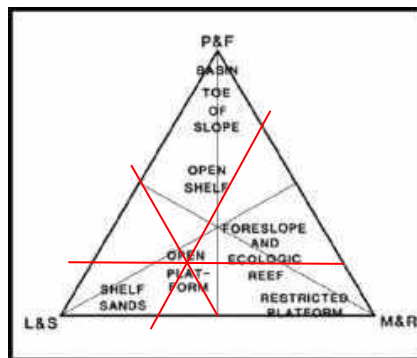
bahwa sampel batuan ini diendapkan pada lingkungan Open Platform (Gambar 8).



Gambar 8. Kenampakan Fosil Foraminifera pada Sayatan Tipis Sampel TMW C (Atas) dan Plotting Lingkungan Pengendapan pada Diagram Hallock dan Glenn (Bawah)

### Sampel TMW D

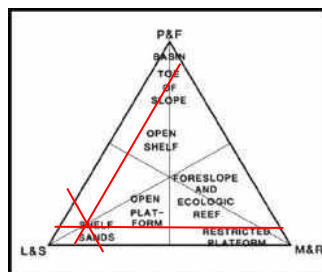
Sampel TMW D terdiri dari 17 fosil yang terdiri dari 8 spesies yaitu *Streblus sp.*, *Discorbis sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinooides rubiginosus*, *Lepidocyclina sp.*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongata*, *Cycloclypeus sp.* [24]. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dilakukan analisis lingkungan pengendapan menggunakan diagram [7], didapatkan bahwa kelompok L&S berjumlah 10 fosil (58,8%), kelompok M&R berjumlah 5 fosil (29,4%), dan kelompok P&F berjumlah 2 fosil (11,8%) (Gambar 9). Berdasarkan jumlah tersebut dan dilakukan plotting pada diagram klasifikasi didapatkan bahwa sampel batuan ini diendapkan pada lingkungan Open Platform (Gambar 9).



Gambar 9. Kenampakan Fosil Foraminifera pada Sayatan Tipis Sampel TMW D (Atas) dan Plotting Lingkungan Pengendapan pada Diagram Hallock dan Glenn (Bawah)

### Sampel TMW E

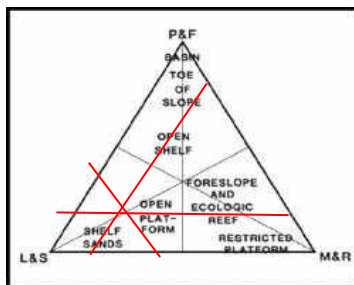
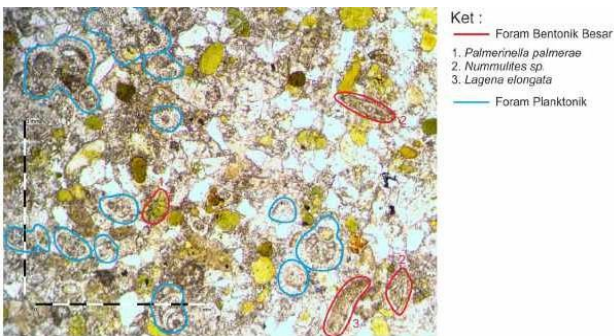
Sampel TMW E terdiri dari 47 fosil yang terdiri dari 8 spesies yaitu *Streblus sp.*, *Discorbis sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinooides rubiginosus*, *Lepidocyclina sp.*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongata*, *Cycloclypeus sp.* [24]. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dilakukan analisis lingkungan pengendapan menggunakan diagram [7], didapatkan bahwa kelompok L&S berjumlah 41 fosil (87,2%), kelompok M&R berjumlah 3 fosil (6,4%), dan kelompok P&F berjumlah 3 fosil (6,4%) (Gambar 10). Berdasarkan jumlah tersebut dan dilakukan plotting pada diagram klasifikasi didapatkan bahwa sampel batuan ini diendapkan pada lingkungan Shelf Sands (Gambar 10).



