

Analisis Siklus Perulangan Litologi pada Formasi Sambipitu di Sungai Ngalang, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul, DIY

Al Hussein Flowers Rizqi¹, Hendri Tri Purnomo²

¹Staf Pengajar Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

²Mahasiswa Program Studi Teknik Geologi, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

korespondensi : alhussein@sttnas.ac.id

ABSTRAK

Daerah penelitian terletak di Sungai Ngalang, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Berdasarkan fisiografi dan stratigrafi regional, termasuk ke dalam fisiografi Zona Pegunungan Selatan yang disusun oleh litologi batupasir karbonatan dengan sisipan batulempung Formasi Sambipitu Atas. Proses erosi yang intensif menyebabkan batuan tersingkap di permukaan dengan baik. Fase pengendapan pada Formasi Sambipitu memiliki pola yang khas dan mempunyai keterkaitan dengan litologi sebelumnya sehingga menarik untuk dikaji posisi stratigrafinya dan pola perulangan litologinya menggunakan metode statistika (*Markov Chain*). Penelitian ini ditunjukkan untuk melakukan analisis pola sedimentasi pada Formasi Sambipitu, serta diharapkan dapat membantu dalam memprediksi dan menginterpretasi keterkaitan kemunculan litologi selanjutnya pada masing-masing siklus perulangan litologi. Metode penelitian meliputi pembuatan stratigrafi terukur di lapangan. Hasil dari analisis *Markov Chain*, litologi pada formasi sambipitu mempunyai pola transisi yang sifatnya tidak *random*. Hasil perhitungan statistika menunjukkan bahwa nilai perhitungan lebih besar dari nilai tabel Chi-kuadrat ($333.9 > 34.38$) sehingga komponen H_0 ditolak.

Kata kunci : *Sungai Ngalang, Sambipitu, Markov Chain, Sedimentasi, Pola Perulangan*

ABSTRACT

The Research area is located on Ngalang river, Gedangsari sub-district, Gunung Kidul Regency, Special Region of Yogyakarta. Physiographically and stratigraphically, research area is included in Southern Mountain Zone, composed by lithology of Sambipitu Calcareous Sandstone.. The intensive erosion process caused rocks exposed to the surfacel, one of the study area is in the village section of Ngalang in the Sambambitu formation. The depositional process phase in the Sambipitu Formation has a Uniqal pattern and relevance to previous lithology so it was interesting to examine the stratigraphic position and its lithological repetition pattern using the statistical method (Markov Chain). This research was purpose to analyze the sedimentation pattern in the sambipitu formation, and it expected to be able to assist in predicting and interpreting the relevance of subsequent lithology appearances in each unit of lithology cycle. The research method include in making measured stratigraphy in the field. The results of the Markov chain analysis, lithology in the Sambipitu Formation has a non-random transition pattern. The results of statistical calculation show that the calculation value is greater than the Chi-square table value ($333.9 > 34.38$) so that the H_0 component is rejected

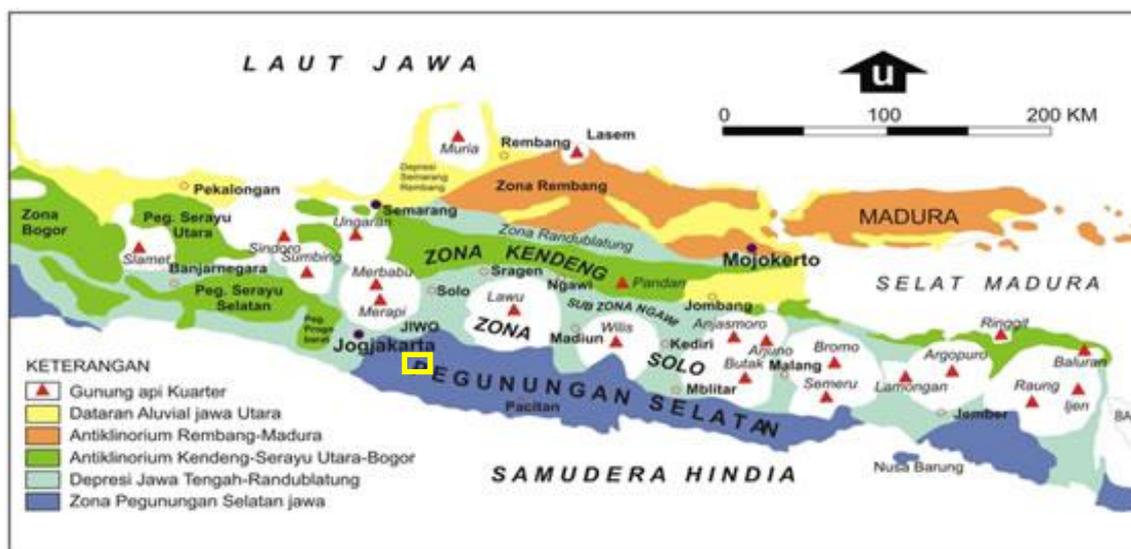
Keywords: *Ngalang River, Sambipitu, Markov Chain, Sedimentation, Repetition Pattern*

1. PENDAHULUAN

Formasi Sambipitu yang termasuk dalam seri stratigrafi Pegunungan Selatan memiliki sebaran yang cukup luas di kaki Pegunungan Baturagung. Peneliti terdahulu seperti van Bemmelen (1949), Bothe (1929) dan Surono, dkk. (1992) telah mengkaji aspek stratigrafi dari Formasi Sambipitu. Namun sejauh ini masih belum ada yang melakukan penelitian dari sisi statistika terkait pola perulangan stratigrafinya khususnya menggunakan metode *Markov Chain*. Rantai *Markov (Markov Chain)* merupakan salah satu metode dalam ilmu terapan statistika yang dapat digunakan dalam melakukan analisis pola perulangan litologi khususnya pada Formasi Sambipitu daerah Sungai Ngalang, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.

Urutan litologi pada Formasi Sambipitu sangatlah menarik untuk dikaji, dikarenakan formasi ini merupakan percampuran antara endapan laut dangkal dengan endapan laut dalam. Litologi yang berkembang membentuk suatu pengendapan horisontal batuan yang dapat membantu menganalisis *markov chain* dalam menentukan dan menunjukkan suatu pola sedimentasi atau proses siklus batuan. Berdasarkan van Bemmelen

(1949) pada (Gambar 1) termasuk ke dalam fisiografi Zona Pegunungan Selatan yang ada pada sepanjang bagian selatan Pulau Jawa yang tepatnya berada di daerah Dataran Tinggi Wonosari.



Gambar 1. Fisiografi daerah penelitian (Van Bemmelen, 1949).

Lokasi penelitian ditunjukkan dengan kotak kuning pada fisiografi Pulau Jawa.

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Surakarta - Giritontro (Suroso dkk, 1992), daerah penelitian termasuk ke dalam dataran tinggi Wonosari yang secara stratigrafi termasuk ke dalam Formasi Sambipitu dengan batuan penyusun formasi di bagian bawah terdiri dari batupasir kasar, ke atas berangsur menjadi batupasir halus yang berselang-seling dengan serpih, batulanau dan batulempung. Pada bagian bawah kelompok batuan ini tidak mengandung bahan karbonat. Namun di bagian atasnya, terutama batupasir, mengandung bahan karbonat dengan tebal 230 meter. Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui pola atau siklus litologi pada daerah penelitian sehingga dapat mengkaitkan kemunculan suatu litologi dengan litologi sebelumnya dan menentukan probabilitas prediksi litologi selanjutnya. Pada perkembangannya hasil studi ini dapat digunakan sebagai kontribusi pemahaman mengenai pola dinamika sedimentasi di daerah penelitian.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini secara garis besar dilakukan dalam tiga tahapan (Gambar 2), yaitu tahap persiapan, tahap analisis data, tahap evaluasi data dan penyusunan laporan

1. Tahap Persiapan

Kegiatan pada tahap ini meliputi pengumpulan semua hasil studi dan penelitian terkait geologi daerah penelitian dari peneliti terdahulu berdasarkan beberapa literatur mengenai tinjauan geologi regional Pegunungan Selatan dan terutama di daerah penelitian (Formasi Sambipitu). Pada tahap ini juga termasuk pengambilan data lapangan yang dilakukan dengan mengamati langsung beberapa aspek di lapangan, mulai dari data kedudukan batuan, ketebalan lapisan batuan, dan deskripsi batuan. Setelah semua data diambil langkah selanjutnya adalah pembuatan kolom stratigrafi terukur berdasarkan data lapangan yang sudah di peroleh.

