

Buku "Aplikasi Nannoplankton"

by Siti Umiyatun Choiriah

Submission date: 25-Jan-2020 06:09PM (UTC+0700)

Submission ID: 1246225009

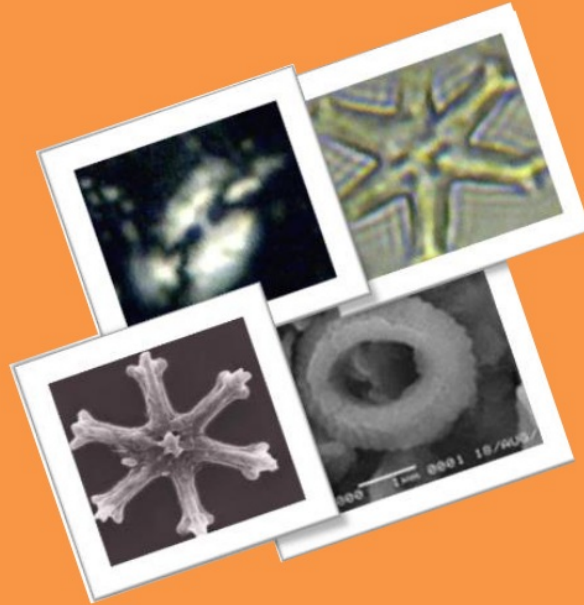
File name: Buku_HKI_Aplikasi_NannoplanktonZona_Kendeng.pdf (7.67M)

Word count: 10993

Character count: 65492

BAHAN AJAR

**APLIKASI NANNOPLANKTON
UNTUK PALEOTEMPERATUR
DI ZONA KENDENG**



Oleh

**Siti Umiyatun Choiriah
Bambang Triwibowo
Mahap Maha
Danisworo**

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" YOGYAKARTA

2017

Pengantar

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmad dan hidayahnya, sehingga bahan ajar berjudul “Aplikasi Nannoplankton Untuk Paleotemperatur Zona Kendeng” ini bisa diselesaikan.

Dalam kesempatan ini tak lupa kami mengucapkan Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tim Penelitian Desentralisasi PUPT 2016 : Prof. Dr.Ir C.Danisworo, M.Sc., Ir Bambang Triwiboo, MT dan Ir. Mahap Maha, MT, atas kerjasamanya dalam penelitian PUPT dan penyusunan Bahan Ajar ini.
2. Tim Asisten Peneliti : Desi Lamdasari., Cahyo Ary PW., Debby Yulfira., Syahrastani Noviansyah Fatahillah., Kurniawan Setya Istiadi yang telah banyak membantu pekerjaan dilapangan dan di laboratorium.
3. Pihak LPPM UPN “Veteran” Yogyakarta yang telah membantu dalam proses pengajuan proposal pendanaan Penelitian Desentralisasi PUPT hingga diperolehnya dana penelitian dari Kemenristek Dikti 2016.
4. Pimpinan Jurusan Teknik Geologi yang telah mensupport kepada tim peneliti dari penyusunan proposal hingga terselesainya penyusunan bahan ajar ini

Bahan ajar ini kami susun untuk pengajuan HAKI dan tentunya untuk dipergunakan dalam pengembangan penelitian tentang Nannoplankton. Akhir kata penyusun menyadari bahwa bahan ajar ini masih terdapat beberapa kekurangan, ketidaksempurnaan baik dalam segi isi maupun cara penyajian. Oleh karena itu, penyusun berharap pembaca memberikan kritik dan saran untuk perbaikan maupun kesempurnaan bahan ajar ini

Yogyakarta, Juli 2017

Siti Umiyatun Ch
(Ketua Tim Penyusun)

RINGKASAN

Cekungan Jawa Timur Utara merupakan cekungan yang kaya akan kandungan minyak bumi. Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara dibagi menjadi dua Mandala (Zona), yaitu Zona Kendeng dan Zona Rembang yang kaya akan minyak bumi. Stratigrafi Mandala Rembang disebut Stratigrafi Rembang, yang tersusun dari endapan paparan, kaya endapan karbonat (batulempung, napal, batugamping) dan hampir tidak dijumpai endapan piroklastik. Stratigrafi Zona Kendeng tersusun dari sedimen klastik gampingan dan dijumpai endapan piroklastik.

Zona Kendeng yang diwakili 3 daerah yaitu Daerah Bojonegoro, Nganjuk dan Jombang, terdiri dari Formasi Kerek, Kalibeng, Sonde dan Formasi Klitik, yang berumur Miosen Akhir-Plistosen. Pada umur ini bumi mengalami perubahan iklim secara global (Zaman Es glasial-interglasial), dimana litologi penyusunnya kaya fosil nannoplankton sehingga sangat baik sebagai obyek penelitian. Penelitian ini menggunakan metode pemetaan permukaan, pengukuran stratigrafi terukur (*Measurement Section/MS*), dan sampling batuan secara representatif. Preparasi sayatan batuan dengan metode poles/*smear slide*, dan analisis dengan mikroskop polarisasi sejajar nikol dan *cross Nikol* dengan perbesaran 1000x, dan menggunakan *Scanning Electron microscope* (SEM).

Hasil analisis nannoplankton Daerah Bojonegoro terdapat 32 spesies nannoplankton, di Nganjuk terdapat 51 spesies nannoplankton dan di Jombang 43 spesies nannoplankton. Perbedaan ini menunjukkan adanya pengaruh ekologi (temperature) terhadap kehidupan nannoplankton. Hasil korelasi dari penafsiran paleotemperatur dari daerah Bojonegoro, Nganjuk dan Jombang terdapat : 9 zona paleotemperatur yaitu, 3 Zona Dingin, 3 Zona Hangat, 3 Zona Transisi, dengan urutan : 1.Zona Dingin (Miosen Akhir/NN111); 2. Zona Hangat (Miosen Akhir-Pliosen/NN12); 3.Zona Transisi (Pliosen Awal/NN13); 4.Zona Hangat (Pliosen Awal/NN14); 5. Zona Dingin (Pliosen Awal/NN14); 6. Zona Transisi (Pliosen Awal/NN15), 7.Zona Hangat (Pliosen Akhir/NN15-NN16); 8.Zona Transisi (Pliosen Akhir/NN17-NN18); 9. Zona Dingin (Pliosen Akhir-Plistosen/NN18-NN19).

Perubahan paleotemperatur ini cukup signifikan karena terjadi pada batas Miosen-Pliosen dan batas Pliosen-Plistosen, yang ditandai dengan berubahnya temperatur dingin ke hangat dan Hangat ke dingin. Zona ini disimpulkan sebagai awal terjadinya iklim dingin yang cukup besar ditandai dengan musnahnya genus *Discoaster* dan munculnya spesies penciri iklim dingin yaitu *Gephyrocapsa caribbeanica*. Zona dingin ini berada pada satuan batugamping Klitik yang diendapkan pada lingkungan neritik tengah-neritik luar (20-100) meter, sehingga Zaman Es Glasial-Interglasial sangat mempengaruhi keberadaan nannoplankton.

Penafsiran Paleotemperatur pada batugamping Formasi Klitik hasilnya kurang akurat hal ini dikarenakan batugamping Klitik diendapkan pada lingkungan laut dangkal sehingga Nannoplankton tidak bisa terawetkan dengan baik.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
KATA PENGANTAR	ii
RINGKASAN	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	v
BAB 1. PENDAHULUAN	1
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT	9
BAB 4. METODE PENELITIAN	10
BAB 5. HASIL	15
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

Tabel 5.1. Hasil analisis nannoplankton Daerah Soko, Bojonegoro	25
Tabel 5.2. Hasil Analisis nannoplankton Daerah Pinggir, Nganjuk	26
Tabel 5.3. Hasil Analisis nannoplankton Daerah Kedungringin, Jombang	27
Tabel 5.4. Hasil Analisis nannoplankton (Diversity, abundance)	27
Tabel.5.5. Hasil analisis Nannoplankton (Diversity/Jumlah penyebaran dan dan	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Peta lokasi daerah penelitian di Bojonegoro, Nganjuk dan Jombang	2
Gambar 2.1. Peta Fisiografi Cekungan Jawa Timur Utara (Van Bemmelen, 1949)	3
Gambar 2.2. Stratigrafi Mandala Kendeng (Pringgoprawiro, 1983)	4
Gambar 2.3. Hasil analisis Isotop Oksigen pada cangkang karbonat	7
Gambar 2.4. (a) Diagram Persentase serbuk sari dari inti Okute, (b) Temperatur purba direkonstruksi dengan teknik analog modern (kiri) dan perubahan iklim global (kanan). Dimodifikasi dari Sasaki et al. (2006),	8
Gambar 4.1. Diagram alir penelitian.	10
Gambar 4.2. <i>Road map</i> penelitian berkelanjutan	14
Gambar 5.1. Peta Lintasan Daerah Soko, Kabupaten Bojonegoro	16
Gambar 5.2. Peta Lintasan Daerah Pinggir, Kecamatan Lengkong, Kab.Nganjuk	17
Gambar 5.3. Peta Lintasan Daerah Kedungringin. Kec.Plandaan, Kab.Jombang	18
Gambar 5.4. Peta Geologi Daera Soko, Kabupaten Bojonegoro	19
Gambar 5.5. Peta Geologi Daerah Pinggir, Kecamatan Lengkong, Kab.Nganjuk	20
Gambar 5.6. Peta Geologi Daerah Kedungringin. Kecamatan Plandaan, Kab.Jombang	21
Gambar 5.7. Stratigrafi Daerah Lengkong dan sekitarnya, Nganjuk, Kab.Nganjuk	22
Gambar 5.8. Foto singkapan Formasi Kerek-Kalibeng	23
Gambar 5.9. Foto singkapan Formasi Klitik-Pucangan-Sonde	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 5.10.	Grafik penafsiran paleotemperatur Lintasan Sungai Kedungsumber, Daerah Soko, Keca.Soko, Kab. Bojonegoro, awa Tmur.	29
Gambar 5.11.	Grafik penafsiran paleotemperatur Lintasan Sungai Kalibeng Daerah Kedungringin, Kec.Plandaan, Kab.Jombang	30
Gambar 5.12.	Grafik penafsiran paleotemperatur Lintasan Kaliasin, Daerah Pinggir Kecamatan Lengkong, Kab.Nganjuk	31
Gambar 5.13.	Grafik beberapa parameter nannoplankton teradap analisis paleotemperatur Lintasan Kaliasin, daerah Pinggir, Lengkong, Jombang	32
Gambar 5.14.	Perbandingan zona paleotemperatur peneliti sebelumnya dengan hasil penelitian 2016	37
Gambar 5.15.	Perbandingan zona paleotemperatur peneliti sebelumnya dengan hasil penelitian 2016	38

DAFTAR LAMPIRAN FOTO HASIL ANALISIS

Gambar B.1	: Nannofosil Lintasan Sungai Kedungsumber, Daerah Soko Dan sekitarnya, Kabupaten Boonegoro, Jawa Timur.	43
Gambar B.2	: Nannofosil Lintasan Sungai Kedungsumber, Daerah Soko Dan sekitarnya, Kabupaten Boonegoro, Jawa Timur.	44
Gambar B.3	: Nannofosil Lintasan Sungai Kedungsumber, Daerah Soko Dan sekitarnya, Kabupaten Boonegoro, Jawa Timur.	45
Gambar B.4	: Nannofosil Lintasan Sungai Kedungsumber, Daerah Soko Dan sekitarnya, Kabupaten Boonegoro, Jawa Timur.	46
Gambar B.5	: Nannofosil Lintasan Kaliasin, Daerah Pinggir, Kec.Lengkong, Kab.Nganjuk	47
Gambar B.6	: Nannofosil Lintasan Sungai Kedungsumber, Daerah Soko Dan sekitarnya, Kabupaten Boonegoro, Jawa Timur.	48
Gambar B.7	: Nannofosil Lintasan Sungai Kalibeng, Daera Kedungringin Dan sekitarnya, Kec.Plandaan, Kab.ombang	49
Gambar B.8	: Nannofosil Lintasan Sungai Kalibeng, Daera Kedungringin Dan sekitarnya, Kec.Plandaan, Kab.ombang	50
Gambar B.9	: Nannofosil Lintasan Sungai Kalibeng, Daera Kedungringin Dan sekitarnya, Kec.Plandaan, Kab.ombang	51
Gambar B.10	: Nannofosil Lintasan Sungai Kalibeng, Daera Kedungringin Dan sekitarnya, Kec.Plandaan, Kab.Jombang	51
Gambar C.1	: Kenampakan nannoplankton dalam menggunakan SEM	53

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Permasalahan

Cekungan Jawa Timur Utara merupakan cekungan yang kaya akan kandungan minyak bumi. Stratigrafi Cekungan Jawa Timur Utara dibagi menjadi dua Mandala (Zona), yaitu Zona Kendeng dan Zona Rembang yang kaya akan minyak bumi. Stratigrafi Mandala Rembang disebut Stratigrafi Rembang, yang tersusun dari endapan paparan, kaya endapan karbonat (batulempung, napal, batugamping) dan hampir tidak dijumpai endapan piroklastik. Stratigrafi Zona Kendeng tersusun dari sedimen klastik gampingan dan dijumpai endapan piroklastik.

Zona Kendeng yang diwakili 3 daerah yaitu Daerah Bojonegoro, Nganjuk dan Jombang, yang meliputi Formasi Kerek, Kalibeng, Sonde dan Formasi Klitik. Formasi ini berumur Miosen Akhir-Plistosen. Pada umur ini bumi mengalami perubahan iklim secara global (Zaman Es glasial-interglasial), dimana litologi penyusunnya kaya fosil nannoplankton sehingga sangat baik sebagai obyek penelitian.

Pada zona ini menurut peneliti terdahulu dijumpai endapan batuan Kenozoikum yang tebal, diendapkan secara menerus berumur dari Kala Oligosen hingga Plistosen, dan banyak mengandung fosil. Berdasarkan ciri litologinya, batuan yang tersingkap pada zona ini dapat dikelompokkan kedalam sejumlah satuan litostratigrafi resmi, dari tua ke muda adalah : Formasi Pelang, Formasi Kerek, Formasi Kalibeng dengan Anggota Atasangin, Formasi Sonde dengan Anggota Klitik, Formasi Pucangan, Formasi Kabuh dan Formasi Notopuro. Sedimentasi yang tebal pada zona ini, diendapkan secara menerus dan banyak mengandung mikrofosil, sehingga sebagai salah satu faktor yang sangat baik dan sangat mendukung dalam penelitian.

Studi paleotemperatur dengan nannoplankton belum pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu tetapi peneliti pernah studi paleotemperatur di Lintasan Sungai Bengawan Solo Ngawi Jawa Tengah, dan hasilnya terdapat 12 perubahan paleotemperatur. Paleotemperatur tersebut yaitu 3 temperatur dingin, 4 transisi, dan 5 temperatur hangat/panas (Choiriah, 1999). Penelitian pada lintasan ini tentu kurang representative untuk Zona Kendeng, sehingga dilakukan pengembangan lebih detil karena adanya perubahan Zaman Es glasial-interglasial yang terjadi pada Kala Pliosen-Plistosen sehingga sangat berpengaruh terhadap kehidupan flora/fauna di bumi.

Zaman glasial dimulai pada Kala Plistosen yang berlangsung sekitar 600.000 tahun yang lalu. Kala Plistosen ditandai dengan adanya siklus glasialisasi, yaitu mendinginnya iklim di bumi dan meluasnya lapisan es tebal di kedua kutubnya. Terdapat bukti-bukti bahwa sekurang-kurangnya telah terjadi 8 (delapan) kali zaman es besar (empat di antaranya yang ekstrim, yaitu (Gunz -600,000), (Mindel-400,000), (Riss -200,000), and (Wurm -100,000), diselingi zaman "antar-es" (*interglacial*) yang iklimnya relatif panas. (<http://joyarhman.blogspot.com/2014/04/apayang-terjadi-jika-bumi-mengalami.html>)

Terdapat 3 (tiga) bukti yang menunjukkan adanya zaman es, yaitu : bukti geologis, *chemis* dan paleontologis.

1. **Bukti Geologis** zaman es ada bermacam-macam, termasuk ciri pada batuan, *glacial moraines*, *drumlin*, kemiringan batuan dan batuan glasial. Glasial cenderung sulit untuk dicari bukti geologinya. Teori mengasumsikan bahwa jaman glasial lebih pendek dibanding interglasial. Adanya batuan sedimen dan es menunjukkan kenyataan bahwa jaman glasial lebih panjang dibanding interglasial.

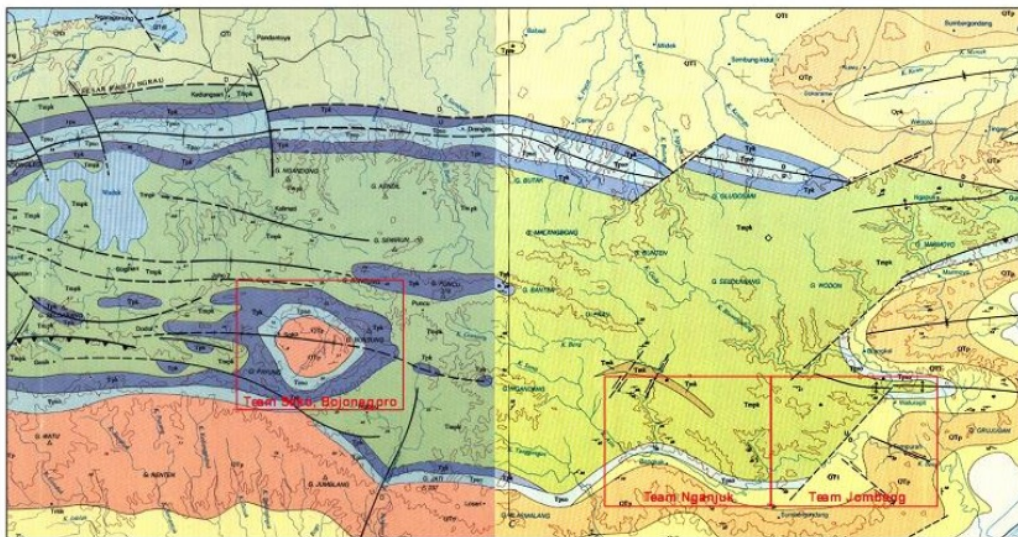
Maksud dan Tujuan

2. **Bukti *Chemis*** sebagian besar terdiri dari variasi rasio isotop pada fosil yang terdapat pada sedimen laut. Untuk periode glasial, air mengandung isotop lebih berat karena mempunyai titik uap yang lebih tinggi, maka proporsinya berkurang dengan kondisi yang lebih dingin. Ini mengakibatkan catatan paleotemperatur dapat diketahui oleh rasio isotop.
3. **Bukti *Paleontologis*** terdiri dari perubahan persebaran geografis fosil. Pada saat periode glasial organisme bersuhu dingin tersebar pada lingkungan lebih rendah, dan organisme yang peka terhadap temperatur yang lebih hangat akan mati/punah. Perubahan zaman es berakibat adanya perbedaan fauna yang hidup pada zaman glasial atau interglasial.. (<http://joyarhman.blogspot.com/2014/04/apayang-terjadi-jika-bumi-mengalami.html>)

Nannoplankton mempunyai tingkat sensitivitas yang sangat besar terhadap perubahan temperatur bumi. Perubahan ini berlangsung disepanjang waktu geologi sehingga hal ini dapat menjadi dasar asumsi bahwa nannoplankton dapat digunakan sebagai indikator paleotemperatur pada zaman es tersebut. Temperatur atau suhu sebagai pengendali utama perubahan iklim dapat diikuti pada suatu urutan sedimentasi yang menerus. Hal ini sesuai dengan Zona Kendeng yang mempunyai sedimen klastik *marine* (gampingan) yang berumur Miosen hingga Plistosen dan Zona Rembang yang juga mempunyai sedimen klastik gampingan.