Gambar 10. Kenampakan Fosil Foraminifera pada Sayatan Tipis Sampel TMW E (Atas) dan Plotting Lingkungan Pengendapan pada Diagram Hallock dan Glenn (Bawah)

**Sampel TMW F**

Sampel TMW F terdiri dari 26 fosil yang terdiri dari 8 spesies yaitu *Streblus sp.*, *Discorbis sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinoidea rubiginosus*, *Lepidocyclina sp.*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongata*, *Cycloclypeus sp.* [24]. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dilakukan analisis lingkungan pengendapan menggunakan diagram [7], didapatkan bahwa kelompok L&S berjumlah 17 fosil (65,4%), kelompok M&R berjumlah 6 fosil (23%), dan kelompok P&F berjumlah 3 fosil (11,6%) (Gambar 11). Berdasarkan jumlah tersebut dan dilakukan plotting pada diagram klasifikasi didapatkan bahwa sampel batuan ini diendapkan pada lingkungan Open Platform (Gambar 11).

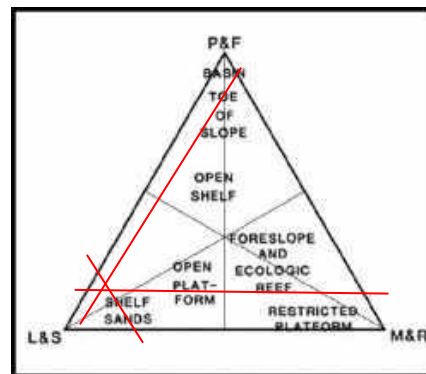
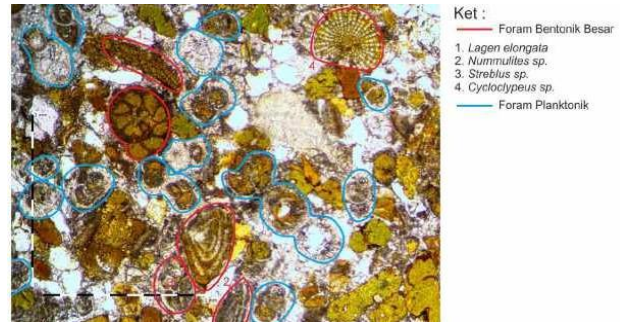


Gambar 11. Kenampakan Fosil Foraminifera pada Sayatan Tipis Sampel TMW F (Atas) dan Plotting Lingkungan Pengendapan pada Diagram Hallock dan Glenn (Bawah)

**Sampel TMW G**

Sampel TMW G terdiri dari 37 fosil yang terdiri dari 8 spesies yaitu *Streblus sp.*, *Discorbis sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinoidea rubiginosus*, *Lepidocyclina sp.*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongata*, *Cycloclypeus sp.* [24]. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dilakukan analisis lingkungan pengendapan menggunakan diagram [7], didapatkan bahwa kelompok L&S berjumlah 33 fosil (89,2%), kelompok M&R berjumlah 1 fosil (2,7%), dan kelompok P&F berjumlah 3 fosil (8,1%) (Gambar 12). Berdasarkan jumlah tersebut dan dilakukan plotting pada diagram klasifikasi didapatkan bahwa sampel batuan ini diendapkan pada lingkungan Shelf Sands (Gambar 12).

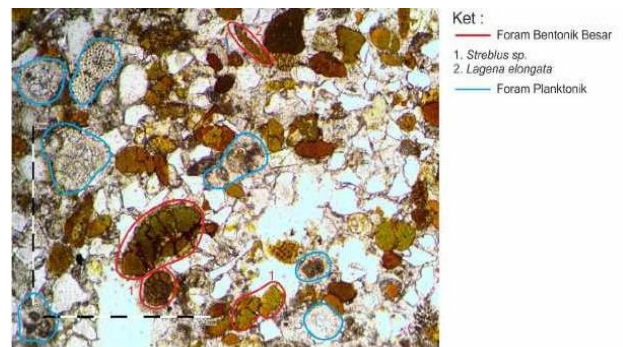
diendapkan pada lingkungan Shelf Sands (Gambar 12).

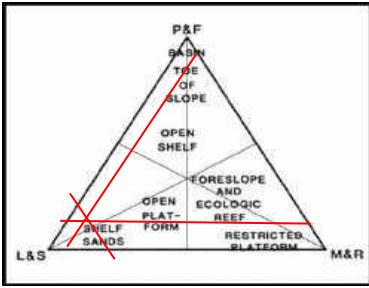


Gambar 12. Kenampakan Fosil Foraminifera pada Sayatan Tipis Sampel TMW G (Atas) dan Plotting Lingkungan Pengendapan pada Diagram Hallock dan Glenn (Bawah)

**Sampel TMW GG**

Sampel TMW GG terdiri dari 28 fosil yang terdiri dari 7 spesies yaitu *Streblus sp.*, *Discorbis sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinoidea rubiginosus*, *Lepidocyclina sp.*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongate* [24]. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dilakukan analisis lingkungan pengendapan menggunakan diagram [7], didapatkan bahwa kelompok L&S berjumlah 25 fosil (89,3%), kelompok M&S berjumlah 1 fosil (3,6%), dan kelompok P&F berjumlah 2 fosil (7,1%) (Gambar 13). Berdasarkan jumlah tersebut dan dilakukan plotting pada diagram klasifikasi didapatkan bahwa sampel batuan ini diendapkan pada lingkungan Shelf Sands (Gambar 13).