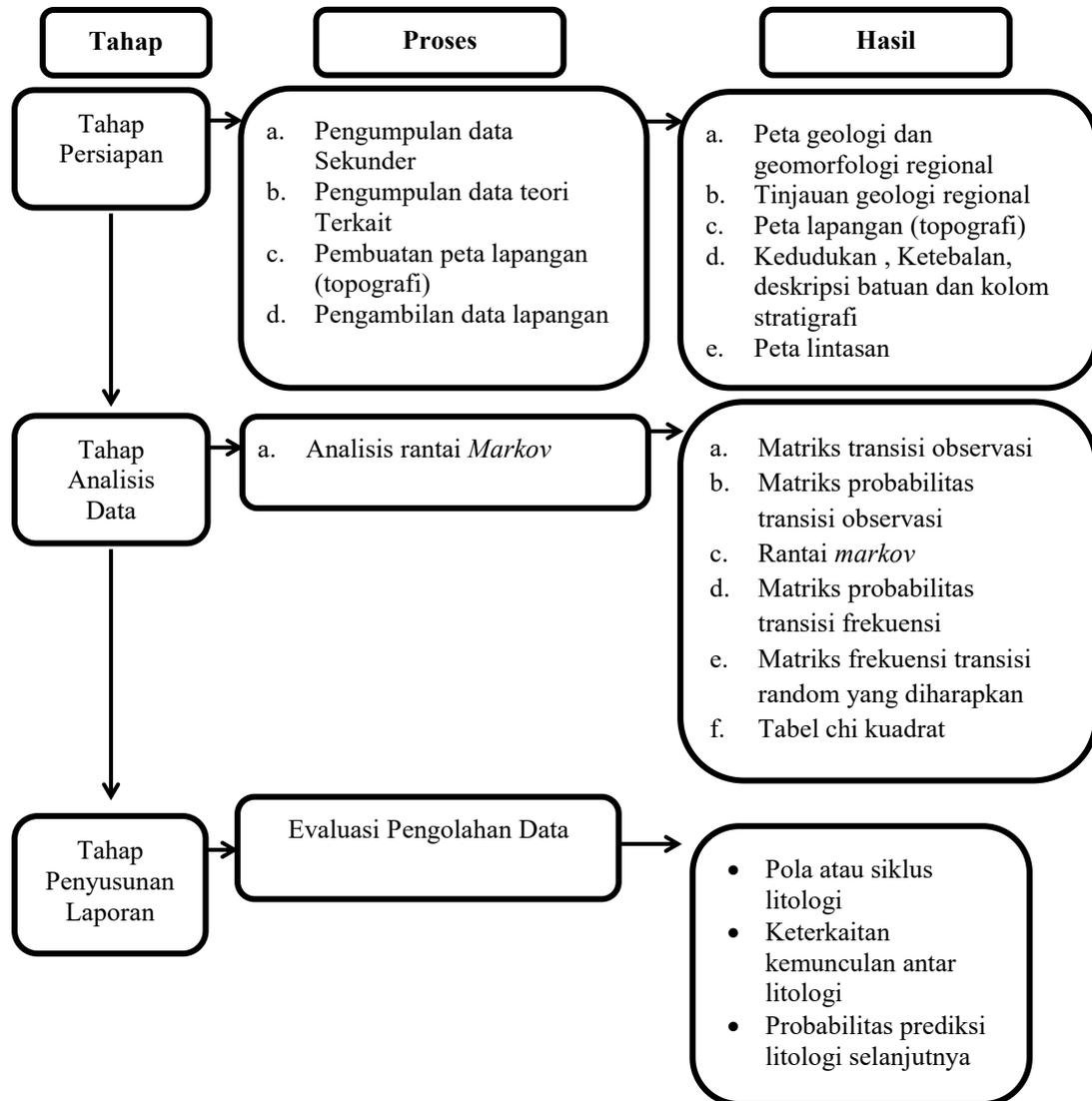
2. Tahap Analisis Data

Kegiatan pada tahap analisis data meliputi analisis rantai markov pada stratigrafi terukur Formasi Sambipitu, berupa matriks transisi observasi, matriks probabilitas transisi observasi, rantai markov, matriks probabilitas transisi frekuensi, matriks frekuensi transisi random yang diharapkan dan perhitungan tabel chi kuadrat.

3. Tahap Penyusunan Laporan

Pada tahapan ini meliputi proses evaluasi data pengolahan data serta kebenaran data lapangan. yang akan dijadikan artikel ilmiah secara sistematis sehingga dapat dilaporkan secara detail dan mendekati kebenaran yang diperoleh dalam pengambilan data lapangan yang didapatkan secara langsung (primer). Hasilnya dapat menjadi rujukan atau pun pedoman dalam proses analisis yang

ada di masa mendatang serta bermanfaat bagi masyarakat sekitar secara umumnya. Data hasil observasi lapangan dan analisis kemudian dilakukan penarikan kesimpulan pada stratigrafi terukur Formasi Sambipitu berupa siklus litologi, keterkaitan kemunculan litologi dan prediksi litologi untuk menentukan pola transisi pada Formasi Sambipitu memiliki pola atau tidak memiliki pola (*Random*).