1.2. Maksud dan Tujuan

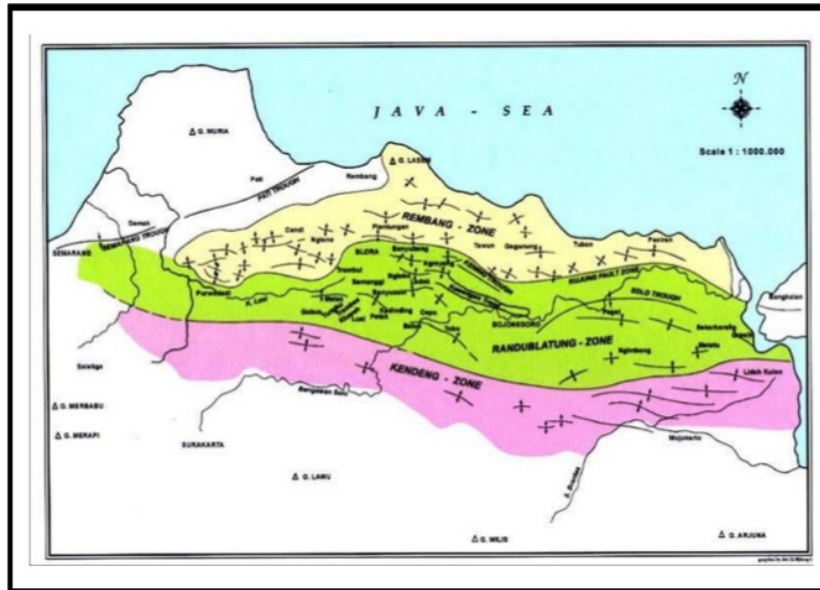
Penelitian ini dimaksudkan untuk pemetaan geologi Zona Kendeng (Bojonegoro, Jombang, Nganjuk) dan mengetahui pola perkembangan nannoplanktonnya yang penyebarannya, kelimpahan, pemunculan spesies tertentu atau *diversity* (jumlah spesies), *abundance* (jumlah individu) sebagai akibat adanya perubahan temperatur pada zaman es glasial-interglasial (Pliosen-Plistosen) di Zona Kendeng maupun Zona Rembang.



Gambar 1.1. Peta lokasi daerah penelitian di Bojonegoro, Nganjuk dan Jombang

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Tektonofisiografi Pulau Jawa terbagi menjadi empat satuan tektonofisiografi, berturut-turut dari selatan ke utara adalah : Zona Kendeng, Zona Randublatung, Zona Rembang dan Paparan Laut Jawa (**Gambar 2.1**).

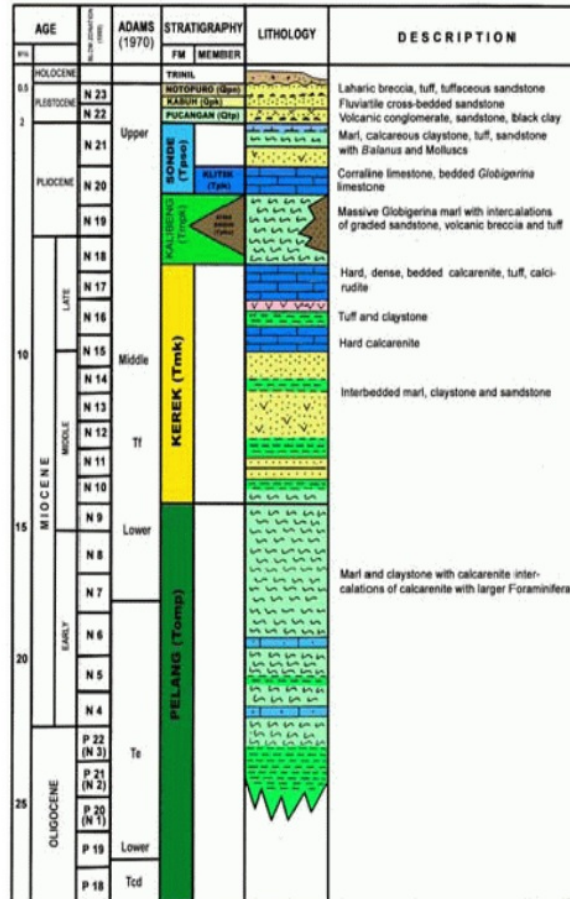


Gambar 2.1. Peta Fisiografi Cekungan Jawa Timur Utara (Van Bemmelen, 1949)

Menurut Pringgoprawiro (1983), Zona Kendeng mempunyai urutan satuan litostratigrafi yang dijumpai pada zona ini, dari yang berumur tua ke muda adalah : Formasi Pelang, terdiri dari napal dan batulempung dengan sisipan batugamping kalkarenit; Formasi Kerek, terdiri dari selang-seling napal, batulempung dan batupasir; Formasi Kalibeng, terdiri dari napal sisipan batupasir (dengan Anggota Atasangin yang terdiri dari breksi, batupasir dan batulempung); Formasi Sonde terdiri dari napal, batulempung gampingan, tuf dan batupasir (dengan Anggota Klitik yang terdiri dari batugamping); Formasi Pucangan yang terdiri dari breksi tufan, konglomerat, dan batupasir tufan); Formasi Kabuh, terdiri dari batupasir tufan kasar dengan struktur sedimen silang-siur, batulempung, dan konglomerat; dan Formasi Notopuro, tersusun oleh tuf, berselingan dengan batupasir tufan, breksi vulkanik dan konglomerat. Umur zona ini dari Kala Oligosen (Zaman Tersier) hingga Kala Plistosen (Zaman Kuartar) (**Gambar 2.2**).

STRATIGRAFI MANDALA KENDENG

Menurut Harsono P. (1983) Stratigrafi Zona Kendeng terbagi menjadi dua cekungan pengendapan, yaitu Cekungan Rembang (*Rembang Bed*) yang membentuk Pegunungan Kapur Utara, dan Cekungan Kendeng (*Kendeng Bed*) yang membentuk Pegunungan Kendeng. Formasi yang ada di Kendeng adalah sebagai berikut:



Gambar 2.2. Stratigrafi Mandala Kendeng (Pringgoprawiro, 1983)

1. Formasi Kerek

Formasi ini mempunyai ciri khas berupa perselingan antara lempung, napal lempungan, napal, batupasir tufaan gampingan dan batupasir tufaan. Perulangan ini menunjukkan struktur sedimen yang khas yaitu perlapisan bersusun (*graded bedding*) yang mencirikan gejala flysch. Berdasarkan fosil foraminifera planktonik dan bentoniknya, formasi ini terbentuk pada Miosen Awal – Miosen Akhir (N10 – N18) pada lingkungan shelf. Ketebalan formasi ini bervariasi antara 1000 – 3000 meter. Di daerah Lokasi Tipe, formasi ini terbagi menjadi 3 anggota (de Gooijere & Samuel, 1972), dari tua ke muda masing-masing : a. Anggota Banyuurip Tersusun oleh perselingan antara napal lempungan, napal, lempung dengan batupasir tuf gampingan dan batupasir tufaan dengan total ketebalan 270 meter. Pada bagian tengah perselingan ini dijumpai batupasir gampingan dan tufaan setebal 5

STRATIGRAFI MANDALA KENDENG

meter, sedangkan bagian atas ditandai oleh adanya perlapisan kalkarenit pasiran setebal 5 meter dengan sisipan tipis dari tuf halus. Anggota ini berumur N10 – N15 (Miosen Tengah bagian tengah – atas). b. Anggota Sentul Tersusun oleh perulangan yang hampir sama dengan Anggota Banyuurip, tetapi lapisan yang bertufa menjadi lebih tebal. Ketebalan seluruh anggota ini mencapai 500 meter. Anggota Sentul diperkirakan berumur N16 (Miosen Tengah bagian bawah). c. Batugamping Kerek Anggota teratas dari Formasi Kerek ini tersusun oleh perselang-selingan antara batugamping tufan dengan perlapisan lempung dan tuf. Ketebalan dari anggota ini adalah 150 meter. Umur dari Batugamping Kerek ini adalah N17 (Miosen Atas bagian tengah).

2. Formasi Kalibeng

Formasi ini terletak selaras di atas Formasi Kerek. Formasi ini terbagi menjadi dua anggota yaitu Formasi Kalibeng Bawah dan Formasi Kalibeng Atas. Bagian bawah dari Formasi Kalibeng tersusun oleh napal tak berlapis setebal 600 meter berwarna putih kekuningan sampai abu-abu kebiruan, kaya akan foraminifera planktonik. Asosiasi fauna yang ada menunjukkan bahwa Formasi Kalibeng bagian bawah ini terbentuk pada N17 – N21 (Miosen Akhir – Pliosen). Pada bagian barat formasi ini oleh de Genevraye & Samuel, 1972 dibagi menjadi Anggota Banyak, Anggota Cipluk, Anggota Kalibiuk, Anggota Batugamping, dan Anggota Damar. Di bagian bawah formasi ini terdapat beberapa perlapisan batupasir, yang ke arah Kendeng bagian barat berkembang menjadi suatu endapan aliran rombakan debris flow, yang disebut Formasi Banyak (Harsono, 1983, dalam Suryono, dkk., 2002). Sedangkan ke arah Jawa Timur bagian atas formasi ini berkembang sebagai endapan vulkanik laut yang menunjukkan struktur turbidit. Fasies tersebut disebut sebagai Formasi Atasangin, sedangkan bagian atas Formasi Kalibeng ini disebut sebagai Formasi Sonde yang tersusun mula – mula oleh Anggota Klitik, yaitu kalkarenit putih kekuningan, lunak, mengandung foraminifera planktonik maupun foraminifera besar, moluska, koral, alga, bersifat napalan atau pasiran dan berlapis baik. Bagian atas bersifat breksian dengan fragmen gamping berukuran kerikil sampai karbonat, kemudian disusul endapan bapal pasiran, semakin ke atas napalnya bersifat lempungan, bagian teratas ditempati napal lempung berwarna hijau kebiruan.

3. Formasi Pucangan

Di bagian barat dan tengah Zona Kendeng formasi ini terletak tidak selaras di atas Formasi Sonde. Formasi ini penyebarannya luas. Di Kendeng Barat batuan ini mempunyai penyebaran dan tersingkap luas antara Trinil dan Ngawi. Ketebalan berkisar 61–480 m, berumur Pliosen Akhir (N21) hingga Plistosen (N22). Di Mandala Kendeng Barat yaitu di daerah Sangiran, Formasi Pucangan berkembang sebagai fasies vulkanik dan fasies lempung hitam.

4. Formasi Kabuh

Formasi Kabuh terletak selaras di atas Formasi Pucangan. Formasi ini terdiri dari batupasir dengan material non vulkanik antara lain kuarsa, berstruktur silangsiur dengan sisipan konglomerat dan tuff, mengandung fosil Moluska air tawar dan fosil – fosil vertebrata berumur Plistosen Tengah, merupakan endapan sungai teranyam yang dicirikan oleh intensifnya struktur silangsiur tipe palung, banyak mengandung fragmen berukuran kerikil. Di bagian bawah yang berbatasan dengan Formasi Pucangan dijumpai grenzbank. Menurut Van Bemmelen (1972) di bagian barat Zona Kendeng (daerah Sangiran), formasi ini diawali lapisan konglomerat gampingan dengan fragmen andesit, batugamping konkresi, batugamping Globigerina, kuarsa, augit, hornblende, feldspar dan fosil Globigerina. Kemudian dilanjutkan dengan pembentukan batupasir tuffaan berstruktur silangsiur dan berlapis mengandung fragmen berukuran kecil yang berwarna putih sampai cokelat kekuningan.

5. Formasi Notopuro

Terletak tidak selaras di atas Formasi Kabuh. Litologi penyusunnya terdiri dari breksi lahar berseling dengan batupasir tufaan dan konglomerat vulkanik. Makin ke atas, sisipan batupasir tufaan makin banyak. Juga terdapat sisipan atau lensa – lensa breksi vulkanik dengan fragmen kerakal, terdiri dari andesit dan batuapung, yang merupakan ciri khas Formasi Notopuro. Formasi ini pada umumnya merupakan endapan lahar yang terbentuk pada lingkungan darat, berumur Plistosen Akhir dengan ketebalan mencapai lebih dari 240 meter.

6. Formasi Undak Bengawan Solo

Endapan ini terdiri dari konglomerat polimik dengan fragmen batugamping, napal dan andesit di samping batupasir yang mengandung fosil-fosil vertebrata, di daerah Brangkal dan Sangiran, endapan undak tersingkap baik sebagai konglomerat dan batupasir andesit yang agak terkonsolidasi dan menumpang di atas bidang erosi pada Formasi Kabuh maupun Notopuro.

NANNOPLANKTON

Nannoplankton merupakan plankton yang berkomposisi gampingan dan apabila menjadi fosil disebut Nannofosil. Nannofosil yang berkomposisi gampingan ini sering disebut sebagai Nannofosil gampingan (*Calcareous Nannofossil*). Nannoplankton mempunyai perkembangan yang pesat, telah dipakai untuk kepentingan stratigrafi Mesozoik dan Kenozoik, sering dijumpai pada batuan sedimen yang berumur Trias hingga Resen. Nannofosil gampingan merupakan material gampingan, yang mempunyai ukuran sangat halus ($3-10\mu$), berasal dari jenis ganggang/algae Gol.Haptophyceae (mempunyai chloroplas yang berfungsi untuk fotosintesa).

Kelebihan dan kekurangan Nannoplankton

Kelebihan :

1. Sampel yang digunakan sangat sedikit ($\pm 1\text{cm}^2$)
2. Cara melakukan preparasi sangat mudah, murah dan cepat
3. Determinasi (genus-spesies) mudah karena jumlah spesiesnya sangat sedikit
4. Tersebar pada batuan Yura hingga Resen (sekarang)
5. Zonasinya mudah dibedakan
6. Dapat digunakan sebagai : penentuan umur dan untuk korelasi interkontinental

Kelemahan atau kekurangannya :

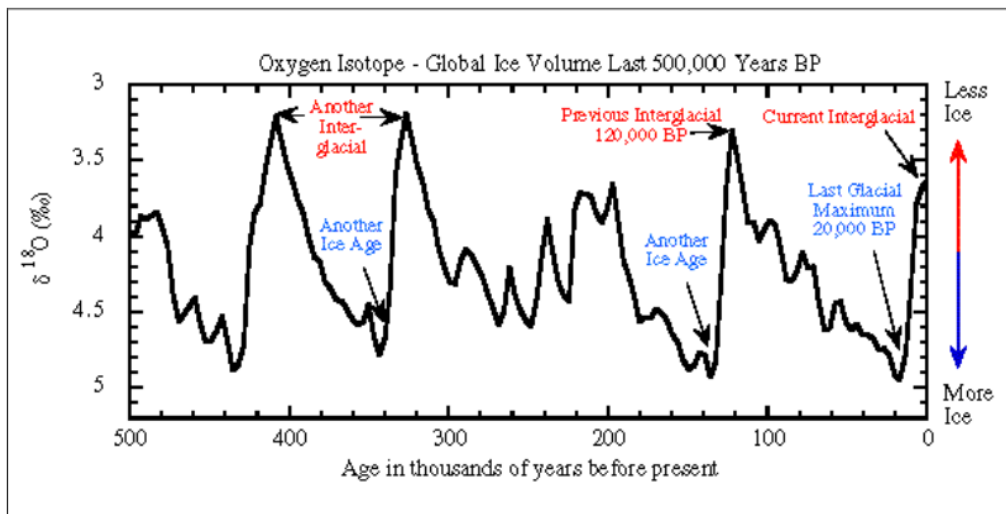
1. Tidak terdapat pada batuan sedimen pinggir pantai, batuan metamorf dan batuan yang mengalami rekristalisasi
2. Mudah rusak karena pengaruh zat asam
3. Ukurannya sangat kecil sehingga sering juga terdapat pengotoran & Reworked fosil.
4. Sangat bagus digunakan untuk Biostratigrafi (umur/posisi stratigrafi)
5. Hidup di daerah tropis, planktonik, penyebarannya oleh arus laut/gelombang, sehingga tersebar luas hampir ke penjuru samudra, sehingga baik untuk korelasi jarak jauh/interkontinen.
6. Dalam sampel yang sedikit terdapat nannofosil dalam jumlah yang banyak.
7. Banyak dijumpai pada batuan sedimen laut meski non gampingan.
8. Tingkat evolusi cepat, sehingga perubahan 1 spesies ke spesies lain dapat terjadi dalam waktu geologi yang pendek.

Hubungan nannoplankton dengan perubahan temperatur

- Pada daerah lintang sedang-tinggi (Zona Temperate-Kutub) mengandung kumpulan *Coccolith* dengan spesies tertentu dan jumlahnya spesies sangat sedikit dibandingkan yang berada di daerah lintang rendah atau Zona Tropik. (Bukry, 1971).
- Di daerah Atlantik, penyebaran spesies terbesar terdapat di daerah tropik dan subtropik (McIntyre, 1967).
- Coccolithus* dapat digunakan sebagai indikator iklim purba pada glasiasi Plistosen di Atlantik Utara (McIntyre, 1967).
- Pada lingkungan bertemperatur dingin, Jumlah *Discolithus macroporus*, *Discoaster perplexus* lebih melimpah dan jenis spesies lebih bervariasi sedangkan pada lingkungan panas, *Gephyrocapsa oceanic* yang lebih melimpah (Cohen, 1964).
- Discoaster pentaradiatus* jumlahnya semakin banyak dengan adanya perubahan iklim yang terjadi pada Pliosen Akhir, $\pm 2,3-2,5$ juta tahun yang lalu. *Discoaster* melimpah pada lintang rendah atau lingkungan air bertemperatur panas di Mediterranean dan Atlantik (B.W.M. Driever, 1984).