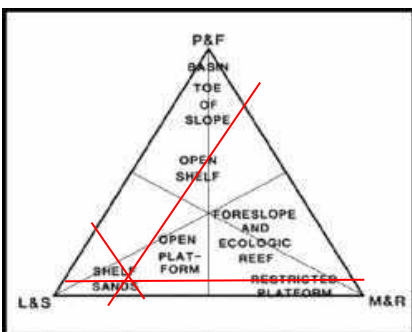
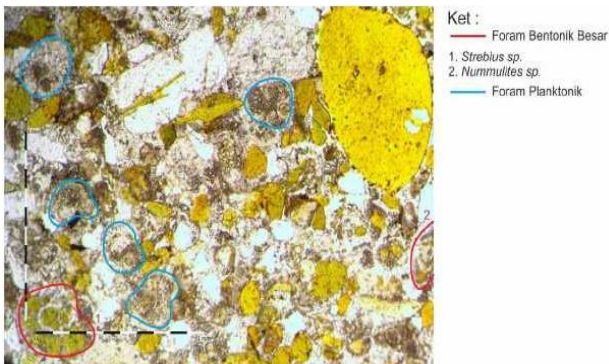




Gambar 13. Kenampakan Fosil Foraminifera pada Sayatan Tipis Sampel TMW GG (Atas) dan *Plotting* Lingkungan Pengendapan pada Diagram Hallock dan Glenn (Bawah)

**Sampel TMW H**

Sampel TMW H terdiri dari 37 fosil yang terdiri dari 6 spesies yaitu *Streblus sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinoidea rubiginosus*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongata*, *Cycloclypeus sp.* [24]. Spesies tersebut kemudian dikelompokkan untuk dilakukan analisis lingkungan pengendapan menggunakan diagram [7], didapatkan bahwa kelompok L&S berjumlah 28 fosil (75,7%), kelompok M&R berjumlah 8 fosil (21,6%), dan kelompok P&F berjumlah 1 fosil (2,7%) (Gambar 14). Berdasarkan jumlah tersebut dan dilakukan *plotting* pada diagram klasifikasi didapatkan bahwa sampel batuan ini diendapkan pada lingkungan *Shelf Sands* (Gambar 14).

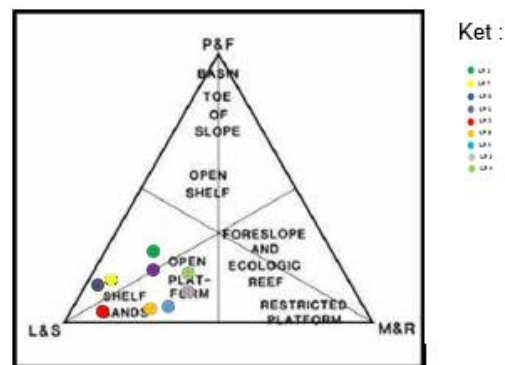


Gambar 14. Kenampakan Fosil Foraminifera pada Sayatan Tipis Sampel TMW H (Atas) dan *Plotting* Lingkungan Pengendapan pada Diagram Hallock dan Glenn (Bawah)