Gambar 2. Diagram alur metode penelitian

3. HASIL DAN ANALISIS

3.1. Lokasi Pengambilan Data

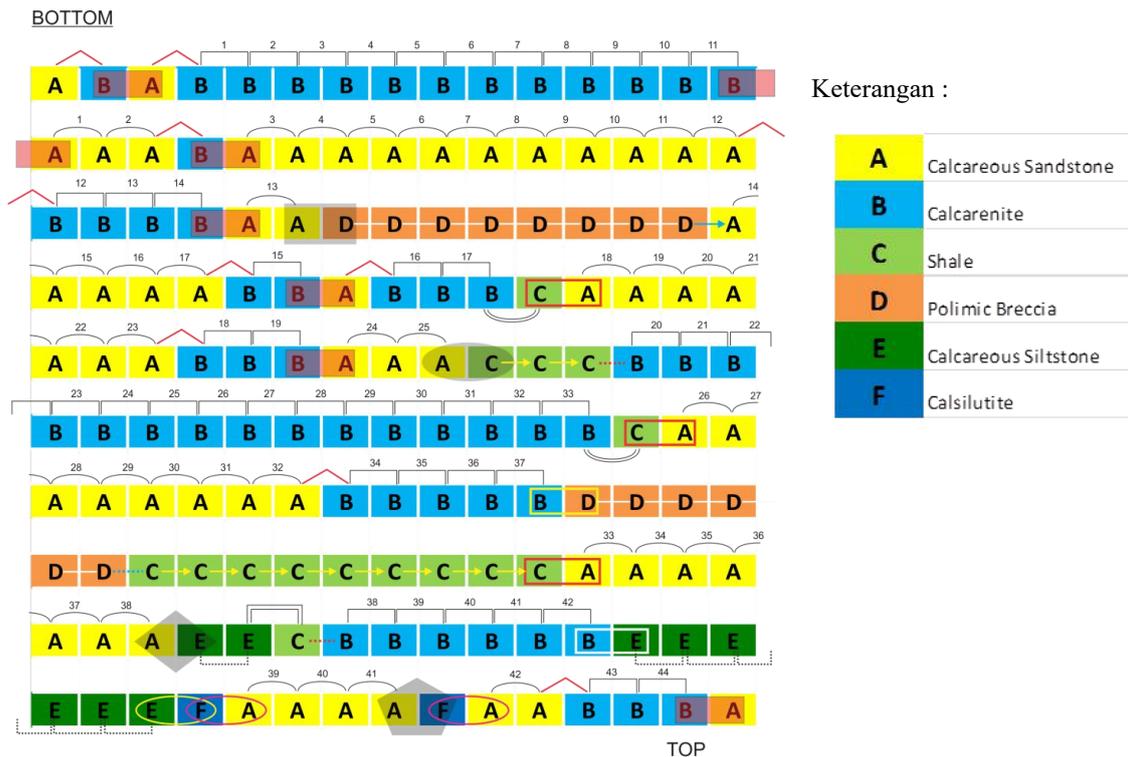
Lokasi pengambilan data di Sungai Ngalang, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunungkidul, tepatnya di Sungai Ngalang (Gambar 3) pada Formasi Sambipitu sebanyak 5 lokasi pengamatan yaitu LP1, LP2, LP3, LP4 dan LP5 yang masing-masing lokasi mewakili setiap perubahan litologi. Data yang diambil pada Sungai Ngalang memiliki panjang 37.9 meter dengan arah kelurusan sungai yang relatif sama ke arah selatan (homoklin).

3.2. Urutan Litologi

Berdasarkan hasil pengambilan data di lokasi penelitian yang meliputi kedudukan batuan, tebal lapisan batuan dan deskripsi batuan, diperoleh kolom stratigrafi terukur Formasi Sambipitu pada jalur Ngalang Bawah (Gambar 5). Panjang kolom stratigrafi Formasi Sambipitu yang diukur memiliki ketebalan 31.5 meter dan di ambil pada ketebalan 38 meter sampai 69.5 meter. Litologi penyusun bagian bawah berupa batupasir karbonatan, *Calcarenite*, kemudian ke arah atas berubah menjadi breksi

polimik berselingan dengan *Shale* dan batuan atas lagi berupa perselingan *Calsilutite* dengan batulanau karbonatan.

Pada urutan litologi ini breksi polimik dimasukkan ke dalam Formasi Sambipitu karena mempunyai komposisi yang dominan karbonatan. Perulangan antara batupasir karbonatan dan *Calcarenite* pada bagian bawah sampai tengah. Bagian atas Formasi Sambipitu ini juga mengalami perulangan litologi antara breksi polimik dengan *Shale* dan antara *Calsilutite* dengan batulanau karbonatan. Analisis dilakukan pada seluruh kolom stratigrafi Formasi Sambipitu yang diukur atau sama dengan 31.5 meter. Kolom stratigrafi terukur tersebut kemudian disusun dalam suatu urutan litologi pada setiap interval 0.2 meter atau 20 cm pada kolom stratigrafi lapisan batuan (Gambar 3) untuk kemudian dilakukan analisa Matriks Transisi Observasi daerah penelitian, Matriks Probabilitas Transisi Observasi, Rantai Markov, matriks probabilitas transisi frekuensi daerah penelitian dan matriks transisi random yang diharapkan kemudian diperoleh pola kemunculan antar litologi.



Gambar 3. Susunan litologi daerah penelitian

3.3 Matriks Transisi Observasi dan Probabilitas

Urutan litologi yang sudah disusun kemudian dimasukkan ke dalam suatu matriks atau tabel (Tabel 1 kiri) yang menunjukkan angka atau nilai probabilitas kemunculan masing-masing litologi.

Tabel 1. Matriks transisi observasi daerah penelitian (kiri) & Matriks probabilitas transisi observasi (kanan)

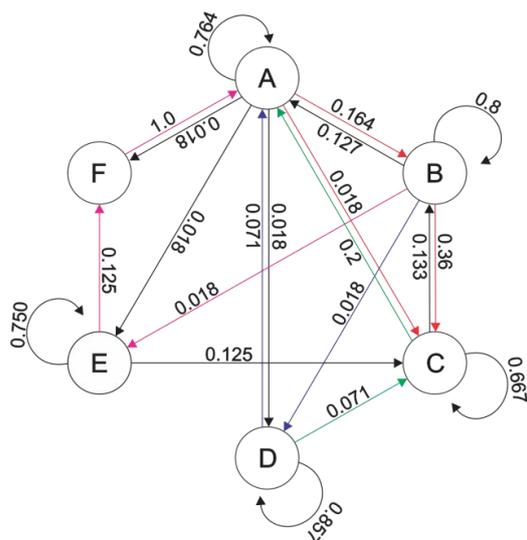
	A	B	C	D	E	F	TOTAL
A	42	9	1	1	1	1	55
B	7	44	2	1	1	0	55
C	3	2	10	0	0	0	15
D	1	0	1	12	0	0	14
E	0	0	1	0	6	1	8
F	2	0	0	0	0	0	2
TOTAL	55	55	15	14	8	2	149

	A	B	C	D	E	F	TOTAL
A	0.7636	0.1636	0.0182	0.0182	0.0182	0.0182	55
B	0.1273	0.8	0.0364	0.0182	0.0182	0	55
C	0.2	0.1333	0.6667	0	0	0	15
D	0.0714	0	0.0714	0.8571	0	0	14
E	0	0	0.125	0	0.75	0.125	8
F	1	0	0	0	0	0	2
TOTAL	55	55	15	14	8	2	149

Berdasarkan matriks probabilitas transisi observasi dapat menunjukkan nilai peluang kemunculan suatu litologi dengan litologi sebelumnya (Tabel 1 kanan). Nilai probabilitas ini nantinya dapat digunakan sebagai prediksi kemunculan litologi selanjutnya, berdasarkan nilai probabilitas terbesar. Berdasarkan nilai di atas dapat diketahui bahwa kemunculan litologi pada 0,2 meter selanjutnya adalah : *Calcareous Sandstone* menjadi *Calcareous Sandstone* (0.7636), *Calcareenite* menjadi *Calcareenite* (0.8), *Shale* menjadi *Shale* (0.6667), *Polimic Breccia* menjadi *Polimic Breccia* (0.8571), *Calcareous Siltstone* menjadi *Calcareous Siltstone* (0.75) dan *Calsilutite* menjadi *Calcareous Sandstone* (1).