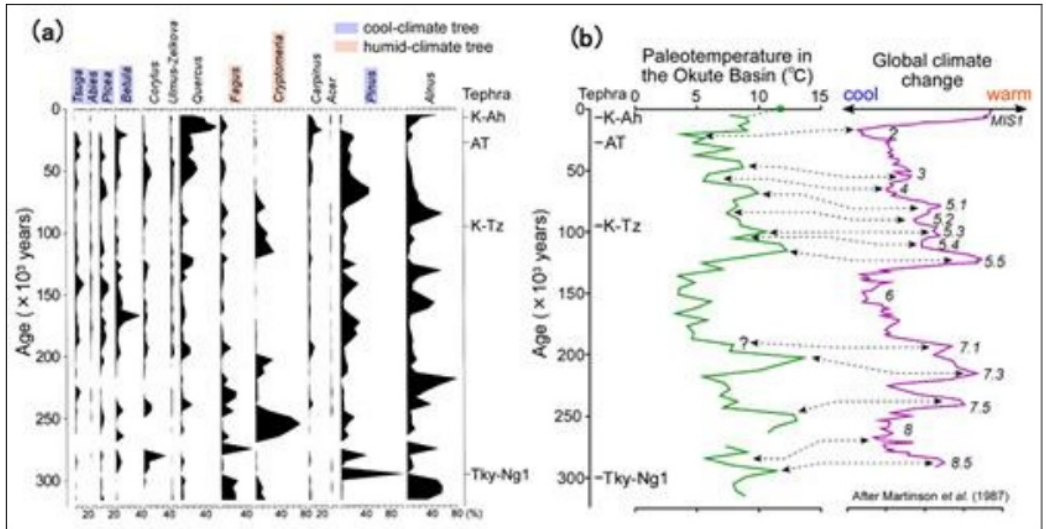
Paleotemperatur Dan Nannoplankton

Analisa cangkang organisme berkomposisi CaCO_3 yang menunjukkan bahwa, dengan isotop oksigen bisa terekam suhu permukaan laut, dimana pada jaman glacial mempunyai nilai isotop besar dibanding interglasial (Gambar 2.3). <http://www.exo.net/~pauld/workshops/Paleoclimate/paleotemperature.html>.



Gambar 2.3. Hasil Analisis Isotop Oksigen pada cangkang karbonat pada Inti Batuan pada Jaman Glacial-Interglasial

Penelitian paleotemperatur yang dilakukan di Okute Basin dengan polen tumbuhan yang hasilnya berupa pola rekonstruksi paleotemperatur (Gambar 2.4) (<https://www.jaea.go.jp/english/news/p07053102/be1.shtml>).



Gambar 2.4. (a) Diagram Persentase serbuk sari dari inti Okute, (b) Temperatur purba direkonstruksi dengan teknik analog modern (kiri) dan perubahan iklim

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT

3.1. Tujuan

- a) Mengetahui hubungan antara perkembangan nannoplankton terhadap perubahan temperatur pada Zona Kendeng
- b) Mengetahui kelebihan dan kekurangan nannoplankton sebagai indikator paleotemperatur
- c) Mengetahui pola paleotemperatur berdasarkan nannoplankton dan ada tidaknya korelasi apabila dibandingkan dengan hasil penafsiran paleotemperatur dengan foraminifera oleh peneliti terdahulu (Van Gorsel & Troelstra, 1981).
- d) Mengetahui bagaimana paleotemperatur yang diperoleh berdasarkan analisis nannoplankton terhadap perubahan iklim saat terjadi pencairan es di bumi glasial-interglasial, sehingga bisa dibuat model geologi perubahan temperatur buminya.

3.2. Manfaat

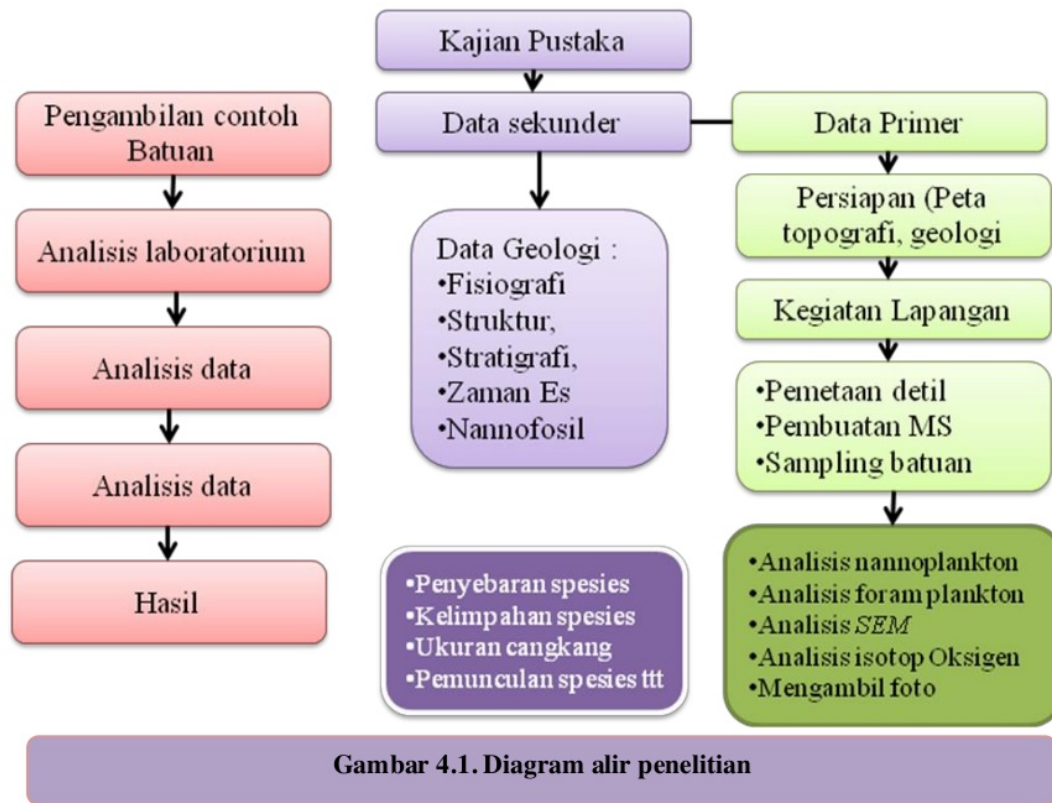
Dapat mengetahui secara menyeluruh tentang :

- a) Perubahan paleotemperatur Zona Kendeng terhadap perkembangan kehidupan nannoplankton.
- b) Pengaruh perubahan zaman es (glasial-interglasial) terhadap perkembangan kehidupan mikrofauna khususnya nannoplankton
- c) Adanya penambahan data paleotemperatur pada Zaman Pliosen-Plistosen di Jawa,
- d) Pengembangan model geologi tentang perubahan paleotemperatur
- e) Memberikan sumbangan untuk inventarisasi **model geologi** khususnya hubungan mikrofauna dengan paleotemperatur.

BAB 4. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah induktif generalisasi fungsional, dimana pernyataan peneliti Van Gorsel dan Troelstra (1981), menyatakan bahwa foraminifera plankton mempunyai fungsi terhadap paleotemperatur, dimana semakin besar rasio foraminifera plankton dan ukuran diameter *Orbulina universa* maka disimpulkan bahwa termperatur semakin panas. Berdasarkan pendapat diatas maka diasumsikan bahwa nannoplankton juga dapat digunakan sebagai indikator paleotemperatur karena dijumpai dalam lingkungan yang sama (di lautan).

Metode pendekatan yang akan digunakan untuk memecahkan masalah meliputi pengumpulan data, proses data, analisa dan sintesa, penyusunan laporan yang ditunjukkan pada gambar 4.1. Adapun uraian setiap tahap sebagai berikut :



4.1. Pengumpulan data

Pengumpulan data diperoleh dari data lapangan dan literatur. Data Lapangan meliputi :

- a) Pemetaan geologi di Daerah Bojonegoro, Nganjuk dan Jombang
- b) Pengukuran Lintasan Stratigrafi Terukur / *Measured Secion (MS)* pada 3 lintasan :
 - ❖ Lintasan Sungai Kedungsumber, Daerah Soko, Bojonegoro
 - ❖ Lintasan Sungai Kalibeng, Kedungringin, Jombang
 - ❖ Lintasan Kaliasin, Pinggir, Lengkong, Nganjuk
- c) Pengamatan variasi litologi, urutan stratigrafi, pengambilan contoh batuan untuk analisa fosil dan Analisis Nannoplankton menggunakan Mikroskop polarisasi dan *Scanning Electron Microscope*

Pengumpulan Data, Sampling dan Proses Analisis

Sampling pada jalur MS dengan interval tertentu dengan jumlah untuk Formasi Kerek ± 20 batuan, Kalibeng ± 30 batuan, Formasi Klitik ± 20 batuan. Referensi menggunakan data paleotemperatur dengan foraminifera plankton (Van Gorsel dan Troelstra, 1981) dan data paleotemperatur dengan nannoplankton (Choiriah dkk, 1990) pada lintasan Sungai Bengawan Solo. Di dalam data tersebut dijelaskan bahwa selama Miosen Akhir - Plistosen terdapat 6 zona klimatostratigrafi.

4.2. Proses Data

Data lapangan diproses, ditafsirkan dan disajikan dalam model-model geologi seperti Peta Lintasan, Peta Geologi, Kolom stratigrafi terukur (MS), grafik Paleotemperatur dari berbagai parameter, table atau gambaran tentang Biostratigrafi berdasarkan biodatum masing-masing umur. Data lapangan yang berupa contoh batuan dipreparasi dan dianalisa kandungan fosil nannoplanktonnya, di Laboratorium Petrografi dan paleontologi UPN "Veteran" Yogyakarta dengan menggunakan mikroskop optik jenis polarisasi dan Binokuler serta Analisis dengan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) yang dilakukan di Pusat Survey Geologi Bandung.

4.3. Analisis data dan Sintesis

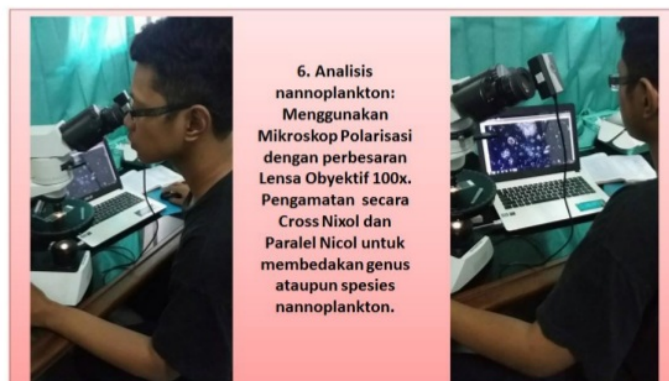
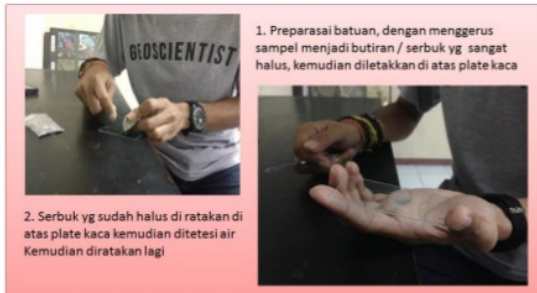
Sampel dari lapangan diseleksi sesuai kriteria yang dibutuhkan, baru dilakukan analisis laboratorium. Analisis meliputi preparasi batuan menjadi sayatan tipis dan analisis untuk determinasi nanofosil dari tingkat genus hingga spesies. Preparasi dilakukan dengan metode Poles / *Smear Slides methods* yaitu dengan cara :

1. Ambil bagian dalam dari contoh batuan sebesar biji padi
2. Taburkan diatas kaca slide/kaca obyektif.
3. Tambah berapa tetes air destilasi pada gelas obyektif
4. Ratakan dengan pinset *stenlees* yang sudah dibersihkan.
5. Keringkan diatas pemanas (*hot plate*). Setelah kering ,
6. Ratakan kembali dan ditipiskan bila masih terlalu tebal dengan menggunakan cover glass
7. Baru kita beri kode sampel sesuai no sampel

Analisis Nannoplankton dilakukan untuk mendeterminasi nama genus hingga tingkat spesies.

- ✚ Analisis nannoplankton dilakukan dengan menggunakan mikroskop polarisasi, dengan menggunakan nikol sejajar atau nikol silang, dengan perbesaran ingga 100kali. Analisis ini untuk mengetahui nannoplankton dari tingkat genus sampai spesiesnya, jumlah kelimpahan spesies, jumlah total spesies, ukuran spesies tertentu, dan dilakukan pengambilan gambar fosil tersebut.
- ✚ Analisis foram plankton dengan menggunakan mikroskop binokuler, untuk mengetahui nama fosil yang muncul dari tingkat genus sampai spesies, jumlah kelimpahan spesies, jumlah total spesies dan ukuran spesies tertentu.
- ✚ Analisis nanofosil juga dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Mcroscope* (SEM) di Pusat Survey Geologi di Bandung untuk mengamati fosil nannoplankton yang susah dideterminasi dengan mikroskop polarisasi dan hanya bisa dilihat dengan SEM dan untuk pemotretan fosil tersebut.
- ✚ Hasil analisis kemudian diproses secara statistik, disajikan dalam bentuk tabulasi dan grafik.
- ✚ Untuk memperjelas hasil penelitian juga ditampilkan foto-foto singkapan batuan di lapangan dan foto fosil nannoplankton baik dengan mikroskop polarisasi atau dengan SEM
- ✚ Semua data yang telah diproses baik data lapangan maupun laboratorium dikompilasi dan dibuat pengelompokan sesuai urutan stratigrafinya.

Preparasi Nannoplankton dengan Metode Poles (*Smear Slide*)



Preparasi dengan menggunakan SEM di Pusat Survey Geologi Bandung.



1.Persiapan analisis dengan SEM



2.Material yang akan diuji dengan SEM



**3.Analisis nannofosil dengan SEM
(Debby Yulfira, Tim Jombang)**



**4.Sudah selesainya analisis dengan SEM
(Debby Yulfira, Tim Jombang)**

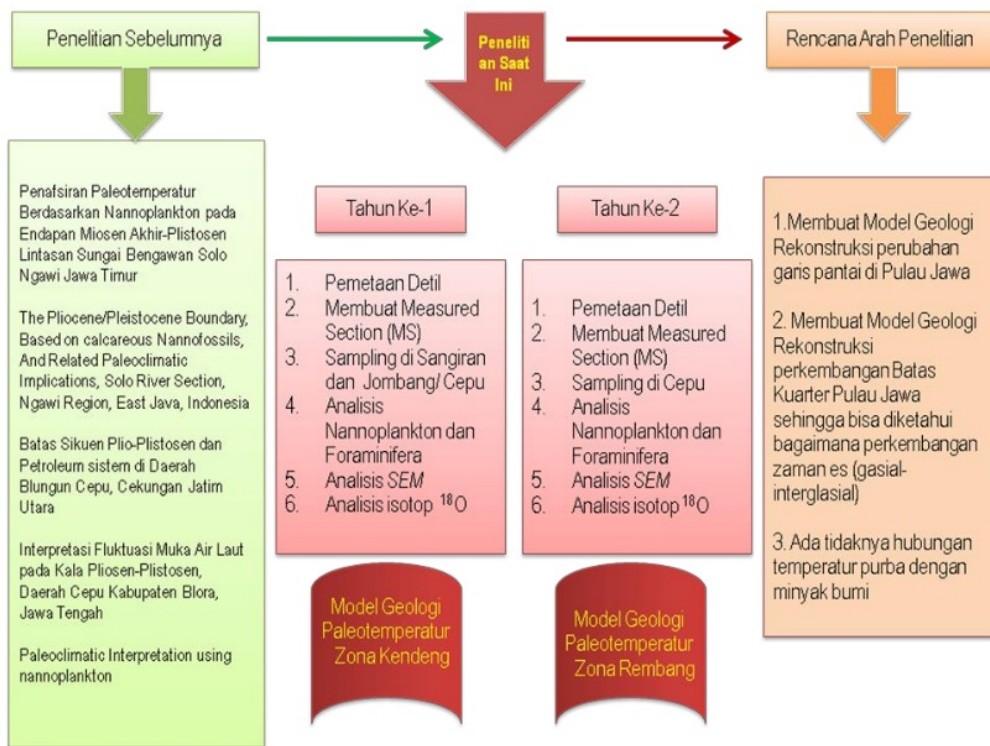


**5.Analisis nannofosil dengan SEM
(Syahrastani ,Tim Bojonegoro)**



**6.Analisis nannofosil dengan SEM
(Kurniawan, Tim Bojonegoro)**

Road Map Penelitian



Gambar 4.2 Road Map Peneliti berkelanjutan

BAB 5. HASIL

Hasil penelitian berupa Peta Lintasan :

1. Peta Lintasan Sungai Kedungsumber, Desa Soko, Kabupaten Bojonegoro (**Gambar 5.1**)
2. Peta Lintasan Kaliasin, Desa Pinggir, Kecamatan Lengkong, Kabupaten Nganjuk (**Gambar 5.2**)
3. Peta Lintasan Sungai Kalibeng, Desa Kedungringin, Kabupaten Jombang (**Gambar 5.3**).