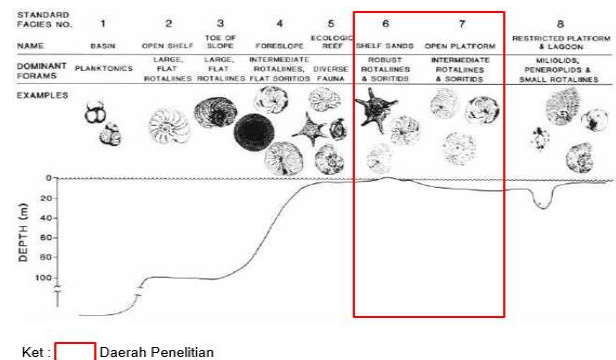
Berdasarkan hasil analisis petrografi dan kelimpahan fosil foraminifera bentonik pada sampel batuan yang kemudian dilakukan analisis lingkungan pengendapan dengan *plotting* diagram [7], [8] didapatkan lingkungan pengendapan Batugamping pasiran Formasi Wonocolo (Tmw) umumnya berada pada zona fasies 6 (*Shelf Sands*) dan zona fasies 7 (*Open Platform*) pada lingkungan *Backreef* [7], [8] (Gambar 15). Pada sampel TMW E, TMW G, TMW GG, dan TMW H menunjukkan pengendapan pada lingkungan *Backreef* tepatnya pada zona *Shelf sands* [7], [8]. Kemudian terjadi perubahan lingkungan pengendapan pada sampel TMW A, TMW B, TMW C, TMW D, dan TMW F yang terjadi pada lingkungan *Backreef* juga pada zona *Open Platform* [7], [8].

Perubahan lingkungan pengendapan ini terjadi bisa dikarenakan oleh adanya perubahan muka air laut yang terjadi pada daerah penelitian pada Kala Miosen Tengah.

Analisis biostratigrafi berdasarkan kelimpahan fosil foraminifera bentonik besar pada seluruh sampel batugamping pasiran Formasi Wonocolo menunjukkan satuan biostratigrafi daerah penelitian merupakan zona kumpulan *Rotaliida* [16].



Gambar 15. Hasil *Plotting* Perhitungan Persentase Kelimpahan Foraminifera Bentonik Besar pada Tiap Sayatan Tipis Batuan Daerah Penelitian



Ket:  Daerah Penelitian

Gambar 16. Hasil *Plotting* Analisis Lingkungan Pengendapan pada Diagram Hallock dan Glenn



## Diskusi

Penelitian terdahulu telah dilakukan pada Cekungan Jawa Timur Utara dengan menggunakan metode analisis elektrofases [25]. Analisis elektrofases yang telah dilakukan pada Formasi Wonocolo memperlihatkan zona pengendapan batuan karbonat pada lingkungan laut yang relatif dangkal atau *shallow marine* [25]. Studi *paleoenvironment* yang dilakukan memperlihatkan kumpulan fauna foraminifera planktonik dan *calcareous benthic* dalam jumlah besar. Selain itu hasil penelitian menunjukkan kumpulan fauna sebagai penanda lingkungan pengendapan perairan dangkal seperti gastropoda kecil, *byrozoa*, dan fragmen *test* yang terlihat [25]. Analisis biostratigrafi pada daerah penelitian memperlihatkan keterdapatan fosil foraminifera berupa *calcareous bentonik* dan planktonik dengan kelompok *miliolids* yang sedikit, foraminifera *arenaceous*, serta kelompok foraminifera bentonik besar yang tersebar di seluruh interval [25].

Penelitian lingkungan pengendapan pada Desa Baman, Kabupaten Rembang, Jawa Timur khususnya pada batugamping pasiran Formasi Wonocolo dilakukan berdasarkan kelimpahan foram besar pada daerah penelitian. Hasil dari penelitian menunjukkan lingkungan pengendapan batugamping pasiran Formasi Wonocolo berada pada lingkungan paparan belakang terumbu atau *backreef* dengan kedalaman relatif dangkal pada zona *Shelf sands* dan *Open platform* yang didominasi dengan fosil *Rotaliida* sebagai penciri lingkungan ini yang meliputi *Streblus sp.*, *Discorbis sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinoidea rubiginosus*, *Lepidocyclina sp.*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongata*, dan *Cycloclypeus sp.* Hasil penelitian ini selaras terhadap penelitian yang dilakukan oleh Wibowo *et al.* dengan menggunakan metode elektrofases dan mengidentifikasi lingkungan pengendapan Formasi Wonocolo pada lingkungan *shallow marine* atau laut dangkal. Analisis lingkungan pengendapan menggunakan foraminifera bentonik besar dengan pendekatan petrografi menambah dan memperkuat kajian peneliti sebelumnya, khususnya lingkungan pengendapan Formasi Wonocolo pada daerah Baman.