3.4 Rantai markov

Nilai-nilai probabilitas yang tersebut di atas, disusun dalam bentuk diagram yang saling berhubungan, disebut rantai markov (Gambar 4)



Dari hasil analisa rantai markov, dijumpai 4 siklus batuan, yaitu :

1. A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – C (*Shale*) – A (*Calcareous Sandstone*)
2. A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – D (*Polimic Breccia*) – A (*Calcareous Sandstone*)
3. A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – D (*Polimic Breccia*) – C (*Shale*) – A (*Calcareous Sandstone*)
4. A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – E (*Calcareous Siltstone*) – F (*Calsilutite*) – A (*Calcareous Sandstone*)

Gambar 4. Rantai markov daerah penelitian

Data siklus yang diperoleh melalui pengambilan data lapangan kemudian dilakukan analisis *Markov* dan disajikan dalam bentuk rantai *Markov Chain* daerah penelitian seperti pada (Gambar 2). Berdasarkan hasil analisis rantai Markov kemudian dikaitkan dengan data hasil penelitian yang sudah dilakukan berupa analisis lingkungan pengendapan (Gambar 6) menggunakan klasifikasi fosil bentonik (Tipsword,1966) namun juga dijumpai ketidaksesuaian dengan data fosil bentonik karena keterbatasan jumlah pengambilan sampel fosil dan data stratigrafi yang ada merupakan sampel sebagian, maka diperoleh 4 siklus, yang masing-masing dapat diinterpretasikan secara umum diendapkan pada lingkungan transisi - Neritik Atas - Bathyal Atas:

1. **Siklus I** : A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – C (*Shale*) – A (*Calcareous Sandstone*)

Pada siklus pertama litologi yang terbentuk pertama pada bagian bawah adalah (*Calcareous Sandstone*) material klastika yang berasal dari darat dengan pengaruh karbonat yang terombak dari batuan yang sudah terbentuk sebelumnya dan diendapkan pada lingkungan (*offshore transition*) transisi-laut dangkal (Neritik Dalam), kemudian terjadi fase transgresi atau naiknya muka air laut sehingga lingkungan transisi berubah menjadi genang laut yang lebih dalam sehingga di atasnya terendapkan *Calcareenite*. Proses transgresi terus terjadi sehingga terbentuk *Shale* pada lingkungan yang lebih dalam lagi (Neritik Tengah), kemudian fase transgresi berhenti dan terjadi fase penurunan muka air laut sehingga lingkungan laut berubah menjadi daerah transisi-darat (regresi) kemudian terbentuk *Calcareous Sandstone* yang menunjukkan lingkungan pengendapan *offshore transition*.

2. **Siklus II** : A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – D (*Polimic Breccia*) – A (*Calcareous Sandstone*)

Pada siklus kedua litologi yang terbentuk pertama pada bagian bawah adalah (*Calcareous Sandstone*) material klastika yang berasal dari darat dengan pengaruh karbonat yang terombak dari batuan yang sudah terbentuk sebelumnya dan diendapkan pada lingkungan (*offshore transition*) transisi-laut dangkal (Neritik Dalam), kemudian terjadi fase transgresi atau naiknya muka air laut sehingga lingkungan transisi berubah menjadi genang laut yang lebih dalam sehingga di atasnya terendapkan *Calcareenite*. Proses transgresi berhenti dan berubah menjadi fase penurunan muka air

laut secara intensif sehingga lingkungan pengendapan berubah menjadi darat (*Offshore*) yang letaknya tidak jauh dengan pantai sehingga terendapkan breksi polimik. Fase terakhir yaitu terjadi kenaikan muka air laut / genang air laut sehingga lingkungan berubah kembali menjadi *offshore transition*-(Neritik Dalam) dengan terendapkan *Calcareous Sandstone*.

3. **Siklus III** : A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – D (*Polimic Breccia*) - C (*Shale*) - A (*Calcareous Sandstone*)

Pada siklus ketiga litologi yang terbentuk pertama pada bagian bawah adalah (*Calcareous Sandstone*) material klastika yang berasal dari darat dengan pengaruh karbonat yang terombak dari batuan yang sudah terbentuk sebelumnya dan diendapkan pada lingkungan (*offshore transition*) transisi-laut dangkal (Neritik Dalam), kemudian terjadi fase transgresi atau naiknya muka air laut sehingga lingkungan transisi berubah menjadi genang laut yang lebih dalam sehingga di atasnya terendapkan *Calcareenite*. Proses transgresi berhenti dan berubah menjadi fase penurunan muka air laut secara intensif sehingga lingkungan pengendapan berubah menjadi darat (*offshore*) yang letaknya tidak jauh dengan pantai sehingga terendapkan breksi polimik dengan komposisi material yang beragam termasuk fragmen breksi yang karbonatan yang dapat diinterpretasikan tidak jauh dengan sumber sebelumnya. Fase selanjutnya setelah terjadi penurunan muka air laut kembali terjadi fase transgresi sehingga diendapkan *Shale*. Kejadian terakhir yaitu terjadi penurunan muka air laut sehingga lingkungan berubah kembali menjadi *offshore transition* - (Neritik Dalam) dengan terendapkan *Calcareous Sandstone*.

4. **Siklus IV** : A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – E (*Calcareous Siltstone*) – F (*Calsilutite*) - A (*Calcareous Sandstone*)

Pada siklus keempat litologi yang terbentuk pertama pada bagian bawah adalah (*Calcareous Sandstone*) masih dengan material klastika yang berasal dari darat dengan pengaruh karbonat yang terombak dari batuan yang sudah terbentuk sebelumnya dan diendapkan pada lingkungan (*offshore transition*) transisi-laut dangkal, kemudian terjadi fase transgresi atau naiknya muka air laut sehingga lingkungan transisi berubah menjadi genang laut yang lebih dalam sehingga di atasnya terendapkan *Calcareenite*. Proses transgresi terus terjadi, namun terjadi fase regresi secara singkat sehingga terendapkan *calcareous siltstone* pada lingkungan yang lebih dangkal dari *calcareenite*, kemudian fase transgresi berlanjut sehingga lingkungan genang laut kembali terjadi dan terbentuk *calsilutite* pada lingkungan yang terdalam dari siklus ini. Fase terakhir terjadi penurunan muka air laut dan diendapkan *Calcareous Sandstone* yang menunjukkan lingkungan pengendapan *offshore transition*.

3.5 Matriks Probabilitas Transisi Frekuensi

Matriks probabilitas transisi frekuensi ini menyatakan nilai harapan dari masing-masing litologi dan distribusikan secara merata pada setiap probabilitas dengan cara matriks probabilitas dikonversikan ke dalam bentuk harapan atau dengan mengkalikan matriks probabilitas transisi frekuensi dan vektor probabilitas pasti (Tabel 2) sehingga kemudian di peroleh matriks transisi random yang diharapkan (Tabel 3)

Tabel 2. Vektor probabilitas pasti

1. MATRIX PROBABILITAS TRANSISI FREKUENSI				
A. VEKTOR PROBABILITAS PASTI				
A	55/149 =	0.37		
B	55/149 =	0.37		
C	15/149 =	0.10		
D	14/149 =	0.09		
E	8/149 =	0.05		
F	2/149 =	0.01		

Tabel 3. Matriks Probabilitas Transisi Frekuensi Daerah Penelitian (kiri) Dan Matriks Transisi Random yang Diharapkan (kanan)

	A	B	C	D	E	F
A	0.37	0.37	0.1	0.09	0.05	0.01
B	0.37	0.37	0.1	0.09	0.05	0.01
C	0.37	0.37	0.1	0.09	0.05	0.01
D	0.37	0.37	0.1	0.09	0.05	0.01
E	0.37	0.37	0.1	0.09	0.05	0.01
F	0.37	0.37	0.1	0.09	0.05	0.01

x 55
x 55
x 15
x 14
x 8
x 2

	A	B	C	D	E	F
A	20.35	20.35	5.5	4.95	2.75	0.55
B	20.35	20.35	5.5	4.95	2.75	0.55
C	5.55	5.55	1.5	1.35	0.75	0.15
D	5.18	5.18	1.4	1.26	0.7	0.14
E	2.96	2.96	0.8	0.72	0.4	0.08
F	0.74	0.74	0.2	0.18	0.1	0.02

3.6 Perhitungan Tabel Chi kuadrat

Nilai-nilai probabilitas observasi dan harapan yang sudah diperoleh, kemudian dimasukkan dalam perhitungan (Tabel 10) dan tabel chi kuadrat (Tabel 11) untuk menentukan diterima atau ditolaknya hipotesa (HI) maupun (HO), dengan :