Peta Geologi untuk penyebaran satuan batuan :

1. Peta Geologi Daerah Soko, Kabupaten Bojonegoro (**Gambar 5.4**),
2. Peta Geologi Daerah Pinggir, Kecamatan Lengkong, Kabupaten Nganjuk (**Gambar 5.5**)
3. Peta Geologi Daerah Kedungringin, Kabupaten Jombang (**Gambar 5.6**)

Kolom Pengukuran Stratigrafi :

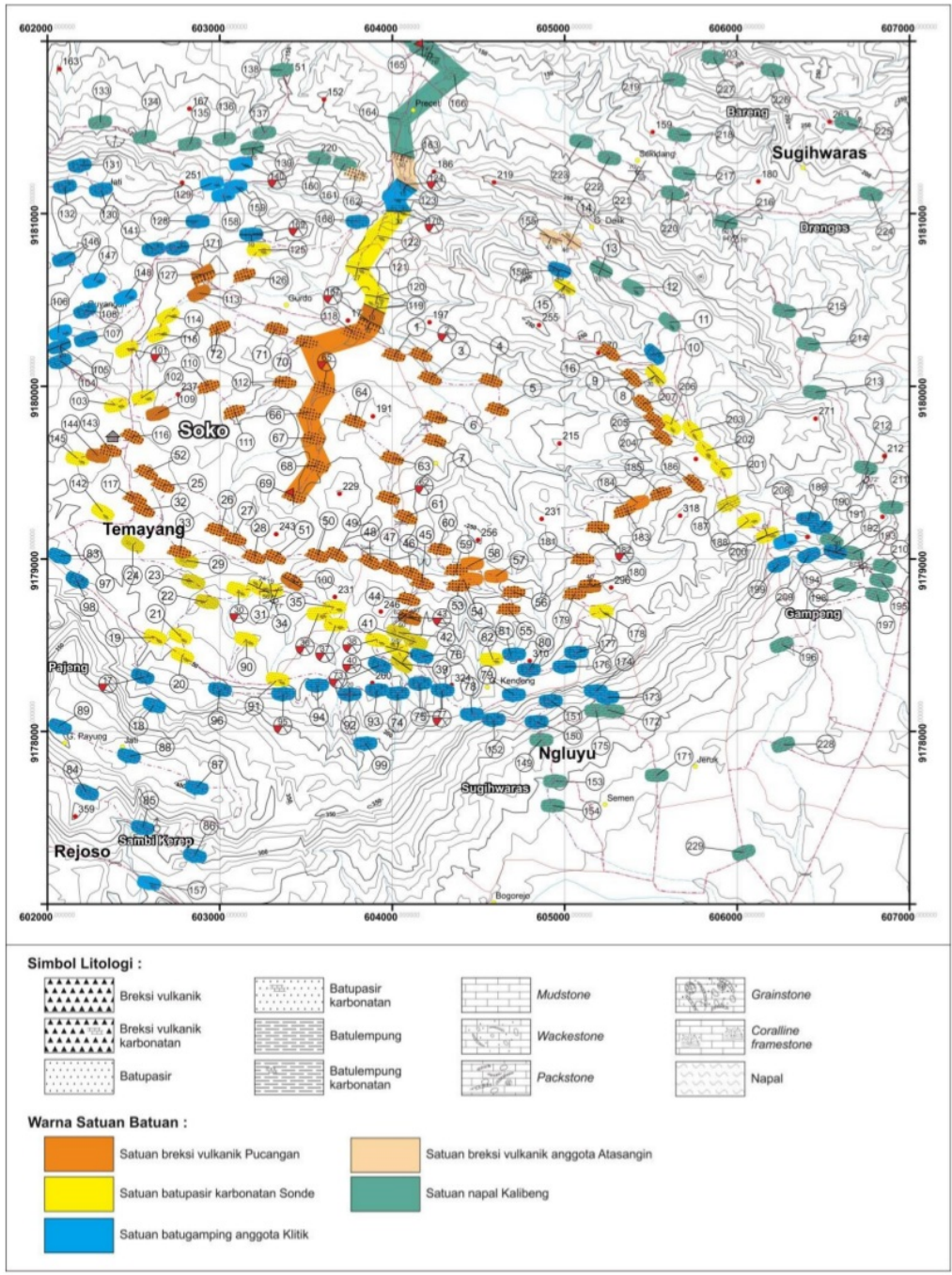
1. Stratigrafi Daerah lengkong dan sekitarnya Nganju (**Gambar 5.7**),

Tabel Hasil Analisis Nannofosil :

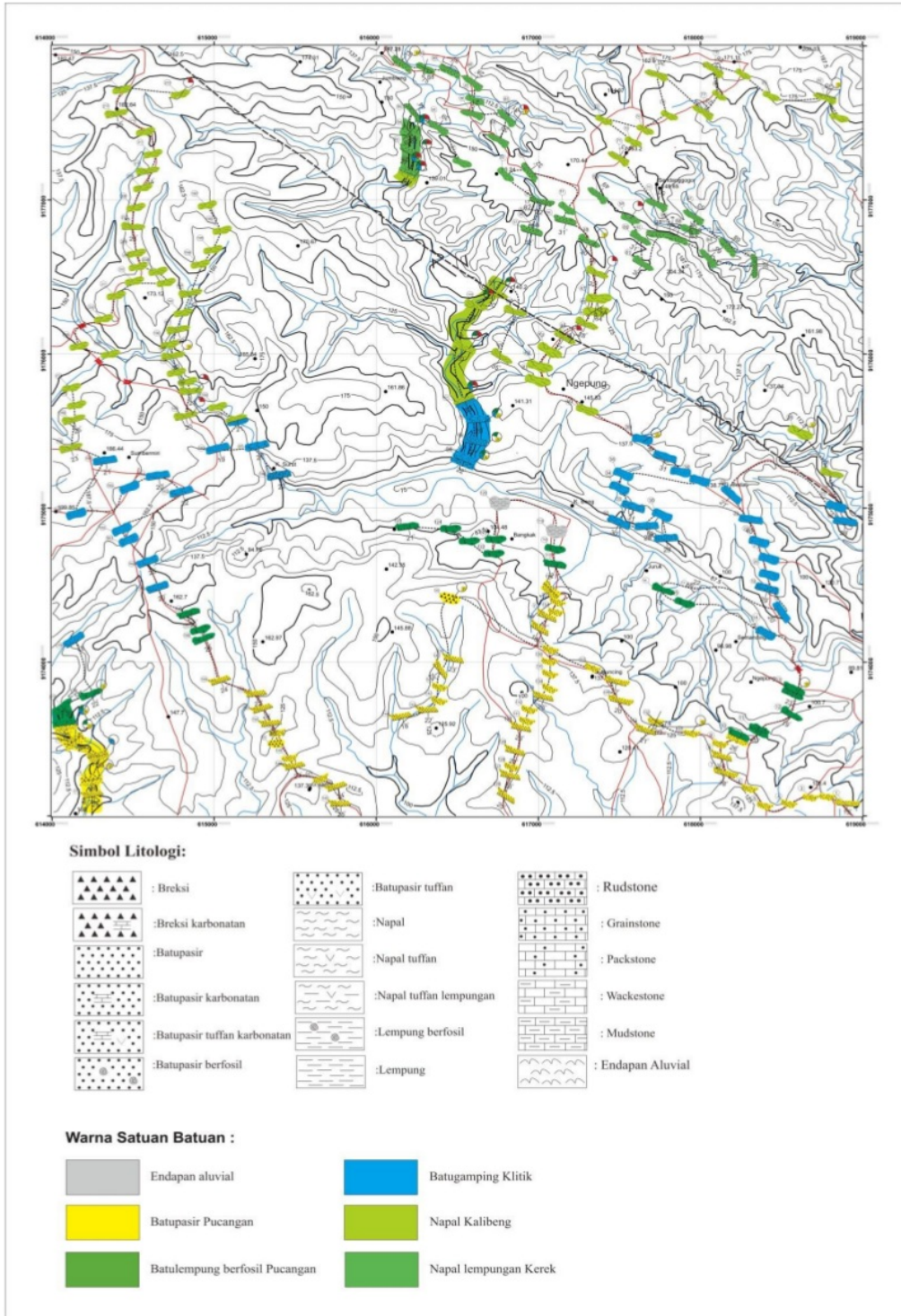
1. Hasil Analisis Nannoplankton Daerah Soko, Kabupaten Bojonegoro (**Tabel 5.1**),
2. Hasil Analisis Nannoplankton Daerah Pinggir, Kecamatan Lengkong, KabNganjuk (**Tabel 5.2**)
3. Hasil Analisis Nannoplankton Daerah Kedungringin, Kabupaten Jombang (**Tabel 5.3**)

Graik Interpretasi Paleotemperatur Berdasarkan Nannofosil :

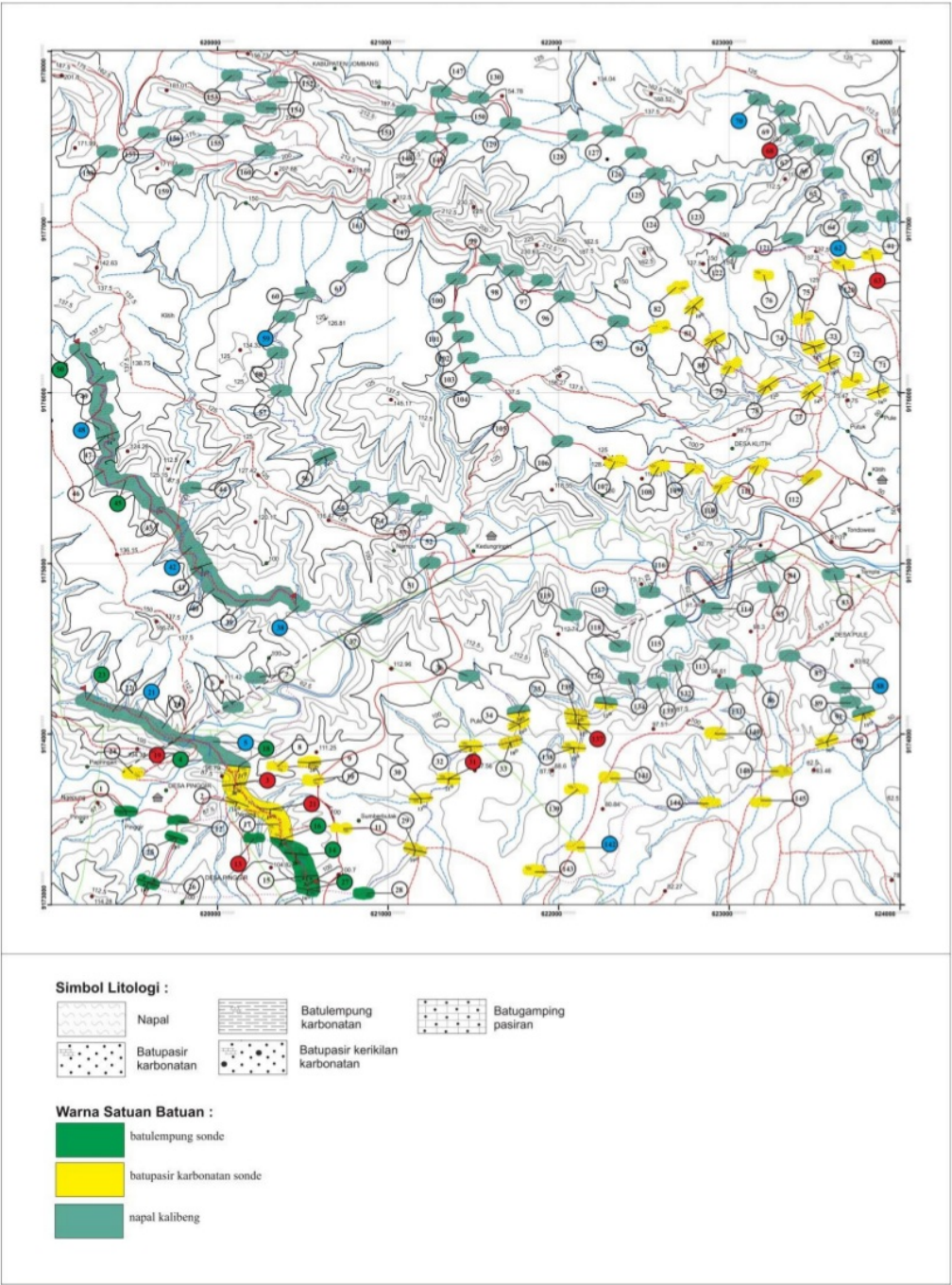
1. Daerah Soko, Kabupaten Bojonegoro (**Gambar 5.10**),
2. Daerah Pinggir, Kecamatan Lengkong, KabNganjuk (**Gambar 5.12**)
3. Daerah Kedungringin, Kabupaten Jombang (**Gambar 5.11**)



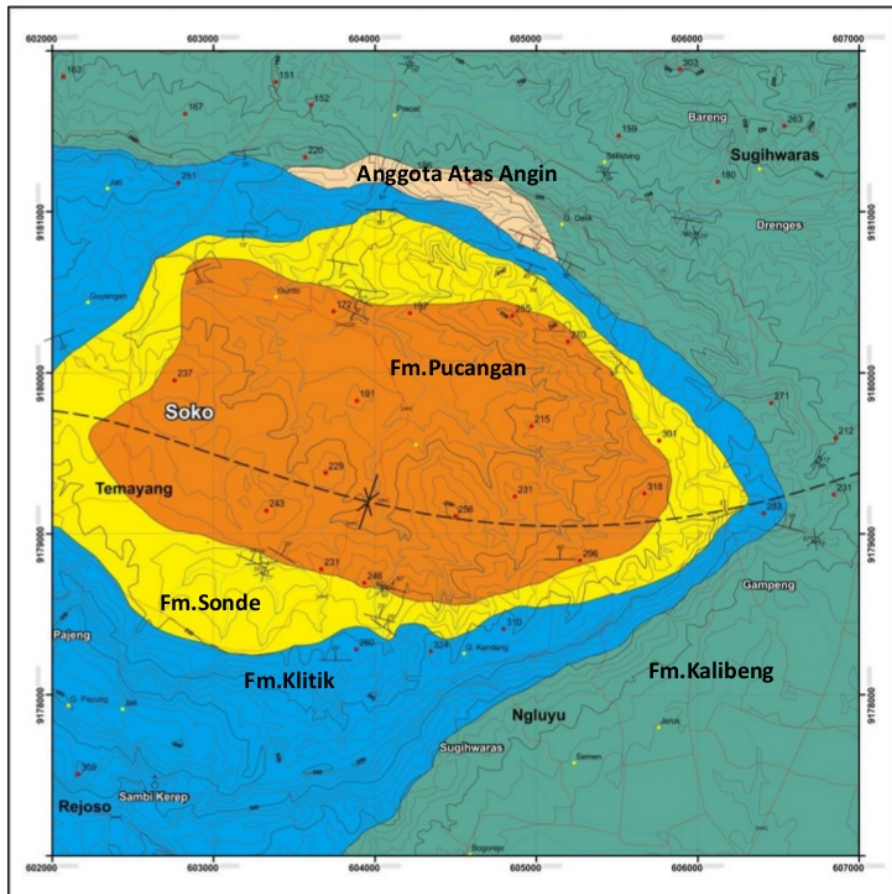
Gambar 5.1. Peta Lintasan Daerah Soko, Kabupaten Bojonegoro



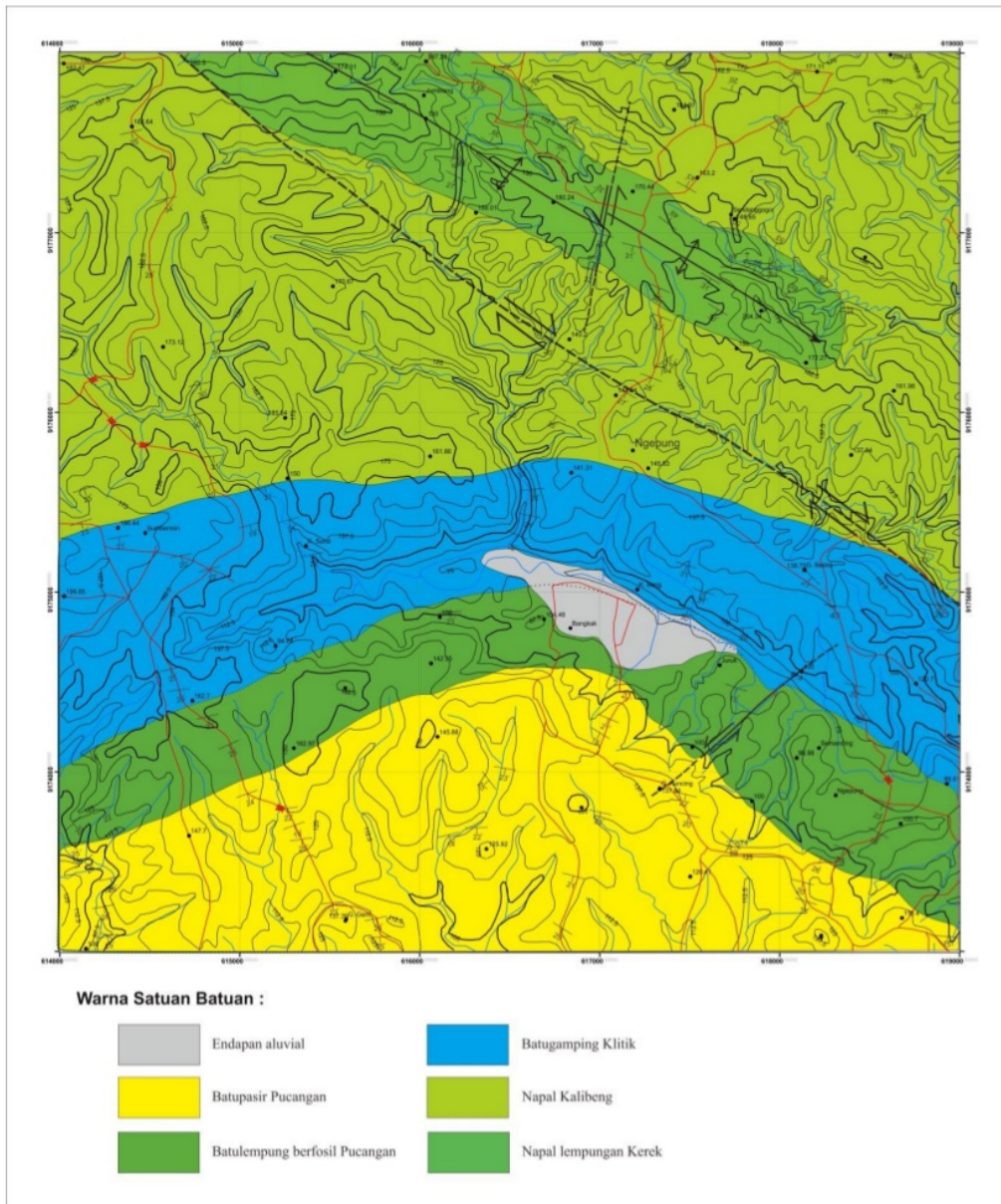
Gambar 5.2. Peta Lintasan Daerah Pinggir, Kec. Lingsong, Kab.Nganjuk