## 4 KESIMPULAN

Hasil analisis petrografi yang telah dilakukan mendapatkan klasifikasi batugamping pasiran Formasi Wonocolo termasuk kedalam *packstone*. Keterdapatan foraminifera bentonik besar pada daerah penelitian sangat beragam dan berlimpah. Pada daerah penelitian didapatkan 8 spesies foraminifera bentonik besar yang terdiri atas *Streblus sp.*, *Discor-*

*bis sp.*, *Palmerinella palmerae*, *Anomalinoidea rubiginosus*, *Lepidocyclina sp.*, *Nummulites sp.*, *Lagena elongata*, dan *Cycloclypeus sp.* yang tersebar pada seluruh sampel batuan yang telah dilakukan analisis mikrofosil. Lingkungan pengendapan didapatkan berdasarkan analisis kandungan foraminifera bentonik besar yang melimpah pada daerah penelitian dengan menggunakan diagram lingkungan pengendapan. Dari hasil analisis yang telah dilakukan, diperoleh perubahan lingkungan pengendapan pada beberapa sampel yang berada pada zona *Shelf Sands* dan zona *Open Platform* yang berada pada lingkungan *Backreef*. Hal ini dapat disebabkan oleh perubahan muka air laut pada daerah penelitian. Analisis biostratigrafi berdasarkan kelimpahan fosil foraminifera bentonik besar pada seluruh sampel menunjukkan satuan biostratigrafi daerah penelitian merupakan zona kumpulan *Rotaliida*.

## REFERENSI

- [1] P. Astjario, "Indikasi Struktur Sesar Dan Lipatan Bawah Permukaan Dasar Laut," *J. Geol. dan Sumberd. Miner.*, vol. XVII, no. 2, hal. 105–115, 2007.
- [2] H. Ryka, R. Pasha, dan F. A. Pratikno, "Interpretasi Lingkungan Pengendapan Sumur R-2 Berdasarkan Analisis Elektrofases," *PETROGAS*, vol. 2, no. 2, hal. 44–51, 2020.
- [3] R. L. Situmorang, R. Smit, dan E. J. Van Vesseem, "Peta Geologi Lembar Djatirogo," Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, 1992.
- [4] L. Fauzielly dan A. H. Hamdani, "Analisis Lingkungan Pengendapan Batugamping Berdasarkan Distribusi Unsur Kimia Di Daerah Cidora, Kecamatan Ajibarang, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah," *Bull. Sci. Contrib.*, vol. 13, no. 1957, hal. 202–212, 2015.
- [5] R. J. Dunham, "Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Textures," *Classif. Carbonate Rocks--A Symp.*, hal. 108–121, 1962.
- [6] M. R. D. Alfayed, S. Nuraini, dan A. H. F. Rizqi, "Karakteristik Batuan Karbonat Sebagai Potensi Batuan Reservoir Berdasarkan Analisis Porositas Dan Petrografi Pada Formasi Prupuh," *Geoda*, vol. 01, no. 01, hal. 79–85, 2020.
- [7] P. Hallock dan E. C. Glenn, "Larger foraminifera: a tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies.," *Palaos*, vol. 1, no. 1, hal. 55–64, 1986, doi: 10.2307/3514459.
- [8] R. Wicaksono, L. Fauzielly, dan L. Jurnaliah, "Perubahan Lingkungan Pengendapan Berdasarkan Kelimpahan Foraminifera Bentonik Besar Pada Batugamping Klastik Formasi Rajamandala," *Padjadjaran Geosci. J.*, vol. 3, no. 1, hal. 67–77, 2019.
- [9] N. P. James dan P. W. Choquette, "Diagenesis 9 - The Meteoric Diagenetic Environment," *Sediment Diagenesis*. hal. 36–74, 1984.