- HO = bahwa data tersebut berasal dari suatu populasi transisi yang *random*, probabilitas urutan litologi tidak tergantung dengan litologi sebelumnya
- HI = bahwa data tersebut dari suatu populasi transisi yang sifatnya tidak *random*, probabilitas urutan litologi sebelumnya

Sebelumnya dilakukan perhitungan mengenai variabel bebas untuk dimasukkan dalam tabel Chi Kuadrat menggunakan rumus perhitungan :

$$\text{Degree of freedom (u)} = V = \{\text{banyak litologi} - 1\}^2 = \{6 - 1\}^2 = \{5\}^2 = 25$$

Berdasarkan data variabel bebas dan *level of significance* kemudian dimasukkan dalam tabel distribusi Chi-kuadrat, maka diperoleh nilai tingkat akurasi 5% = alpha = 0.05, sehingga nilai kritis/chi kuadrat dari tabel yaitu 37.65 Nilai perhitungan tabel dan nilai distribusi chi kuadrat 333.90 > 37.65 Maka, komponen HI diterima yang artinya ada suatu signifikan bahwa munculnya suatu litologi dalam arti luas tergantung pada litologi sebelumnya, dan susunan litologi pada stratigrafi terukur diatas merupakan suatu transisi yang berpola atau tidak random

3.7 Pengaplikasian data

Data-data hasil perhitungan kemudian diaplikasikan dalam 6.4 meter sisa lapisan pada Formasi Sambipitu dengan interval 0.2 m. Hasil perhitungan yang diukur untuk membuktikan kemunculan litologi pada lapisan selanjutnya (Tabel 4) kemudian dimasukkan kedalam matriks observasi (Tabel 5).

Tabel 4. Urutan Litologi 6.4 meter Formasi Sambipitu

	E	A	D	TOTAL
E	14	1	1	16
A	1	9	0	10
D	1	0	1	2
TOTAL	16	10	2	28

Tabel 5. Matriks Observasi 6.4 meter Formasi Sambipitu

	E	A	D	TOTAL
E	0.875	0.0625	0.0625	16
A	0.1	0.9	0	10
D	0.5	0	0.5	2
TOTAL	16	10	2	28

Berdasarkan dari data di atas dapat diperoleh presentase probabilitas kemunculan masing-masing litologi yang dijumpai (Tabel 6)

Tabel 6. Matriks Presentase Probabilitas 6.4 meter Formasi Sambipitu

	E	A	D	TOTAL
E	87.5	6.25	6.25	100
A	10	90	0	100
D	50	0	50	100

Dari data di atas diperoleh probabilitas kemunculan litologi sebagai berikut:

- *Calcareous Siltstone – Calcareous Siltstone* = 87.5 %
Calcareous Siltstone – Calcareous Sandstone = 6.25 %
Calcareenite – Polimic Breccia = 6.25 %
- *Calcareous Sandstone – Calcareous Siltstone* = 10 %
Calcareous Sandstone – Calcareous Sandstone = 90 %
- *Polimic Breccia – Calcareous Siltstone* = 50 %
Polimic Breccia – Polimic Breccia = 50 %

Maka probabilitas kemunculan litologi pada 31.5 meter stratigrafi Formasi Sambipitu sesuai dengan probabilitas kemunculan litologi pada 6.4 meter stratigrafi Formasi Sambipitu berdasarkan hasil perhitungan rantai markov, namun juga dijumpai adanya ketidaksesuaian nilai probabilitas kemunculan litologi, karena tidak semua jenis litologi terdistribusikan pada seluruh stratigrafi Formasi Sambipitu (Tabel 7)

Tabel 7. Perbandingan Hasil 31.5 Meter Dan 6.4 Meter Data Analisis

Hasil 31.5 meter Formasi Sambipitu	Hasil 6.4 meter Formasi Sambipitu
Calcareous Sandstone - Calcareous Sandstone 76.36%	Calcareous Sandstone – Calcareous Sandstone = 90 %
Calcareenite - Calcareenite 80%	-
Shale - Shale 66.67 %	-
Polimic Breccia - Polimic Breccia 85.71 %	Polimic Breccia – Polimic Breccia = 50 %
Calcareous Siltstone - Calcareous Siltstone 75 %	Calcareous Siltstone – Calcareous Siltstone = 87.5 %
Calsilutite - Calcareous Sandstone 100 %	-

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis deskriptif kuantitatif menggunakan metode rantai markov pada stratigrafi Formasi Sambipitu Bagian Atas diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *Markov Chain* dapat melakukan analisis perulangan litologi yaitu dengan melihat matriks probabilitas transisi yang dapat memprediksi kehadiran litologi yang akan muncul selanjutnya sesuai dengan data yang ingin diketahui yang diprediksi dengan hadirnya litologi sebelumnya.
2. Urutan litologi pada stratigrafi terukur Formasi Sambipitu menunjukkan adanya 4 pola perulangan batuan dari data rantai markov sebagai berikut :
A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – C (*Shale*) – A (*Calcareous Sandstone*)
A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – D (*Polimic Breccia*) - A (*Calcareous Sandstone*)
A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – D (*Polimic Breccia*) - C (*Shale*) - A (*Calcareous Sandstone*)
A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – E (*Calcareous Siltstone*) – F (*Calsilutite*) - A (*Calcareous Sandstone*)
3. Urutan litologi pada stratigrafi terukur formasi Sambipitu menunjukkan adanya 4 siklus batuan, dengan kemungkinan terbesar pola perulangan yang muncul adalah A (*Calcareous Sandstone*) – B (*Calcareenite*) – E (*Calcareous Siltstone*) – F (*Calsilutite*) - A (*Calcareous Sandstone*). (Gambar 7)
4. Kemunculan suatu litologi sangat tergantung dengan litologi sebelumnya, dimana susunan litologi merupakan suatu transisi yang tidak acak. Hal ini ditunjukkan dengan uji *chi square* dengan nilai $\chi^2_{hitung} (333.90) > \chi^2_{tabel} (37.65)$