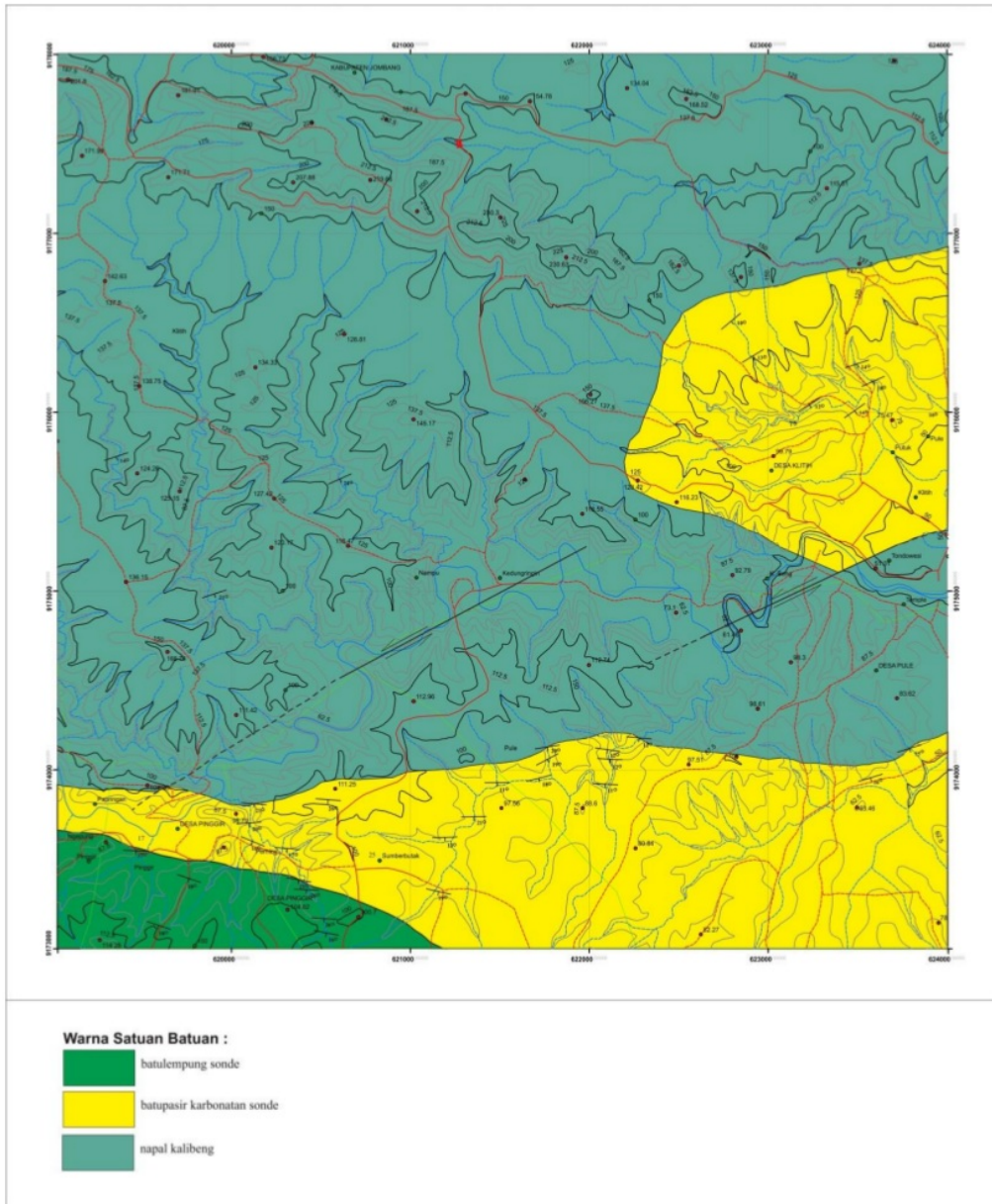
Gambar 5.3. Peta Lintasan Daerah Kedungringin. Kec.Plandaan, Kab. Jombang



Gambar 5.4. Peta Geologi Daerah Soko, Kab.Bojonegoro

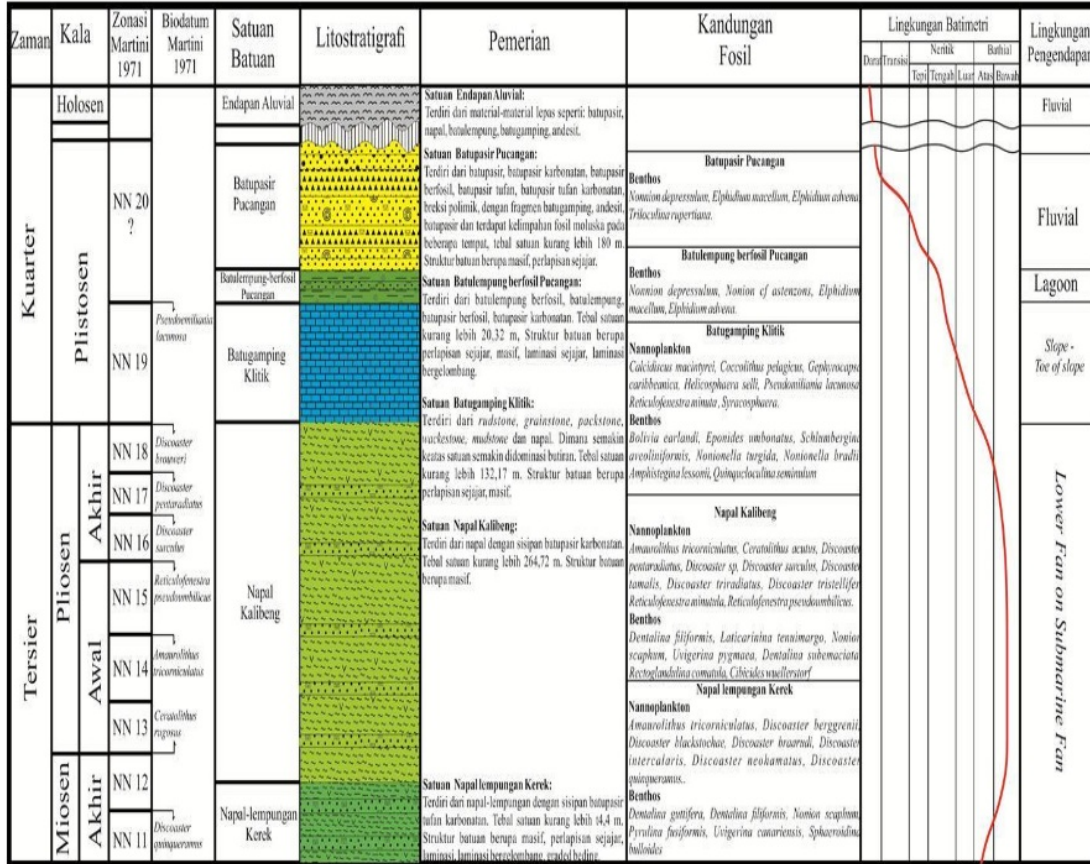


Gambar 5.5. Peta Geologi Daerah Pinggir, Kec.Lengkong, Kab.Nganjuk



Gambar 5.6. Peta Geologi Daerah Kedungringin, Kec.Plandaan, Kab.Jombang

5.2. SRATIGRAFI DAERAH PENELITIAN



Gambar 5.7. Stratigrafi Daerah Lengkong dan sekitarnya Kec.Nganjuk, Jawa Timur

Singkapan batuan di lokasi penelitian

1. Formasi Kerek :

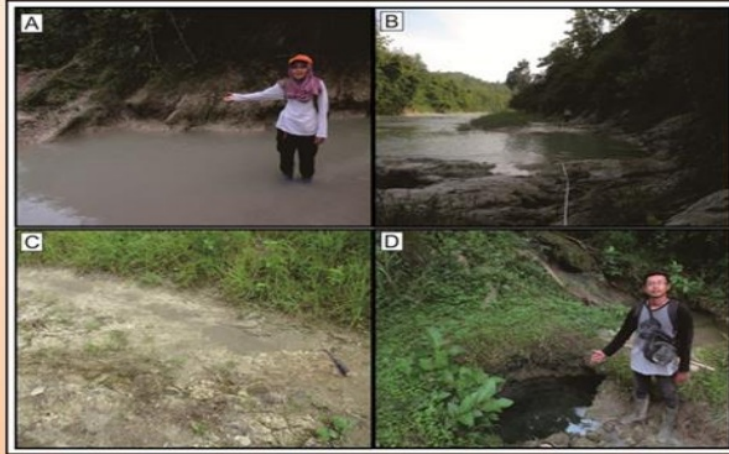


Foto singkapan batuan napal-lempungan Kerek (A) Lapisan batupasir karbonatan pada LP 94 daerah Jumblang (B) Foto pada lintasan MS daerah Jumblang, (C) Batupasir karbonatan sebagai sisipan pada LP 68, (D) Terdapat rembesan minyak (seepage) pada LP 56 daerah Sendangggogor

2. Formasi Kalibeng



Foto singkapan satuan napal Kalibeng dengan karakteristik litologi penyusun.(A) Singkapan lapisan batupasir karbonatan pada napal Kalibeng di LP 190, azimuth N092°E (B)Foto parameter litologi batupasir karbonatan pada LP 190, azimuth N140°E (C) Foto parameter litologi napal pada LP 190, azimuth N022°E.

Hubungan Stratigrafi : Kontak yang dijumpai di daerah penelitian terdapat pada lintasan penampang stratigrafi terukur pada daerah Jumblang menunjukkan kontak selaras dengan satuan batuan dibawahnya antara napal Kalibeng dengan napal-lempungan Kerek

Gambar 5.8. Foto-foto Singkapan batuan Formasi Kerek dan Kalibeng

Singkapan batuan di lokasi penelitian

3. Formasi Klitik



Singkapan Batugamping Anggota Klitik di daerah Soko, Bojonegoro .



Hubungan Stratigrafi : Kontak yang dijumpai di daerah penelitian terdapat pada lintasan penampang stratigrafi terukur pada Kali Asin menunjukkan kontak selaras dengan satuan batuan dibawahnya antara batugamping Klitik dengan napal Kalibeng

4. Formasi Pucangan



Singkapan Breksi Formasi Pucangan Di Soko, Bojonegoro



Foto singkapan satuan batupasir Pucangan pada lintasa MS kali Ketandan (A) singkapan breksi karbonatan, azimuth N117°E (B) Foto parameter batupasir dengan keterdapatan skeletal, (C) foto parameter breksi dengan keterdapatan pecahan cangkang moluska, (D) dan (E) foto parameter fosil moluska pada satuan batupasir Pucangan



Hubungan Stratigrafi : Kontak selaras dengan satuan batulempung berfosil Pucangan

5. Formasi Sonde



Singkapan Batupasir Formasi Sonde Di Soko, Bojonegoro



Singkapan Batulempung , Formasi Sonde. Di Nganjuk



Makrofosil , Formasi Sonde di Nganjuk

Gambar 5.9. Foto-foto Singkapan batuan Formasi Klitik, Pucangan dan Sonde

Tabel 5.2. Hasil analisis Nannoplankton daerah Nganjuk, Jawa Timur

No	Nama Spesies	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S30	S31
1	<i>Amaurolithus tricarinatus</i>	1	1	1	1	1																									
2	<i>Calcidiscus leptopus</i>																														
3	<i>Calcidiscus macintyreii</i>	1																													
4	<i>Ceratolithus acutus</i>																														
5	<i>Ceratolithus armatus</i>																														
6	<i>Ceratolithus rugosus</i>																														
7	<i>Coccolithus pelagicus</i>	2	3	4	7	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2												
8	<i>Coccolithus miolopagicus</i>	1	1																												
9	<i>Coccolithus pilopelagicus</i>																														
10	<i>Discoaster asymmetricus</i>																														
11	<i>Discoaster bergrenii</i>	1	1	1	3	2	7	9	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
12	<i>Discoaster blacktochae</i>	1	1																												
13	<i>Discoaster branudi</i>	1																													
14	<i>Discoaster brouweri</i>	1	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1	1	3	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1						
15	<i>Discoaster challengeri</i>	1	2	2																											
16	<i>Discoaster druggii</i>	1																													
17	<i>Discoaster intercalaris</i>	2	3	4	2																										
18	<i>Discoaster kugleri</i>	1																													
19	<i>Discoaster neohamatus</i>	1	1	1																											
20	<i>Discoaster pentaradiatus</i>																														
21	<i>Discoaster prepentaradiatus</i>																														
22	<i>Discoaster quinquemuratus</i>	1	2	1																											
23	<i>Discoaster sp.</i>																														
24	<i>Discoaster surculus</i>																														
25	<i>Discoaster tamalis</i>																														
26	<i>Discoaster triradiatus</i>																														
27	<i>Discoaster tristellifer</i>																														
28	<i>Discoaster variabilis</i>	1	2	1																											
29	<i>Gephyrocapsa caribbeanica</i>																														
30	<i>Gephyrocapsa oceanica</i>																														
31	<i>Helicosphaera carteri</i>	4	1	4																											
32	<i>Helicosphaera granulata</i>																														
33	<i>Helicosphaera intermedia</i>	1	1																												
34	<i>Helicosphaera kampfneri</i>																														
35	<i>Helicosphaera selli</i>	1	5	1	1	1	1	1	3	2	2	6	6	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1							
36	<i>Phontosphaera japonica</i>																														
37	<i>Phontosphaera sp.</i>																														
38	<i>Pseudoemiliania lacunosa</i>																														
39	<i>Pseudoemiliania ovata</i>																														
40	<i>Reticulofenestra haqql</i>	1																													
41	<i>Reticulofenestra minuta</i>	5	4	3	5	4	11	3	13	5	5	19	20	17	21	17	7	8	9	23	21	8	6	1	6	7	1	1	1	1	
42	<i>Reticulofenestra minutula</i>																														
43	<i>Reticulofenestra pseudoubilicis</i>																														
44	<i>Scapholithus fossilis</i>	1	1																												
45	<i>Sphenolithus abies</i>	5	4	7	9	9	32	30	29	30	21	19	39	31	19	9	5	4	11	5	20	16									
46	<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	1	1																												
47	<i>Sphenolithus marformis</i>	1	3	1																											
48	<i>Sphenolithus neobabies</i>	8	6	8	14	7	9	8	22	25	8	17	27	30	17	8	4	5	15	7	8	11									
49	<i>Syracosphaera</i>																														
50	<i>Thraucosphaera savea</i>	1	1																												
51	<i>Umbilicosphaera jafari</i>																														
17	Jumlah Spesies	17	17	21	20	17	17	14	14	20	19	17	19	25	19	19	17	13	15	15	14	12	10	12	5	7	8	7	1	4	3
33	Jumlah Individu	33	41	48	63	79	73	83	91	105	80	63	135	155	137	76	53	48	57	44	82	71	22	19	8	22	32	7	1	4	3

Tabel.5.5. Hasil analisis Nannoplankton (*Diversity*/Jumlah penyebaran dan *Abundance* kelimpahan spesies tertentu sebagai indikator paleotemperatur Lintasan Sungai, Kalibeng, Jombang

No	Nomor Sampel	D33	D32	D31	D30	D29	D28	D27	D26	D25	D24	D23	D22	D21	D20	D19	D18	D17	D16	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1		
Spesies air dingin																																				
1	<i>Coccolithus pelagicus</i>	2			4	2			3	1	2	1	3		3	45	6	2	44		17	25	1			5					1	4		2		
2	<i>Coccolithus pliopelagicus</i>	3	5			9			1	51	2	6	5	19	9	59	32	11	10	15	2	5		8	1	2	10	2		1	2	3				
3	<i>Discoaster chalenieri</i>										4	1		1	2		3	2													1			2		
4	<i>Discoaster intermedius</i>																															2		1	1	
5	<i>Discoaster pentaradiatus</i>				1																														1	
6	<i>Gephyrocapsa caribbeanica</i>							1		1																										
Jumlah species air dingin		2	1	0	2	1	1	1	2	3	3	3	2	2	3	2	3	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	1	0	4	1	3	0	4		
Jumlah indivk air dingin		5	5	0	5	2	9	1	4	53	8	8	8	20	14	104	41	15	54	15	19	30	1	8	1	7	10	2	0	5	2	8	0	6		
Spesies transisi																																				
1	<i>Calcidicus leporinus</i>									1						1	1	1	1														1			
2	<i>Discoaster variabilis</i>														1		3					2						1	2		1		1	1		
Jumlah species transisi		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	1	1		
Jumlah indivk air transisi		0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	4	1	1	1	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	1	1		
Spesies air hangat																																				
1	<i>Discoaster atom metallicus</i>									1	3	2	5	8	6	8			2				2		2											
2	<i>Discoaster hsu-hanckeyi</i>																																			
3	<i>Discoaster pentaradiatus</i>																																			
4	<i>Discoaster surculus</i>											1	3	2		2	2	4	2	2			1								1				1	
5	<i>Discoaster trisulcifer</i>															3	2								1		1			6	18	16	3	3	2	8
6	<i>Gephyrocapsa oceanica</i>				1		1																													
7	<i>Rhabdosphaera cavigera</i>									1												1														
Jumlah species air hangat		0	0	1	0	1	1	0	0	2	2	0	3	2	2	1	3	2	1	3	1	0	0	3	0	2	1	1	2	2	2	2	1	2		
Jumlah indivk air hangat		0	0	1	0	1	1	0	0	2	4	0	8	8	10	6	13	4	4	5	2	0	0	4	0	3	1	6	19	17	4	4	2	9		
Bentuk Coccolith																																				
1	<i>Calcidicus leporinus</i>									1							1	1	1	1													1			
2	<i>Coccolithus pelagicus</i>	2			4	2			3	1	2	1	3		3	45	6	2	44		17	25	1			5					1	4		2		
3	<i>Coccolithus pliopelagicus</i>	3	5			9			1	51	2	6	5	19	9	59	32	11	10	15	2	5		8	1	2	10	2		1	2	3				
4	<i>Gephyrocapsa caribbeanica</i>																																			
5	<i>Gephyrocapsa oceanica</i>				1		1																													
6	<i>Helicosphaera carteri</i>	1								6	3	3	1	3	11	10		3	10	2											4			1	2	
7	<i>Helicosphaera kaminari</i>																																			
8	<i>Helicosphaera seti</i>																																			
Jumlah individu bentuk coccolith		6	5	1	4	4	10	2	4	60	8	11	9	24	24	114	39	18	65	18	19	30	1	8	1	7	10	2	0	7	3	7	1	4		
Discoaster																																				
Jumlah species discoaster		0	1	0	1	1	1	0	1	4	5	5	7	8	8	3	9	8	5	8	4	6	1	7	0	4	8	5	5	6	5	4	4	10		
Jumlah indivk discoaster		0	1	0	1	1	1	0	1	13	43	14	21	35	31	20	33	31	28	15	12	8	1	16	0	7	13	17	24	25	13	8	6	18		