- [10] S. Maryanto, "Mikrofasies Batugamping: Studi Batugamping Paleogen-Neogen di Indonesia Bagian Barat." LIPI Press, Jakarta, 2017. doi: 10.14203/press.384.
- [11] S. Sribudiyani *et al.*, "The Collision of The East Java Microplate and Its Implication for Hydrocarbon Occurrences in the East Java Basin," in *Indonesian Petroleum Association Proceedings*, 2003, hal. 13. doi: <https://doi.org/10.29118/ipa.1530.03.g.085>.
- [12] F. Kazainullah, A. M. Ramdhan, dan P. R. Putra, "Analisis Tekanan Luap Dan Mekanisme Pembentukannya Menggunakan Data Sumur dan Kecepatan Seismik Pada Lapangan 'SKW', Cekungan Jawa Timur Utara," *Bull. Geol.*, vol. 5, no. 3, hal. 735–744, 2021, doi: 10.5614/bull.geol.2021.5.3.5.
- [13] A. P. Prasetyo, D. J. Setyowiyoto, dan I. D. Wintolo, "Persebaran Batuan Reservoir Dangkal Menggunakan Data Log Resistivitas dan Geolistrik Sounding dengan Konsep Anisotropi pada Formasi Ledok, Lapangan 'PNJ', Zona Rembang, Cekungan Jawa Timur Utama," *J. Ilm. Geol. Pangea*, vol. 8, no. 1, hal. 15–30, 2019.
- [14] X. Luan dan P. Lunt, "Latest Eocene and Oligocene tectonic controls on carbonate deposition in eastern Java and the south Makassar Straits, Indonesia," *J. Asian Earth Sci.*, vol. 220, no. July, hal. 104900, 2021, doi: 10.1016/j.jseaes.2021.104900.
- [15] V. Novak dan W. Renema, "Ecological tolerances of Miocene larger benthic foraminifera from Indonesia," *J. Asian Earth Sci.*, vol. 151, no. January 2017, hal. 301–323, 2018, doi: 10.1016/j.jseaes.2017.11.007.
- [16] Komisi Sandi Stratigrafi Indonesia, "Sandi Stratigrafi Indonesia Edisi Revisi 2023," *Sandi Stratigrafi Indones.* 2023, hal. 34 hal, 2023.
- [17] A. M. Randa, C. Danisworo, dan A. Subandrio, "Perubahan Ketinggian Muka Air Laut Dan Iklim Purba Berdasarkan Analisis Mikropaleontologi Pada Satuan Batugamping Formasi Jayapura Daerah Jayapura Dan Sekitarnya Kota Jayapura Provinsi Papua," *J. Ilm. Geol. Pangea*, vol. 8, no. 1, hal. 31–38, 2021.
- [18] Z. L. Ma, Q. Y. Li, X. Y. Liu, W. Luo, D. J. Zhang, dan Y. H. Zhu, "Palaeoenvironmental significance of Miocene larger benthic foraminifera from the Xisha Islands, South China Sea," *Palaeoworld*, vol. 27, no. 1, hal. 145–157, 2018, doi: 10.1016/j.palwor.2017.05.007.
- [19] F. N. Kalidasa dan B. K. Susilo, "Fasies dan Lingkungan Pengendapan Formasi Halang Daerah Cihaur, Sungai Cihaur, Kabupaten Banyumas, Provinsi Jawa Tengah," in *Seminar Nasional AVoER XI 2019*, Palembang: AVoER, 2019, hal. 23–24.
- [20] A. Roslim *et al.*, "Palaeoenvironmental interpretation of late miocene outcrops (Miri and seria formations) along jalan tutong in brunei darussalam," *Bull. Geol. Soc. Malaysia*, vol. 70, no. November, hal. 39–56, 2020, doi: 10.7186/bgsm70202004.
- [21] A. Zaputlyeva, A. Mazzini, A. Caracausi, dan A. Sciarra, "Mantle-Derived Fluids in the East Java Sedimentary Basin, Indonesia," *J. Geophys. Res. Solid Earth*, vol. 124, no. 8, hal. 7962–7977, 2019, doi: 10.1029/2018JB017274.
- [22] Imaduddin, D. Sartika, F. Adrian, dan H. S. P. Putra, "Analisis lingkungan pengendapan di Kecamatan Darul Kamal dan sekitarnya, Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh," *USK 2023 Acta Geosci. Energy, Min.*, vol. 02, no. 01, hal. 19–25, 2023, [Daring].
- [23] W. Wartika, Y. Z. Rochmana, dan E. W. D. Hastuti, "Karakteristik Petrografi Batugamping Formasi Baturaja, Daerah Baturaja, Kabupaten Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan," *Bull. Sci. Contrib.*, vol. 20, no. 2, hal. 89–96, 2022.
- [24] R. W. Barker, *Taxonomic Notes*. Oklahoma, 1960.
- [25] R. C. Wibowo, V. N. Yandi, O. Dewanto, dan S. Rasi-meng, "Identifikasi Lingkungan Pengendapan Batuan Karbonat Cekungan Jawa Timur Utara Menggunakan Analisis Elektrofasis Data Log Gamma-Ray," *J. Geosaintek*, vol. 9, no. 1, hal. 1–7, 2023, doi: 10.12962/j25023659.v9i1.12628.