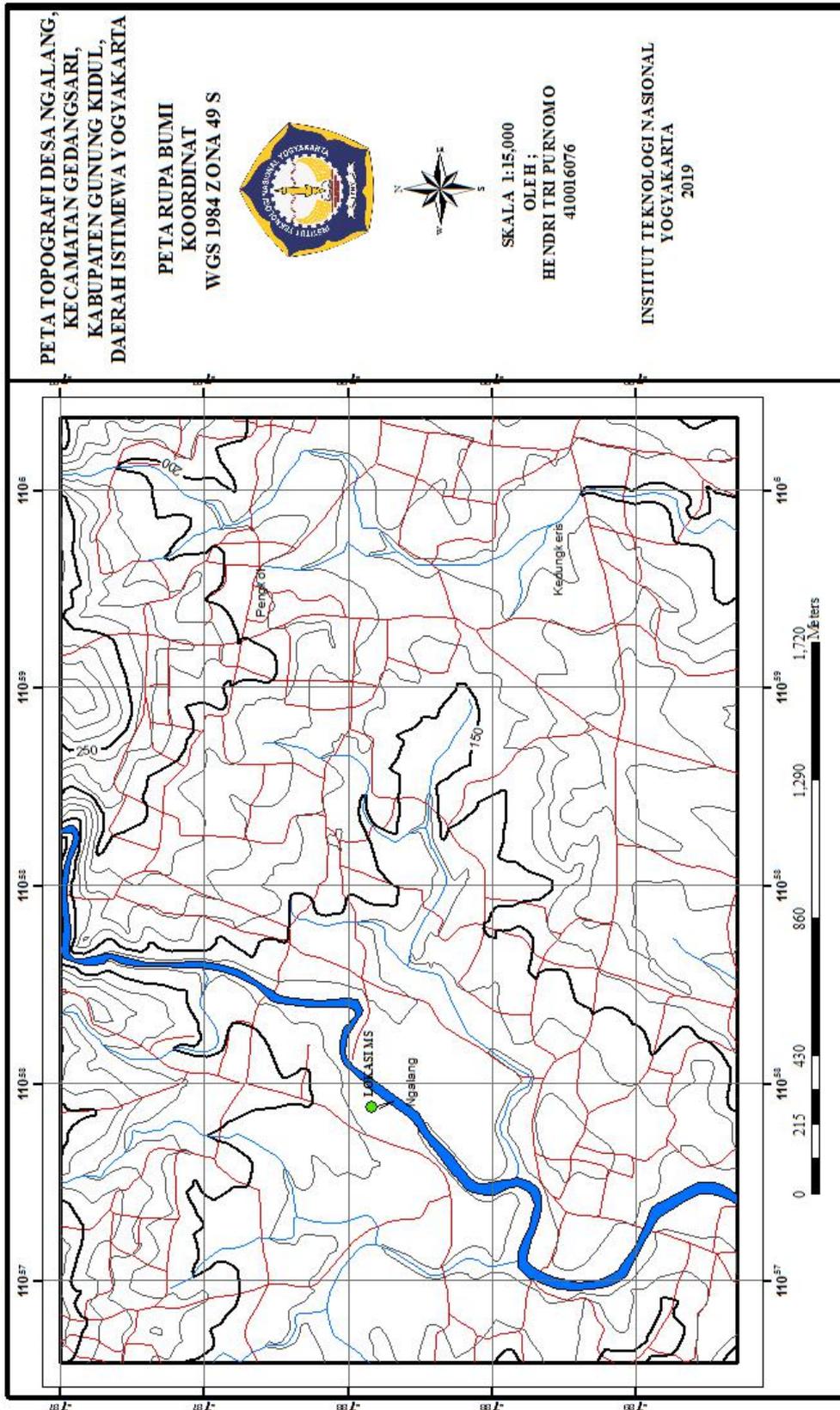
5. Prediksi litologi yang akan muncul pada 0,2 meter selanjutnya
Batupasir karbonatan menjadi batupasir karbonatan
Breksi polimik menjadi Breksi polimik
Batulanau karbonatan menjadi batulanau karbonatan

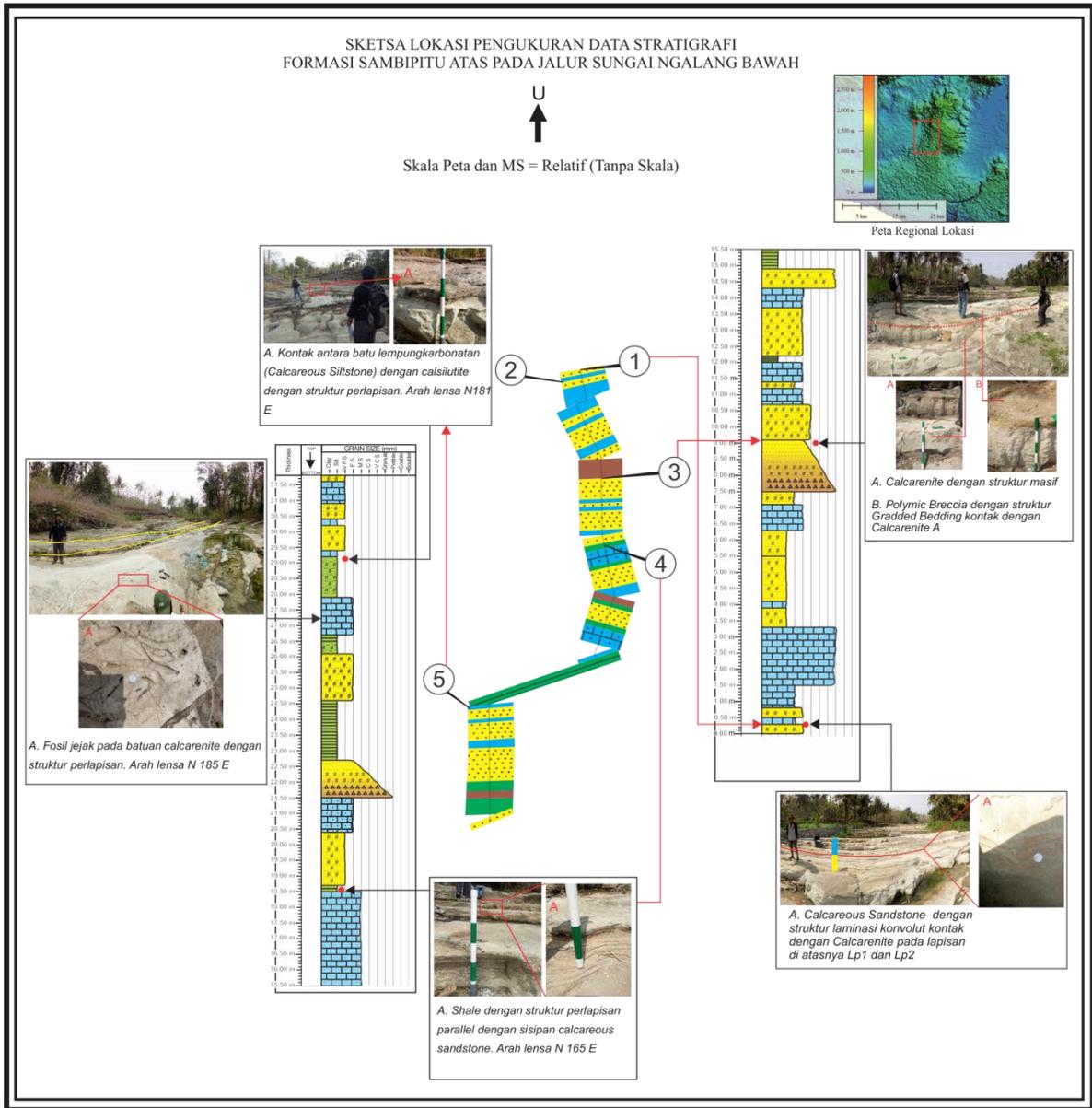
UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada mahasiswa kelompok stratigrafi analisis yang telah membantu dalam pengambilan data lapangan.