5.1. Nannoplankton Dan Perubahan Paleotemperatur

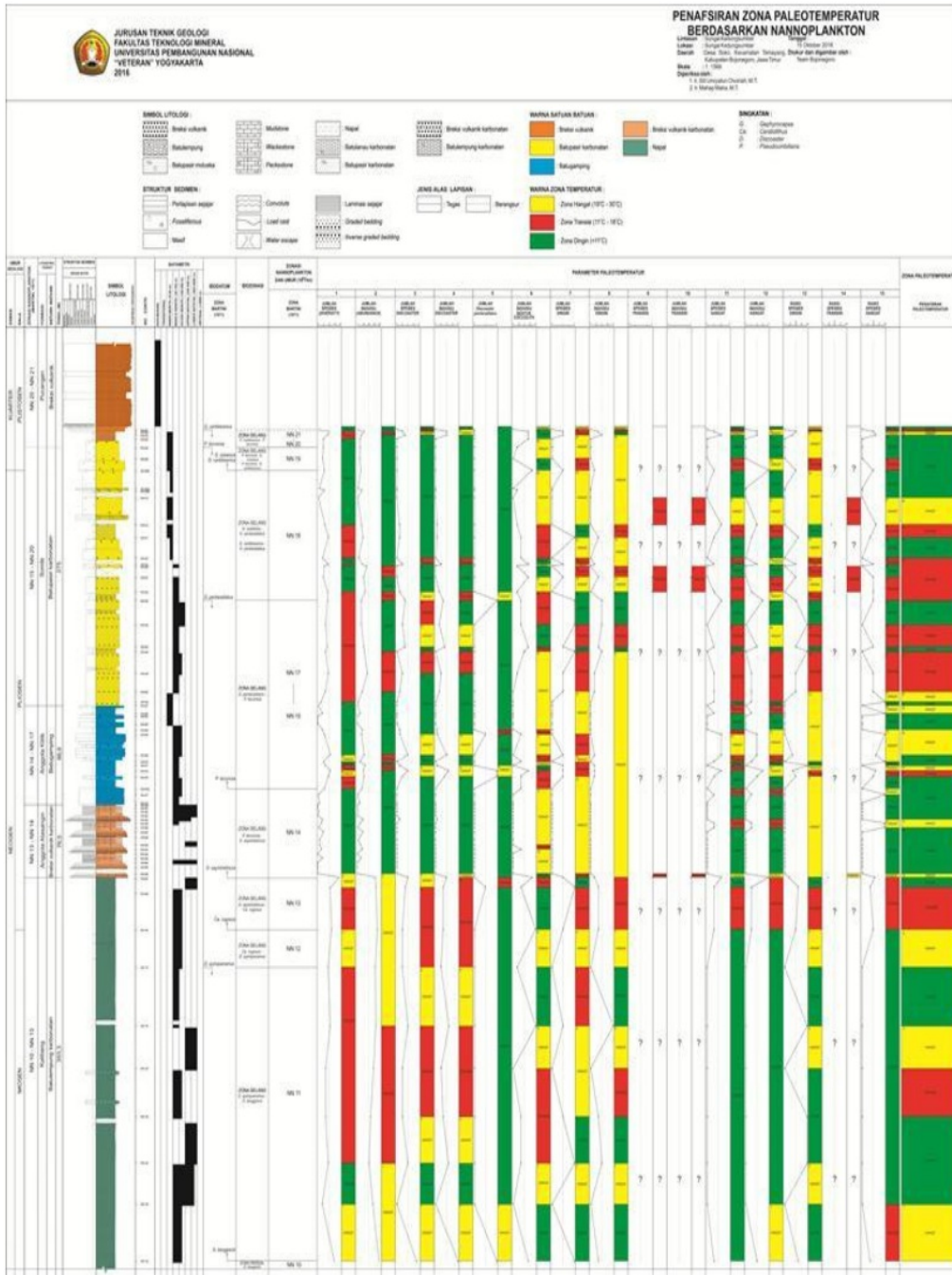
Beberapa parameter yang digunakan untuk menafsirkan paleotemperatur pada setiap sampel batuan yang harus dihitung dan dibuat rasio, yaitu :

1. Jumlah spesies (*Diversity*)
2. Jumlah individu (*Abundance*)
3. Jumlah spesies Discoaster
4. Jumlah individu Discoaster
5. Jumlah *Discoaster pentaradiatus*
6. Jumlah Individu yang berbentuk Coccolith
7. Jumlah spesies penciri lingkungan bertemperatur dingin
8. Jumlah individu penciri lingkungan bertemperatur dingin
9. Jumlah spesies penciri lingkungan bertemperatur transisi
10. Jumlah individu penciri lingkungan bertemperatur transisi
11. Jumlah spesies penciri lingkungan bertemperatur hangat
12. Jumlah individu penciri lingkungan bertemperatur hangat
13. Jumlah Rasio spesies sebagai indikator lingkungan dingin
14. Jumlah Rasio spesies sebagai indikator lingkungan transisi
15. Jumlah Rasio spesies sebagai indikator lingkungan hangat

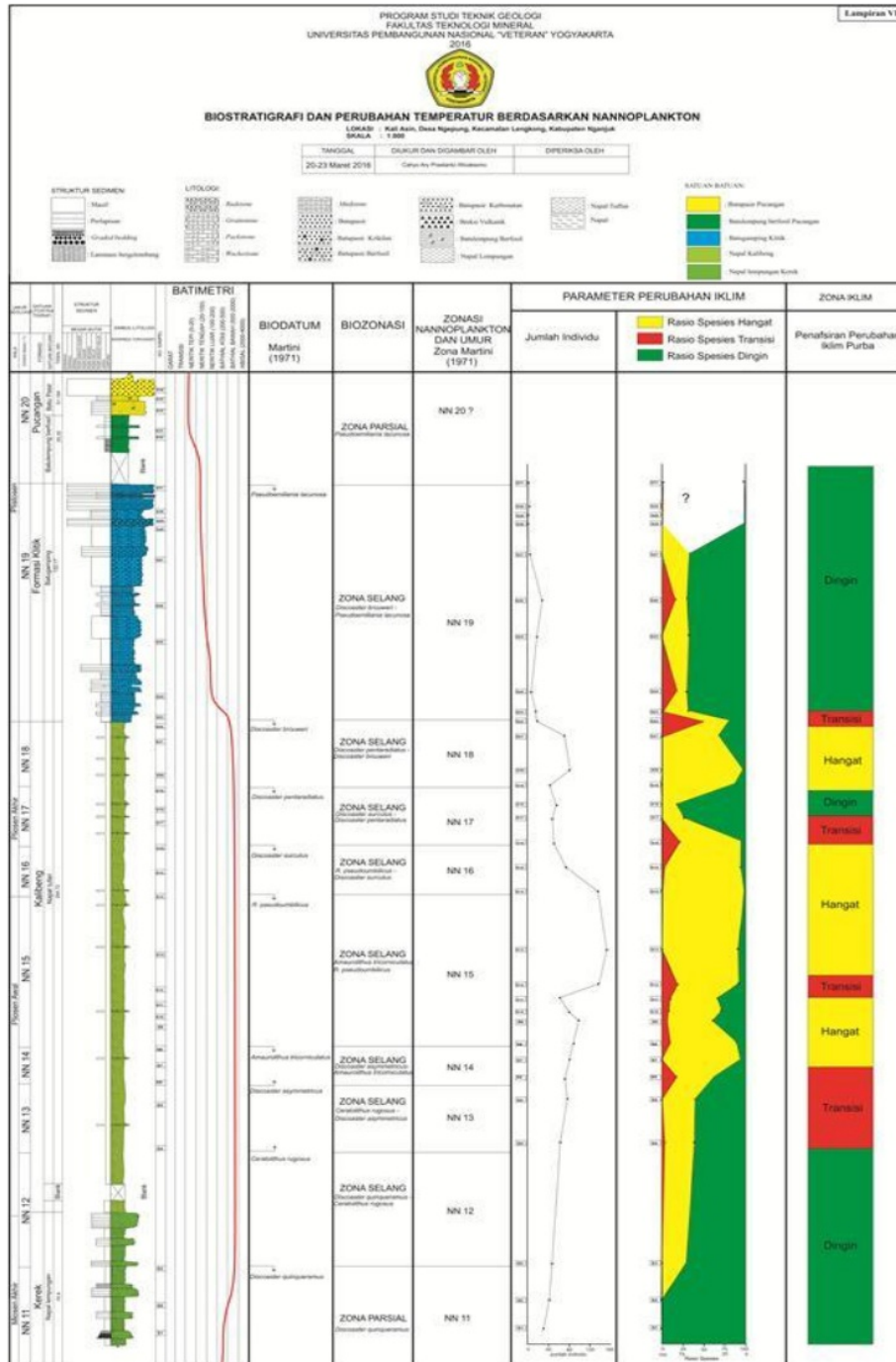
Hasil analisis dari 15 (lima belas) parameter pada Tabel 5.1; Tabel 5.2; Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 Hasil tersebut direkonstruksi perubahan paleotemperatur. Hasil analisis perubahan paleotemperatur pada Gambar 5.10; Gambar 5.11; Gambar 5.12 yang dibedakan dengan warna hijau menunjukkan zona dingin (<11°C), warna merah (zona transisi (11°C-18°C), warna kuning zona hangat (9°C-30°C). 3 lokasi dengan objek parameter sesuai daerahnya : Lintasan Sungai Kedungsumber, Daerah Soko, Kecamatan Soko, Kabupaten Bojonegoro

- a) Lintasan Sungai Kalibeng, Daerah Kedungringin, Kecamatan Plandaan, Kabupaten Jombang
- b) Lintasan Kaliasin, Daerah Pinggir, Kecamatan Lengkon, Kabupaten Nganjuk.

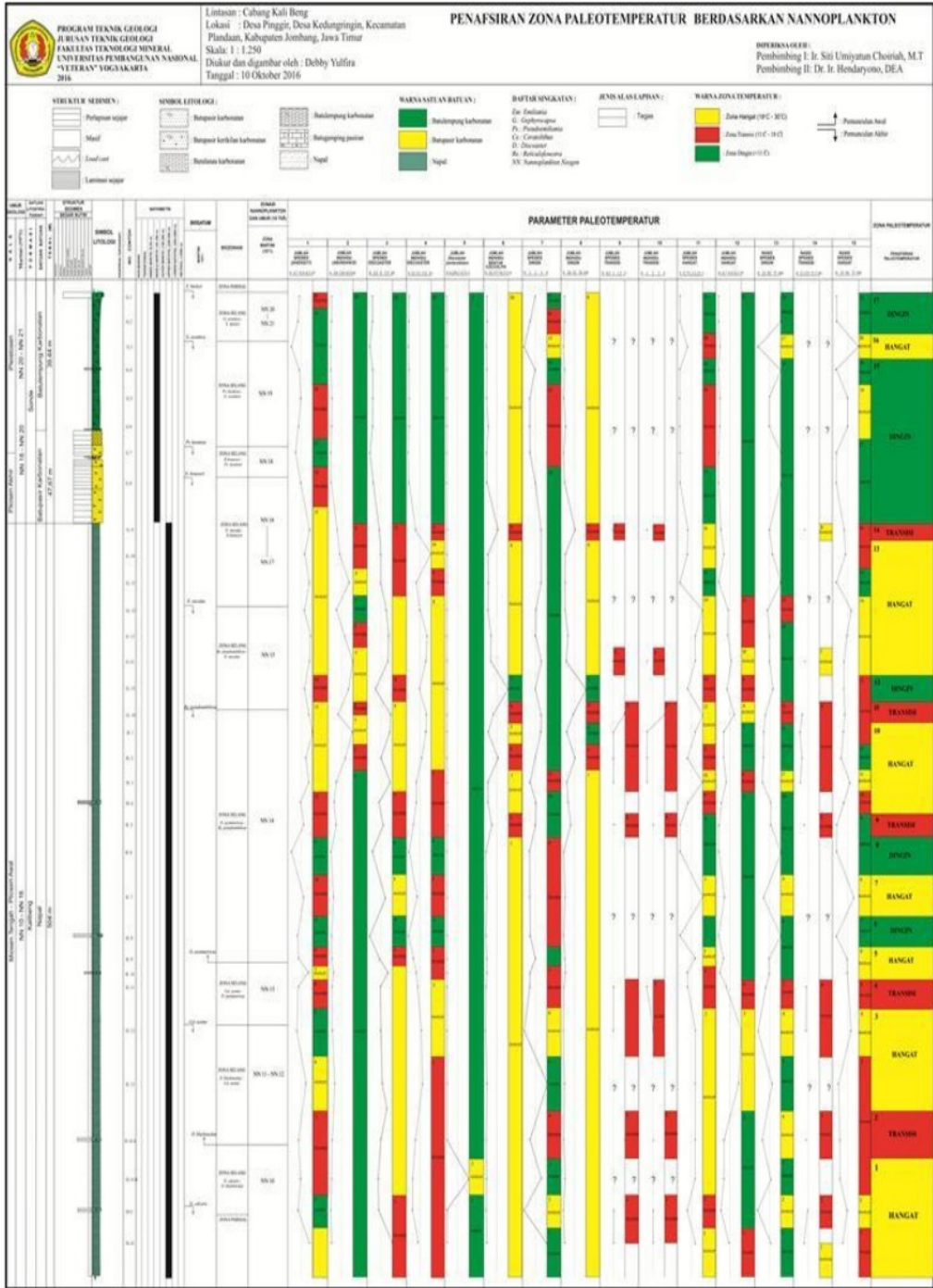
Analisis nannoplankton pada tabel 5.4. berdasarkan kemunculan spesies penciri zona dingin transisi dan hangat juga dibuat suatu grafik penafsiran paleotemperatur seperti pada Gambar 5.1.



Gambar 5.10. Grafik Penafsiran Paleotemperatur Lintasan Sungai Kedungsumber, Daerah Soko, Kecamatan Soko, Kabupaten Bojonegoro. (Biru/zona dingin, Hijau/zona transisi, Kuning/zona hangat)

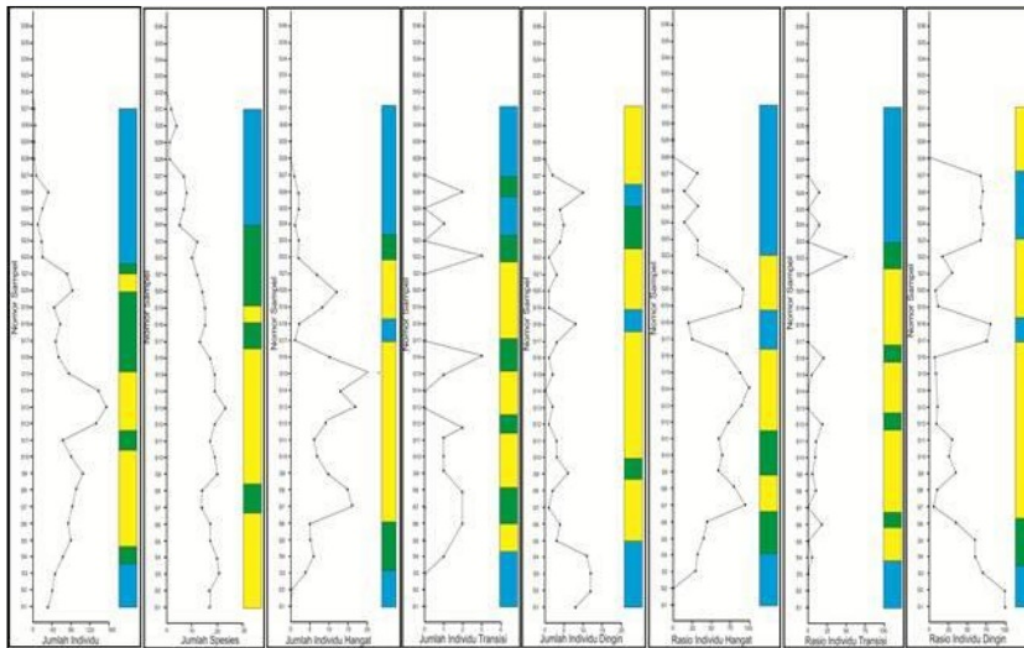


Gambar 5.11. Grafik Penafsiran Paleotemperatur Lintasan Sungai Kalibeng, Daerah Kedungringin, Kecamatan Plandaan, Kabupaten Jombang



Gambar 5.12. Grafik Penafsiran Paleotemperatur Lintasan Kaliasin, Daerah Pinggir, Kecamatan Lengkon, Kabupaten Nganjuk

ANALISIS PALEOTEMPERATUR



Gambar 5.13. Grafik beberapa parameter nannoplankton (dari data Tabel 5.4) terhadap analisis paleotemperatur lintasan Kaliasin Daerah Pinggir, Lengkon, Nganjuk. (Biru/zona dingin, Hijau/zona transisi, Kuning/zona hangat)

Penafsiran Zona Paleotemperatur Lintasan Soka, Bojonegoro :

Berdasarkan dari 15 parameter didapatkan zona paleotemperatur dengan perubahan zona yang berbeda-beda berdasarkan biostratigrafi. Secara umum terdapat 32 zona paleotemperatur yaitu 13 Zona Dingin (<11 °C), 8 Zona Transisi (11-19) °C dan 11 Zona Hangat (19-30)°C. Hasilnya:

- ❖ Zona 1-5 (Hangat-Dingin-Transisi-Hangat-Dingin, berumur Miosen Akhir/NN10-NN11),
- ❖ Zona 6 (Hangat, Miosen Akhir/NN12),
- ❖ Zona 7-8 (Transisi-Dingin, Pliosen Awal/NN13),
- ❖ Zona 9-11 (Hangat-Dingin-Hangat, Pliosen Awal/NN14),
- ❖ Zona 12 (Dingin, Pliosen Awal/NN14-NN15),
- ❖ Zona 13-21 (Transisi-Hangat-Dingin-Hangat-Dingin-Hangat-Dingin-Hangat-Transisi, Pliosen Awal-Pliosen Akhir/NN15-NN17),
- ❖ Zona 22-24 (Hangat-Transisi-Dingin, Pliosen Awal-Pliosen Akhir/NN15-NN17)
- ❖ Zona 25-28 (Transisi-Dingin-Transisi- Hangat, Pliosen Akhir (NN18),
- ❖ Zona 29 (Dingin, Pliosen Akhir - Plistosen Akhir/NN18-NN21),
- ❖ Zona 30-32 (Hangat-Transisi-Dingin, Plistosen Akhir/NN20-NN21).

Penafsiran Zona Paleotemperatur Lintasan Sungai Kalibeng, Jombang :

Penafsiran paleotemperatur Daerah Jombang tersusun 17 zona yaitu : 5 Zona Dingin (<11 °C), 6 Zona Transisi (11-19) °C dan 6 Zona Hangat (19-30)°C.

- ❖ Zona 1-3 (Transisi-Hangat-Transisi, Miosen Akhir /NN10),
- ❖ Zona 4 (Hangat, Miosen Akhir-Pliosen Awal /NN11-NN12),
- ❖ Zona 5 (Transisi, Pliosen Awal/NN 13),
- ❖ Zona 6-11 (Dingin-Hangat-Dingin-Transisi-Hangat-Transisi, Pliosen Awal (NN14),

ANALISIS PALEOTEMPERATUR

- ❖ Zona 12-13 (Dingin-Hangat, Pliosen Akhir/NN16),
- ❖ Zona 14 (Dingin, Pliosen Akhir/NN17),
- ❖ Zona 15-16 (Hangat-Transisi, Pliosen Akhir/NN17-NN18),
- ❖ Zona 17 (Dingin, Plistosen/NN19-NN21).