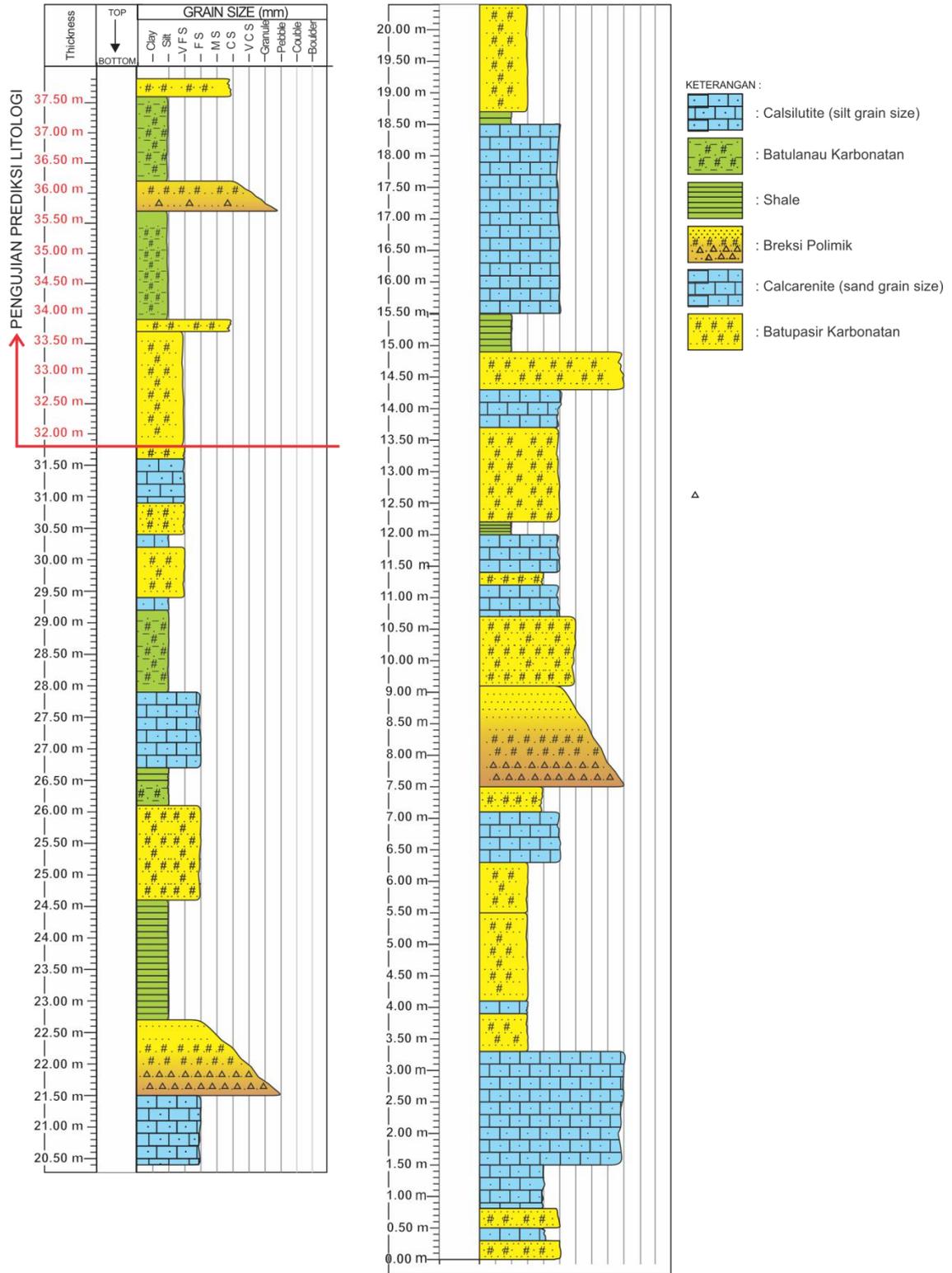
DAFTAR PUSTAKA

- [1] Apriani, A., 2016, Metode *Markov Chains* Untuk Analisa Perulangan Fasies di Sub Basin Kiliran Jao Sumatra Barat, Jurnal Angkasa, Volume VII, Nomor 1.
- [2] Surono, Toha, B., dan Sudarno, I, 1992. *Kajian Geologi regional daerah pengunungan selatan, Jawa Tengah*.
- [3] van Bemmelen, R.W., 1949, *The Geology of Indonesia Vol. IA, General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelago*, Government Printing Office, The Hague.

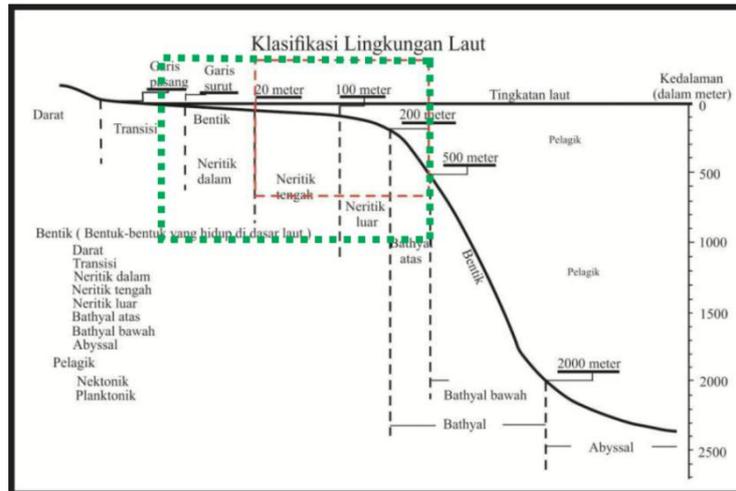




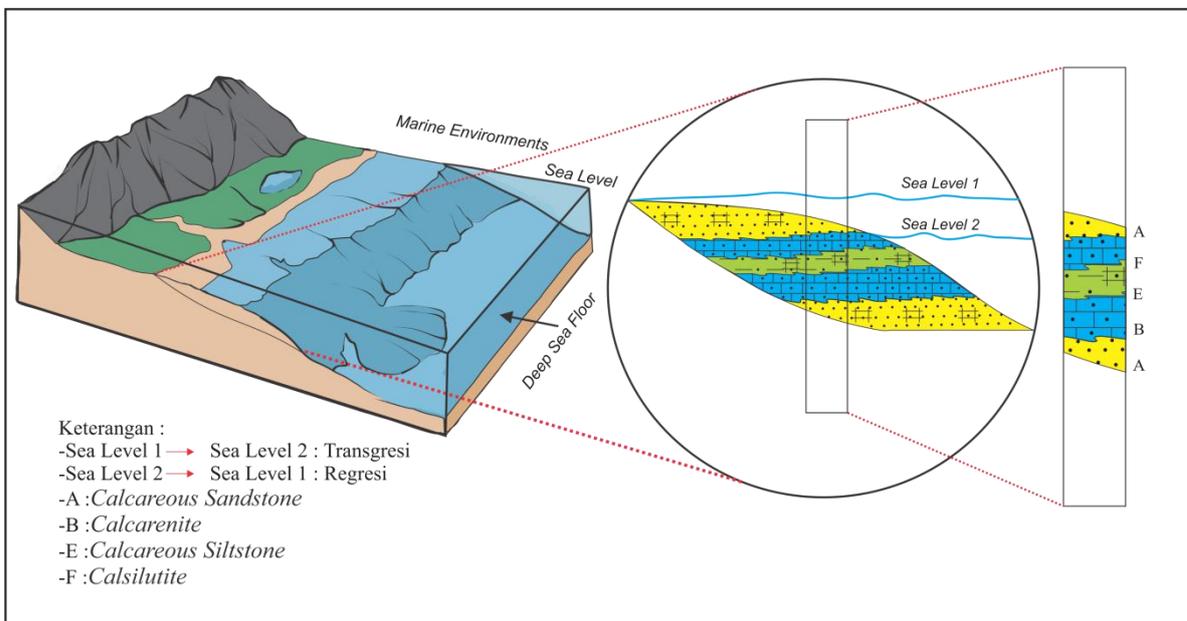
Gambar 4. Sketsa Lokasi Pengukuran Data Stratigrafi Formasi Sambipitu Atas Pada Jalur Lintasan Sungai Ngalang Bawah, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta



Gambar 5. Kolom Stratigrafi Daerah Penelitian Sungai Ngalang Bawah, Kecamatan Gedangsari, Kabupaten Gunung Kidul, Daerah Istimewa Yogyakarta



Gambar 6. Analisis Lingkungan Pengendapan Menggunakan Klasifikasi Fossil Bentonik (Tispword,1966)



Gambar 7. Ilustrasi model pengendapan siklus terbesar yang sering terjadi

Tabel 10. Perhitungan Chi Kuadrat

KELAS	DATA OBSERVASI (OJ)	DARA EKSPEKTASI (EJ)	$(OJ-EJ)^2/EJ$
A-A	42	20.35	23.03
A-B	7	20.35	8.76
A-C	3	5.5	1.14
A-D	1	4.95	3.15
A-E	0	2.75	2.75
A-F	2	0.55	3.82
B-A	9	20.35	6.33
B-B	44	20.35	27.49
B-C	2	5.5	2.23
B-D	0	4.95	4.95
B-E	0	2.75	2.75
B-F	0	0.55	0.55
C-A	1	5.55	3.73
C-B	2	5.55	2.27
C-C	10	1.5	48.17
C-D	1	1.35	0.09
C-E	1	0.75	0.08
C-F	0	0.15	0.15
D-A	1	5.18	3.37
D-B	1	5.18	3.37
D-C	0	1.4	1.40
D-D	12	1.26	91.55
D-E	0	0.7	0.70
D-F	0	0.14	0.14
E-A	1	2.96	1.30
E-B	1	2.96	1.30
E-C	0	0.8	0.80
E-D	0	0.72	0.72
E-E	6	0.4	78.40
E-F	0	0.08	0.08
F-A	1	0.74	0.09
F-B	0	0.74	0.74
F-C	0	0.2	0.20
F-D	0	0.18	0.18
F-E	1	0.1	8.10
F-F	0	0.02	0.02
		JUMLAH	333.90

Tabel 11. Plotting tabel distribusi chi-kuadrat

V atau derajat bebas	A=0,30	A=0,20	A=0,10	A=0,05	A=0,02	A=0,01	A=0,001
1	1,07	1,64	2,71	3,84	5,41	6,64	10,83
2	2,41	3,22	4,60	5,99	7,82	9,21	13,82
3	3,66	4,64	6,25	7,82	9,84	11,34	16,27
4	4,88	5,99	7,78	9,49	11,67	13,28	18,46
5	6,06	7,29	9,24	11,07	13,39	15,09	20,52
6	7,23	8,56	10,64	12,59	15,03	16,81	22,46
7	8,38	9,80	12,02	14,07	16,62	18,48	24,32
8	9,52	11,03	13,36	15,51	18,17	20,09	26,12
9	10,66	12,24	14,68	16,92	19,68	21,67	27,88
10	11,78	13,44	15,99	18,31	21,16	23,21	29,59
11	12,90	14,63	17,28	19,68	22,62	24,72	31,26
12	14,01	15,81	18,55	21,03	24,05	26,2	32,91
13	15,12	16,98	19,81	22,36	25,47	27,69	34,53
14	16,22	18,15	21,06	23,68	26,87	29,14	36,12
15	17,32	19,31	22,31	25,00	28,26	30,58	37,70
16	18,42	20,46	23,54	26,30	29,63	32,00	39,25
17	19,51	21,62	24,77	27,59	31,00	33,41	40,79
18	20,60	22,76	25,99	28,87	32,35	34,80	42,31
19	21,69	23,90	27,20	30,14	33,69	36,19	43,82
20	22,78	25,04	28,41	31,41	35,02	37,57	45,32
21	23,86	26,17	29,62	32,67	36,34	38,93	46,80
22	24,94	27,30	30,81	33,92	37,66	40,29	48,27
23	26,02	28,43	32,01	35,17	38,97	41,64	49,73
24	27,10	29,55	33,20	36,42	40,27	42,98	51,18
25	28,17	30,68	3,38	37,65	41,57	44,31	52,62
26	29,25	31,80	35,56	38,88	42,86	45,64	54,05
27	30,32	32,91	36,74	40,11	44,14	46,96	55,48
28	31,39	34,03	37,92	41,34	45,42	48,28	56,89
29	32,46	34,14	39,09	42,56	46,69	49,59	58,30
30	33,53	36,25	40,26	43,77	47,96	50,89	59,70

Tabel 12. Penarikan Umur dan Lingkungan Pengendapan Menggunakan Fosil Foraminifera

LABORATORIUM STRATIGRAFI ANALISIS		LEMBAR PETA																						
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA		YOGYAKARTA										NGALANG												
JENIS FOSIL YANG DI PERIKSA : FORAMINIFERA		Kesimpulan																						
PREPARASI FOSIL SUNGAI NGALANG BAWAH		Zonasi Umur										Paleobathimetri												
TOP		N12-N14										Upper Bathyal												
		Oligosen	Miosen										Pliosen		Pleistosen									
			Awal			Tengah				Akhir														
		Zonasi (Blow 1969)																						
NO	SPESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Plangtonik																								
1	<i>Globigerinoides Trilobus</i>																							
2	<i>Orbulina Bilobata</i>																							
3	<i>Globorotalia Obesa</i>																							
4	<i>Globorotalia Siakensis</i>																							
5	<i>Globorotalia Mayeri</i>																							
Bentonik																								
1	<i>Bolivina Alata</i>																							
2	<i>Dentalina Antemula</i>																							
3	<i>Bathysipon sp</i>																							
4	<i>Cibicides Aknerianus</i>																							
5	<i>Bullimina Alazanensis</i>																							
PALEOBATHIMETRI		Terrestrial		Transition		Inner		Midle		Outer		Upper		Midle		Lower		Abysal						
						Shelf (Neritik)						Slope (Bathyal)												

LABORATORIUM STRATIGRAFI ANALISIS		LEMBAR PETA																						
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA		YOGYAKARTA										NGALANG												
JENIS FOSIL YANG DI PERIKSA : FORAMINIFERA		Kesimpulan																						
PREPARASI FOSIL SUNGAI NGALANG BAWAH		Zonasi Umur										Paleobathimetri												
MIDDLE		N9-N14										Middle Neritik												
		Oligosen	Miosen										Pliosen		Pleistosen									
			Awal			Tengah				Akhir														
		Zonasi (Blow 1969)																						
NO	SPESES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Plangtonik																								
1	<i>Orbulina Bilobata</i>																							
2	<i>Orbulina Universa</i>																							
3	<i>Globigerinoides Trilobus</i>																							
4	<i>Globigerina Falconensis</i>																							
5	<i>Globorotalia Mayeri</i>																							
Bentonik																								
1	<i>Nodogerina sp</i>																							
2	<i>Bathysipon sp</i>																							
3	<i>Bigenerina sp</i>																							
4	<i>Cibicides Cartensi</i>																							
5	<i>Dentalina Subsoluta</i>																							
PALEOBATHIMETRI		Terrestrial		Transition		Inner		Midle		Outer		Upper		Midle		Lower		Abysal						
						Shelf (Neritik)						Slope (Bathyal)												

LABORATORIUM STRATIGRAFI ANALISIS		LEMBAR PETA																							
SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI NASIONAL YOGYAKARTA		YOGYAKARTA										NGALANG													
JENIS FOSIL YANG DI PERIKSA : FORAMINIFERA		Kesimpulan																							
PREPARASI FOSIL SUNGAI NGALANG BAWAH		Zonasi Umur										Paleobhatimetri													
BOTTOM		N8-N9										Inner Neritik													
		Oligosen	Miosen											Pliosen	Pleistosen										
			Awal			Tengah					Akhir														
		Zonasi (Blow 1969)																							
NO	SPESIES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Plangtonik																									
1	<i>Globorotalia Tumida</i>																								
2	<i>Globorotalia Mayeri</i>																								
3	<i>Praeorbulina Transitoria</i>																								
4	<i>Globigerinoides Sacculifer</i>																								
5	<i>Globigerina Falconensis</i>																								
Bentonik																									
1	<i>Nodosaria Intermittens</i>																								
2	<i>Cibicides sp</i>																								
3	<i>Nonion Grateloupi</i>																								
4	<i>Dentalina Globifera</i>																								
5	<i>Rotalia Lammarck</i>																								
PALEOBATHIMETRI		Terrestrial	Transition	Inner		Midle		Outer		Upper		Midle		Lower		Abysal									
				Shelf (Neritik)			Slope (Bathyal)																		