Perubahan paleotemperatur Daerah Jombang, pada zona 17 /Zona Dingin ini terdapat persis dengan batas Pliosen-Plistosen dan terjadi proses regresi secara tiba-tiba. Pada zona ini disimpulkan sebagai awal terjadinya pendinginan yang besar yang ditandai dengan musnahnya hampir semua *Discoaster* dan munculnya spesies *Gephyrocapsa caribbeanica*. Keberadaan fauna dingin pada zona ini merupakan fauna yang khas, hal ini ditunjukkan pula dengan munculnya spesies *Gephyrocapsa* lainnya pada Formasi Sonde yang menunjukkan umur Plistosen.

Hasil analisis nannoplankton untuk Interpretasi Paleotemperatur pada lintasan Kaliasin Daerah Pinggir, Lengkon, Nganjuk (Gambar 5.15) berdasarkan Jumlah dan Rasio :

1. Jumlah individu: terdapat 9 zona iklim yaitu, 3 zona hangat, 4 zona transisi, 2 zona dingin.
2. Jumlah spesies : adanya 7 zona yaitu, 3 zona hangat, 3 zona transisi, 1 zona dingin.
3. Jumlah individu indikator lingkungan hangat : terdapat 7 zona temperatur yaitu, 2 zona hangat, 2 zona transisi, 3 zona dingin.
4. Jumlah individu indikator lingkungan Transisi : terdapat adanya 12 zona temperatur yaitu, 4 zona hangat, 5 zona transisi, 3 zona dingin.
5. Jumlah individu indikator lingkungan dingin: terdapat 9 zona temperatur yaitu, 4 zona hangat, 2 zona transisi, 3 zona dingin.
6. Perbandingan rasio persentase individu dingin, transisi, hangat : Grafik yang dihasilkan dari 3 parameter terdapat 9 zona yaitu, 3 zona hangat, 3 zona transisi, 3 zona dingin.

Dari tiga parameter tersebut didapatkan pada batugamping Klitik yang berumur Plistosen memiliki rasio individu dingin yang lebih dominan begitu juga pada napal-lempungan Kerek memiliki rasio individu dingin lebih besar.

5.1 Interpretasi Pembagian Zona Temperatur Lintasan Kaliasin Daerah Pinggir, Lengkon, Nganjuk

Berdasarkan data dari setiap sampel yang kemudian disajikan dalam bentuk grafik secara umum menunjukkan 10 zona yaitu, 3 zona hangat, 4 zona transisi, 3 zona dingin. Pembagian zona tersebut juga dihubungkan dengan umur relatif yang disusun berdasarkan analisis biostratigrafi nannoplankton. Dari data tersebut menunjukkan bahwa perubahan temperatur yang terjadi pada Formasi Kerek, Kalibeng, Klitik dimulai dari Miosen Akhir hingga Plistosen. Pembagian zona sebagai berikut :

1. Zona 1 (Zona Dingin), sampel S1-S4, umur Miosesn Akhir-Pliosen Awal (NN11-NN12)

Zona ini terdapat pada litologi napal-lempungan Kerek dengan sisipan batupasir karbonatan dan napal Kalibeng secara selaras. Zona ini diinterpretasi sebagai zona dingin berdasarkan sedikitnya jumlah individu secara umum dengan jumlah 33-48/sampel, sedikitnya jumlah individu spesies hangat yaitu hanya terdapat spesies *Discoaster blackstochae*, dan *Discoaster surculus*, banyaknya jumlah individu spesies dingin seperti *Cocolithus pelagicus*, *Discoaster challenger*, *Discoaster intercalaris*, dari rasio individu hangat, transisi, dingin menunjukkan pada zona ini rasio individu dingin sangat besar dengan nilai 100%.

ANALISIS PALEOTEMPERATUR

2. Zona 2 (Zona Transisi), sampel S5-S6, umur Pliosen Awal (NN13)

Zona ini terdapat pada litologi napal Kalibeng bagian bawah dengan sisipan batupasir karbonatan. Zona ini diinterpretasi sebagai zona transisi berdasarkan mulai munculnya individu spesies transisi yaitu *Discoaster variabilis*, meningkatnya jumlah individu secara umum dengan jumlah 73-79 individu/sampel, mulai meningkatnya jumlah individu spesies hangat dengan jumlah 33-45/sampel dimana muncul spesies *Discoaster asymmetricus*, *Discoaster pentaradiatus*, *Discoaster prepentaradiatus*, *Discoaster surculus* sebagai penciri spesies hangat, berkurang atau menurunnya jumlah individu dingin dengan jumlah 11-3 individu dingin/sampel, dari rasio individu hangat, transisi, dingin menunjukkan pada zona ini ketiga rasio memiliki nilai yang hampir sama dan diinterpretasikan masuk kedalam Zona Transisi.

3. Zona 3 (Zona Hangat), sampel S7-S10, umur Pliosen Awal (NN14-NN15)

Zona ini terdapat pada litologi napal Kalibeng dengan sisipan batupasir karbonatan. Zona ini terendapkan pada lingkungan bathimetri yaitu bathial bawah atau 627m-791m (Barker, 1960). Zona ini diinterpretasi sebagai zona hangat berdasarkan meningkatnya jumlah individu secara umum dengan jumlah 80-105 individu, melimpahnya jumlah spesies dengan jumlah 14-20 spesies, melimpahnya jumlah individu spesies hangat seperti *Ceratolithus rugosus*, *Discoaster asymmetricus*, *Discoaster blackstochae*, *Discoaster pentaradiatus*, *Discoaster prepentaradiatus*, *Discoaster surculus*, *Discoaster tristellifer* dengan jumlah 7-16 individu/sampel, berkurangnya jumlah individu spesies dingin dengan jumlah 1-6 individu/sampel, dari rasio individu hangat, transisi, dingin menunjukkan pada zona ini didominasi oleh rasio individu hangat dengan rasio tertinggi 94%.

4. Zona 4 (Zona Transisi), sampel S11-S12, umur Pliosen Awal (NN15)

Zona ini terdapat pada litologi napal Kalibeng dengan sisipan batupasir karbonatan. Zona ini diinterpretasi berdasarkan meningkatnya jumlah individu spesies transisi dengan terdapat fosil *Discoaster variabilis*, menurunnya jumlah individu secara umum dengan jumlah 63, menurunnya jumlah individu spesies hangat dengan jumlah 6-8 individu/sampel, dari rasio individu hangat, transisi, dingin menunjukkan pada zona ini ketiga rasio memiliki nilai yang hampir sama dan diinterpretasikan masuk kedalam zona transisi.

5. Zona 5 (Zona Hangat), sampel S13-S15, umur Pliosen Awal-Pliosen Akhir (NN15-NN16)

Zona ini terdapat pada litologi napal Kalibeng sisipan batupasir karbonatan. Zona ini diinterpretasi sebagai zona hangat berdasarkan peningkatan maksimal jumlah individu secara umum dengan jumlah mencapai 155 pada sampel S13, melimpahnya jumlah spesies secara umum dengan jumlah 19-25 spesies/sampel, melimpahnya jumlah individu spesies hangat seperti *Ceratolithus rugosus*, *Discoaster asymmetricus*, *Discoaster blackstochae*, *Discoaster pentaradiatus*, *Discoaster prepentaradiatus*, *Discoaster surculus*, *Discoaster tristellifer* dengan jumlah 13-20 individu/sampel, berkurangnya jumlah individu spesies dingin dengan jumlah hanya 2 individu/sampel, dari rasio individu hangat, transisi, dingin menunjukkan pada zona ini didominasi oleh rasio individu hanga dengan rasio 100%.

ANALISIS PALEOTEMPERATUR

6. Zona 6 (Zona Transisi), sampel S16, umur Pliosen Akhir (NN16)

Zona ini terdapat pada litologi napal Kalibeng sisipan batupasir karbonatan. Zona ini diinterpretasi berdasarkan meningkatnya jumlah individu spesies transisi seperti *Calcidiscus leptoporus*, *Discoaster variabilis*, menurunnya jumlah individu secara umum dengan jumlah 53 individu, mulai menurunnya jumlah individu spesies hangat menjadi 71 individu, dari rasio individu hangat, transisi, dingin menunjukkan pada zona ini ketiga rasio memiliki nilai yang hampir sama dan diinterpretasikan masuk kedalam zona transisi.

7. Zona 7 (Zona Dingin), sampel S17-S18, umur Pliosen Akhir (NN17)

Zona ini terdapat pada litologi napal Kalibeng sisipan batupasir karbonatan. Zona ini diinterpretasi sebagai zona dingin berdasarkan terjadinya penurunan jumlah individu secara umum dengan jumlah 48 individu pada sampel S17, berkurangnya secara drastis jumlah individu spesies hangat menjadi 1–2 individu/sampel, naiknya jumlah individu spesies dingin dengan jumlah 3–8 individu/sampel, dari rasio individu hangat, transisi, dingin menunjukkan pada zona ini rasio individu dingin sangat besar dengan nilai rasio 75% - 80%.

8. Zona 8 (Zona Hangat), sampel S19-S21, umur Pliosen Akhir (NN17-NN18)

Zona ini terdapat pada litologi napal Kalibeng dengan terdapat sisipan batupasir karbonatan. Zona ini diinterpretasi sebagai zona hangat berdasarkan terjadi peningkatan kembali jumlah individu secara umum dengan jumlah tertinggi 82 individu, melimpahnya jumlah individu spesies hangat seperti, *Discoaster asymmetricus*, *Discoaster pentaradiatus*, *Discoaster tristellifer*, dan mulai munculnya *Gephyrocapsa oceanica*, berkurangnya jumlah individu spesies dingin dengan jumlah 1–3 individu/sampel, dari rasio individu hangat, transisi, dingin menunjukkan pada zona ini didominasi oleh rasio individu hangat (70% - 92%).

9. Zona 9 (Zona Transisi), sampel S22-S23, umur Pliosen Akhir - Plistosen (NN18-NN19)

Zona ini terdapat pada litologi napal Kalibeng dengan terdapat sisipan batupasir karbonatan kontak dengan batugamping Klitik dengan litologi *mudstone*. Zona ini diinterpretasi sebagai zona transisi berdasarkan meningkatnya jumlah individu spesies transisi, menurunnya jumlah individu secara umum menjadi 22–19 individu/sampel, menurunnya jumlah individu spesies hangat menjadi 2 individu persampel, mulai meningkat jumlah individu dingin, dari rasio individu hangat, transisi, dingin menunjukkan pada zona ini ketiga rasio memiliki nilai yang hampir sama dan diinterpretasikan masuk kedalam zona transisi dengan nilai rasio 50%.

10. Zona 10 (Zona Dingin), sampel S24-S31, umur Plistosen (NN19)

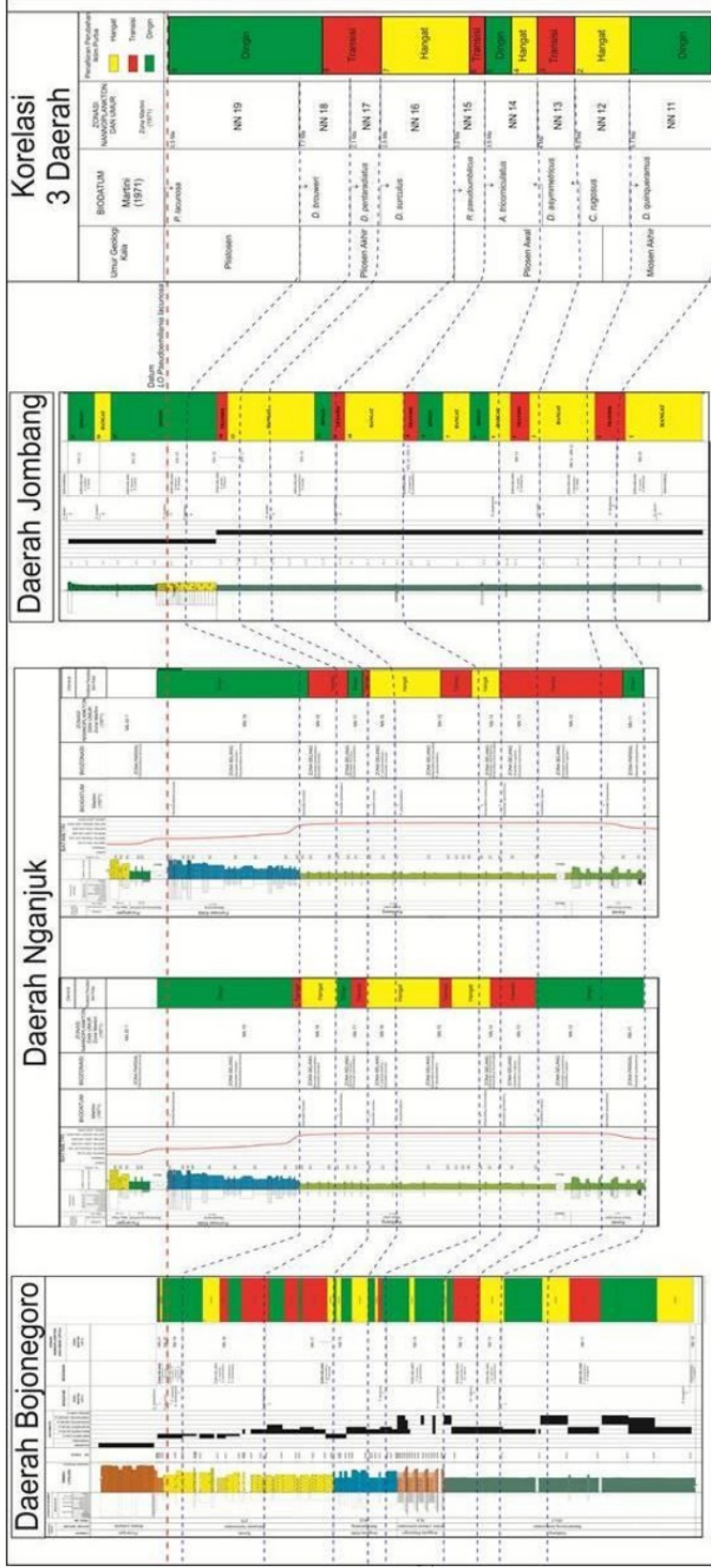
Zona ini terdapat pada litologi batugamping Klitik disusun oleh litologi berupa batugamping klastik dengan jenis yaitu *mudstone*, *wackestone*, *packstone*, *grainstone*, *rudstone* yang sebagian besar berlapis dan terdapat juga masif pada beberapa tempat dengan tebal yang bervariasi. Zona ini diinterpretasi sebagai zona dingin berdasarkan terjadinya penurunan secara drastis jumlah individu secara umum hingga mencapai jumlah 1-8 individu/sampel, berkurangnya secara drastis jumlah individu spesies hangat bahkan pada sampel S27 individu hangat sudah tidak ditemukan lagi, naiknya jumlah individu spesies dingin seperti melimpahnya *Gephyrocapsa caribbeanica*, *Coccolithus pelagicus* dengan jumlah 2-10 individu/sampel, dari rasio individu hangat, transisi, dingin menunjukkan pada zona ini rasio individu dingin sangat besar dengan nilai mencapai 71%.

ANALISIS PALEOTEMPERATUR

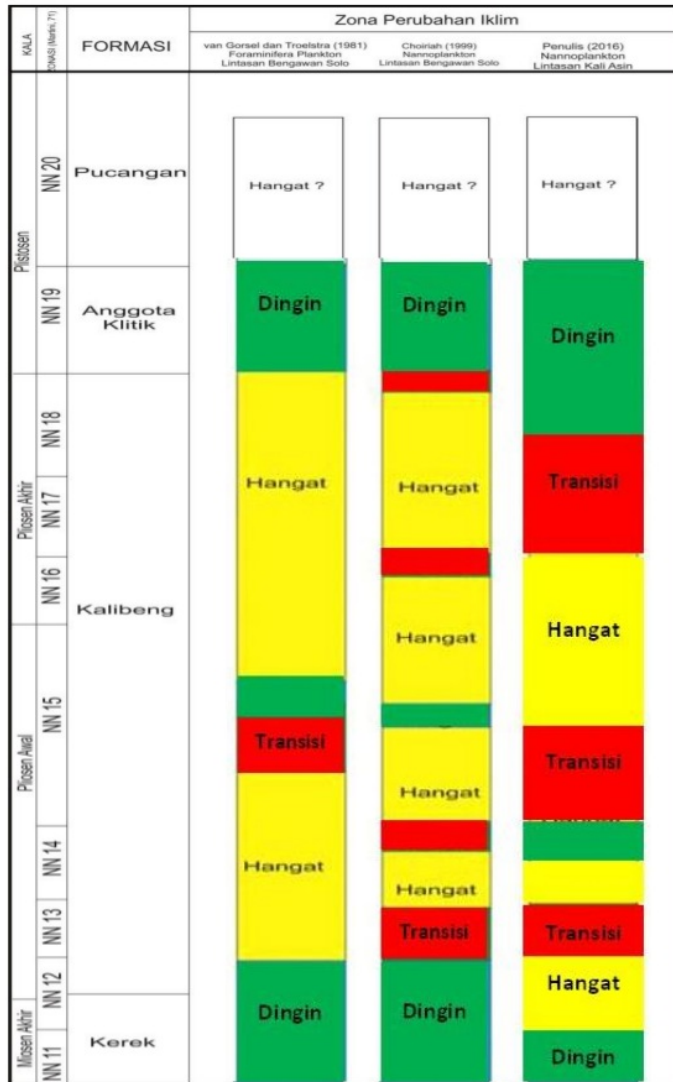
Berdasarkan pembagian zona temperatur pada daerah penelitian, perubahan zona yang cukup signifikan terjadi pada batas Pliosen-Plistosen dan Miosen-Pliosen. Dimana pada batas Miosen-Pliosen ditandai dengan berubahnya temperatur dingin ke temperatur hangat yang terjadi pada satuan napal-lempungan Kerek dengan napal Kalibeng. Pada batas Pliosen-Plistosen juga terjadi perubahan temperatur dingin ke temperatur hangat dan terjadi proses regresi yang terjadi pada satuan napal Kalibeng dengan batugamping klitik. Zona ini disimpulkan sebagai awal terjadinya temperatur dingin yang cukup besar (Zaman Es Glasial-Interglasial) yang ditandai dengan musnahnya genus *Discoaster* dan munculnya spesies pencari temperatur dingin yaitu *Gephyrocapsa caribbeanica*. Keberadaan Zaman es sangat berpengaruh terhadap keberadaan nannoplankton. Pada Zona dingin ini berada pada satuan batugamping Klitik dan diendapkan pada neritik tengah sampai neritik luar atau 20-100 meter.

Setelah zona 10 (zona dingin) pada sampel S32-S36 terjadi perubahan batimetri ke lingkungan yang lebih dangkal yaitu pada neritik tepi hingga transisi. Pada interval ini tidak ditemukan fosil nannoplankton. Hal ini dikarenakan pada umumnya nannoplankton berada pada daerah laut terbuka Kapid (2003). Hal ini sebagai kekurangan apabila analisa dilakukan pada lingkungan laut dangkal.

Menurut Nielsen (1986) menyatakan bahwa *coccolith* yang dijumpai pada sedimen berfraksi halus pada kedalaman kurang lebih 40m hanya berjumlah 2%. Kapid (2003) menyatakan bahwa golongan yang hidup pada daerah laut dangkal merupakan golongan *holococcolith* dengan famili *Calyptosphaeracea*, namun nannoplankton ini memiliki sifat yang mudah larut sehingga jarang terdapat sebagai fosil dan rusak akibat dari diagenesa. Hal ini menunjukkan adanya kelebihan dan kekurangan nannoplankton bila digunakan untuk analisis paleotemperatur. Kelebihannya sangat banyak karena hasilnya lebih detil tetapi untuk lingkungan batugamping (laut dangkal) hasilnya kurang optimal karena mudah larut. Dengan tidak adanya data tersebut disimpulkan bahwa zona ini tidak dapat digunakan untuk penentuan perubahan temperatur. Tetapi menurut Choiriah (1999) dan Gorsel dan Troelsta (1981) menyatakan bahwa zona ini merupakan zona hangat.



Gambar 5.14. Korelasi hasil interpretasi paleotemperatur di 3 lokasi (Bojonegoro, Nganjuk, Jombang).



Gambar 5.15. Perbandingan zona paleotemperatur peneliti sebelumnya dengan hasil penelitian 2016

ANALISIS PALEOTEMPERATUR

Peneliti juga membandingkan hasil penelitian pada daerah penelitian dengan hasil peneliti terdahulu (**Gambar 5.16**) dimana pada daerah penelitian peneliti mendapatkan 9 zona temperatur yaitu, 3 Zona Dingin, 3 Zona Hangat, 3 Zona Transisi. Urutannya yaitu :

- 1) Zona Dingin (Miosen Akhir/NN111),
- 2) Zona Hangat (Miosen Akhir-Pliosen/NN12),
- 3) Zona Transisi (Pliosen Awal/NN13),
- 4) Zona Hangat (Pliosen Awal/NN14),
- 5) Zona Dingin (Pliosen Awal/NN14),
- 6) Zona Transisi (Pliosen Awal/NN15)
- 7) Zona Hangat (Pliosen Akhir/NN15-NN16)
- 8) Zona Transisi (Pliosen Akhir/NN17-NN18)
- 9) Zona Dingin (Pliosen AKir-Plistosen/NN18-NN19)

Pada Batas Miosen akhir-Pliosen ditandai dengan Zona Hangat, sedangkan pada batas Pliosen-Plistosen dengan Zona Transisi dan Dingin. Hasil ini berbeda dengan hasil temperatur menurut Choiriah (1999) dengan menggunakan nannoplankton pada lintasan sungai Bengawan Solo terdapat 12 zona temperatur yaitu 3 kali periode dingin Miosen Akhir, Pliosen Tengah, batas Pliosen-Plistosen hingga Plistosen Tengah, 5 periode hangat dari Miosen Akhir-Plistosen Tengah, dan 4 periode transisi pada Pliosen Awal, Pliosen Tengah dan Pliosen Akhir.

Van Gorsel dan Troelstra (1981) dengan menggunakan foraminifera plankton pada lintasan sungai Bengawan Solo terdapat 5 zona temperatur yaitu 3 zona dingin pada Miosen Akhir, Pliosen tengah dan Plistosen Tengah, 2 zona hangat pada Pliosen awal hingga Plistosen Akhir. Dari perbandingan dengan 2 temperatur terdahulu hasil untuk batas zona dingin ternyata sama dengan pendapat van Gorsel dan Troelstra (1981) dan Choiriah (1999) yaitu perubahan zona dingin terjadi pada dua kali yaitu pada batas Miosen-Pliosen dan pada batas Pliosen-Plistosen. Berdasarkan parameter yang dipakai pada penelitian ini, terlihat adanya persamaan parameter yang dipakai pada temperatur terdahulu baik dari nannoplankton dan foraminifera plankton sebagai contoh juga dipakainya parameter jumlah individu secara umum, jumlah spesies secara umum, rasio spesies pada zona hangat, transisi, dan dingin sehingga terdapat korelasi antara paleotemperatur dengan nannoplankton dan foraminifera plankton dan asilnya lebih detail.

Berdasarkan hasil analisis tersebut dengan adanya perubahan pola paleotemperatur yang berbeda-beda menunjukkan adanya hubungan antara perkembangan nannoplankton terhadap perubahan temperature pada Zona Kendeng.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis Nannoplankton Zona Kendeng di Daerah penelitian adalah sbb:

1. Nannoplankton Daerah Bojonegoro terdapat 32 spesies, di Nganjuk terdapat 51 spesies di daerah Jombang 43 spesies Nannoplankton.
2. Penafsiran paleotemperatur berdasarkan 15 parameter :
 - ❖ Daerah Bojonegoro terdapat 32 zona paleotemperatur yaitu: 13 Zona Dingin (<11 °C), 8 Zona Transisi (11-19) °C dan 11 Zona Hangat (19-30)°C,
 - ❖ Daerah Nganjuk tersusun 10 zona yaitu : 3 Zona Dingin, 3 Zona Hangat dan 4 Zona transisi, d
 - ❖ Daerah Jombang tersusun 17 zona yaitu : 5 Zona Dingin , 6 Zona Transisi dan 6 Zona Hangat. Jumlah perubahan paleotemperatur yang lebih banyak hal ini tentunya lebih optimal, lebih akurat untuk interpretasi paleotemperatur.
3. Hasil korelasi penafsiran paleotemperatur daerah Bojonegoro, Nganjuk dan Jombang terdapat : 9 zona paleotemperatur yaitu, 3 Zona Dingin, 3 Zona Hangat, 3 Zona Transisi, yaitu : 1.Zona Dingin (Miosen Akhir/NN11), 2. Zona Hangat (Miosen Akhir-Pliosen/NN12), 3.Zona Transisi (Pliosen Awal/NN13), 4.Zona Hangat (Pliosen Awal/NN14), 5. Zona Dingin (Pliosen Awal/NN14), 6. Zona Transisi (Pliosen Awal/NN15), 7.Zona Hangat (Pliosen Akhir/NN15-NN16), 8.Zona Transisi (Pliosen Akhir/NN17-NN18), 9. Zona Dingin (Pliosen AKir-Plistosen/NN18-NN19).
4. Hasil analisis paleotemperatur berdasarkan *Discoaster* terdapat 9 zona yaitu :
 - ❖ 3 periode dingin (<11°C) pada Miosen Akhir, Pliosen Akhir, Plistosen,
 - ❖ 4 periode transisi (11°C-18°C) pada Miosen Akhir, Pliosen Awal, Pliosen Akhir,
 - ❖ 2 periode hangat (19°C-30°C) pada Pliosen Awal dan Pliosen Akhir.
5. Berdasarkan pembagian zona paleotemperatur di Zona Kendeng, perubahan zona yang cukup signifikan terjadi pada batas Miosen-Pliosen dan batas Pliosen-Plistosen. Dimana pada
 - ❖ Batas Miosen-Miosen ditandai dengan berubahnya temperatur dingin ke hangat yang terjadi pada satuan napal-lempungan Kerek dengan napal Kalibeng.
 - ❖ Batas Pliosen-Plistosen terjadi perubahan paleotemperatur dingin ke hangat dan terjadi proses regresi yang terjadi pada satuan napal Kalibeng dengan batugamping Klitik.

Zona ini disimpulkan sebagai awal terjadinya iklim dingin yang cukup besar ditandai dengan musnahnya genus *Discoaster* dan munculnya spesies penciri iklim dingin yaitu *Gephyrocapsa caribbeanica*. Zona dingin ini berada pada satuan batugamping Klitik dan diendapkan pada neritik tengah sampai neritik luar atau 20-100 meter. Sehingga Zaman Es Glasial-Interglasial sangat mempengaruhi keberadaan nannoplankton.
6. Perubahan zona dingin (Plistosen) juga bisa diamati di Jombang dimana pada batas Plio-Plistosen, terjadi proses regresi secara tiba-tiba. Pada zona ini disimpulkan sebagai awal terjadinya pendinginan yang besar (Zaman Glasial) yang ditandai dengan musnahnya hampir semua *discoaster* dan munculnya *Gephyrocapsa caribbeanica*. Keberadaan fauna dingin pada zona ini merupakan fauna yang khas, hal ini ditunjukkan pula dengan munculnya spesies *Gephyrocapsa* yang menunjukkan umur Plistosen.
7. Penafsiran Paleotemperatur pada batugamping Formasi Klitik hasilnya kurang akurat hal ini dikarenakan batugamping Klitik diendapkan pada lingkungan Laut dangkal sehingga Nannoplankton tidak bisa terawetkan dengan baik. Hal ini sebagai kekurangan dari nannoplankton sebagai indicator paleotemperatur apabila litologi diambil dari batugamping.

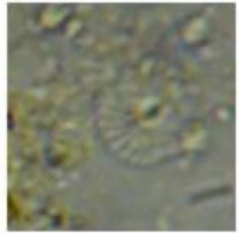
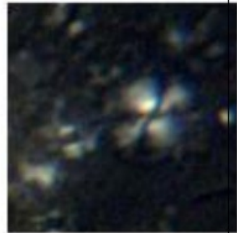
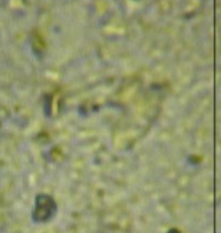
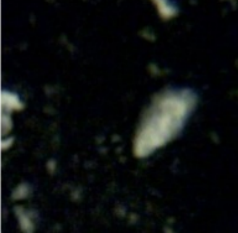
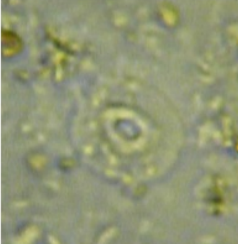




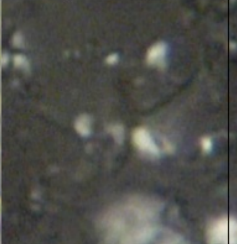
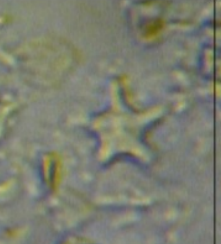


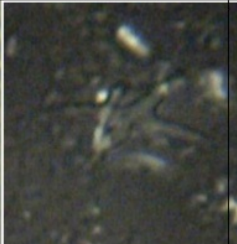


SARAN

1. Penafsiran Paleotemperatur dengan nannoplankton pada batugamping Formasi Klitik yg berumur Plistosen hasilnya kurang akurat. Hal ini kemungkinan karena batugamping Klitik diendapkan di lingkungan Laut dangkal/Neritik, karena nannoplankton sangat sedikit, sebaiknya untuk penelitian di Zona Rembang dipilih litologi bukan batugamping.
2. Penelitian paleotemperatur pada batuan sedimen yang berumur Plistosen sebaiknya dilakukan pada batuan klastik halus meskipun sedikit gampingan (Formasi Lidah) yang ada di Zona Rembang Cekungan Jawa Timur Utara.
3. Analisis Isotop oksigen batuan tidak bisa dilakukan di Indonesia, sehingga untuk pengembangan bisa dilakukan di luar negeri misalnya Akita University Jepang
4. Analisa SEM membutuhkan biaya yang mahal, sehingga perlu menggunakan fasilitas MOU dari PSG Bandung atau Lemigas Jakarta.

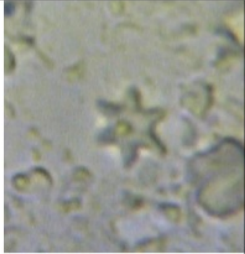
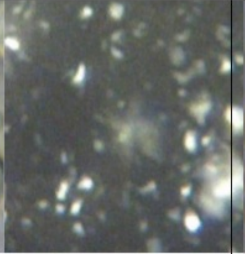
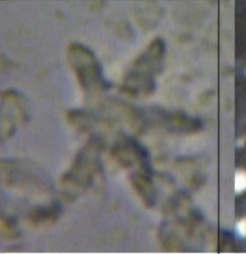



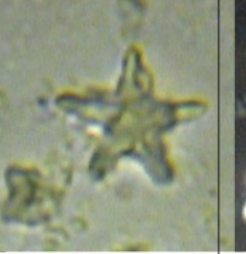



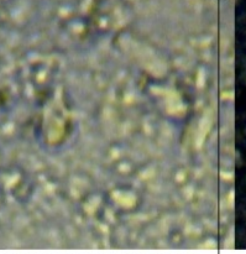
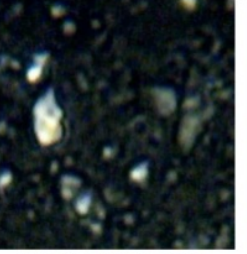
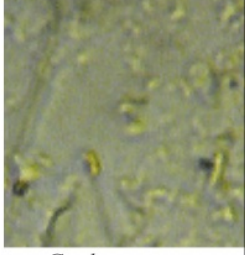

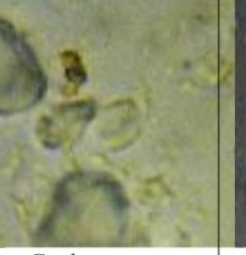

DAFTAR PUSTAKA

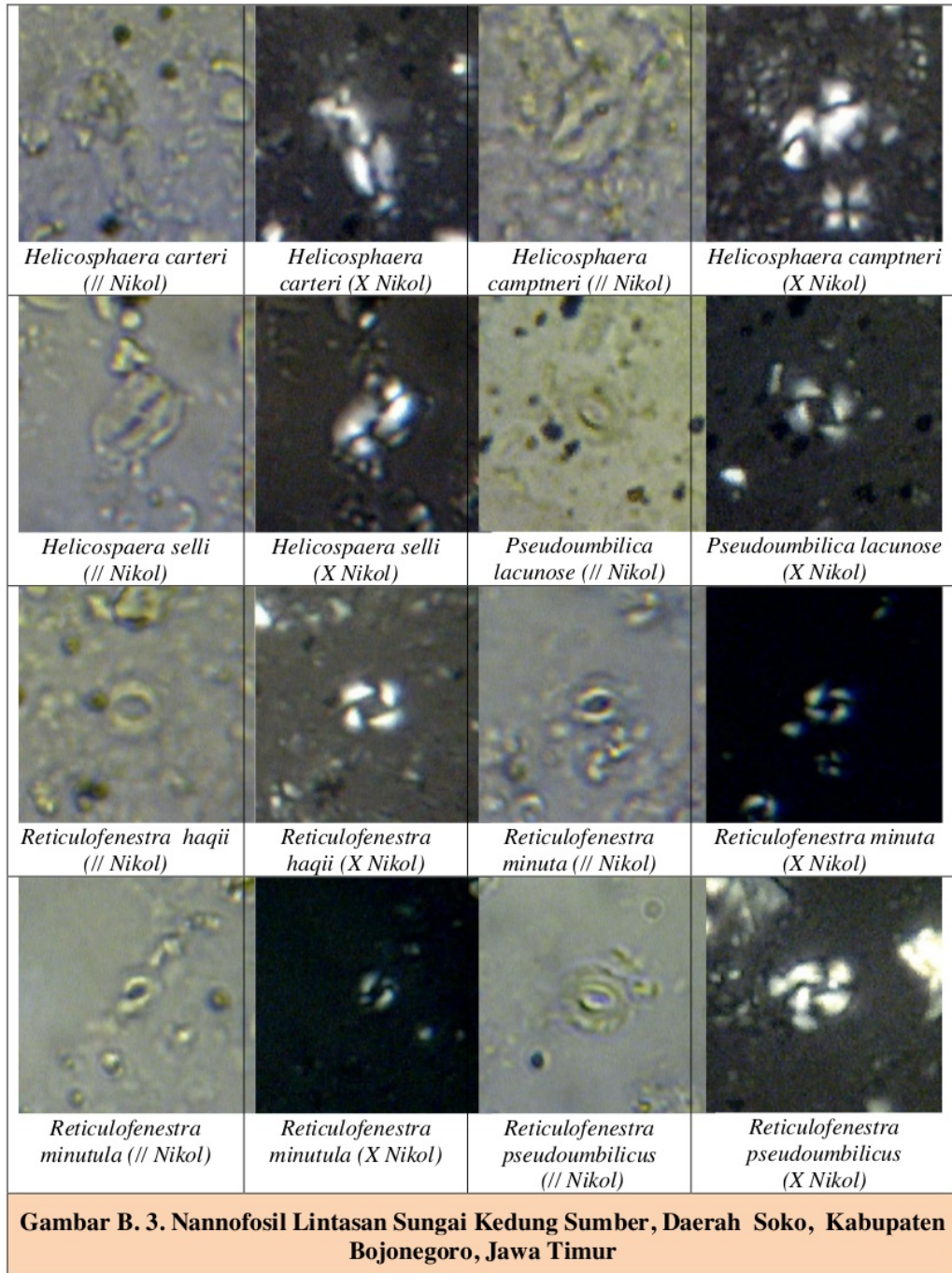
- Bemmelen, van, R.W., 1949 : *The Geology of Indonesia*, IA, Government Printing Office, Martinus Nijhoff, The Hague, 792 p.
- Choiriah, U., 1999, Penafsiran paleotemperatur berdasarkan nannoplankton pada endapan Miosen Akhir-Plistosen Lintasan Sungai Bengawan Solo, Ngawi, Jawa Timur, *Thesis*, Program Pasca Sarjana Teknik Geologi ITB.
- Cohen, C.L.L., 1964, Coccolithophorids from two Carribean deep-sea cores, *Micropaleontology*. Am. Mus. Nat. Hist, New York, v.10, 2,h.231-250.
- Driever, B.W.M., 1984, The terminal record of discoaster in the Mediterranean and in the Atlantic DSDP site 397, and the Pliocene-Pleistocene boundary, *Paleontology*, Proceedings B.87 91), h.77-89.
- Filomena Ornella Amorea,*, Mauro Caffaub, Bruno Massaa, Simona Morabito,2004, Late Pleistocene–Holocene paleoclimate and related paleoenvironmental changes as recorded by calcareous nannofossils and planktonic foraminifera assemblages in the southern Tyrrhenian Sea (Cape Palinuro, Italy)
- Genevraye, P. de dan L.Samuel, 1972, Geology of the Kendeng zone (Central & east Java): *Bulletin*, IPA convention. Jakarta
- Hasyim. N., 1988, Le Nēogene marin du Nord-Est de Java, Indonēsie Etude biostratigraphique (Foraminifères et nannoplancton). Geomedia, Mēmoire n^o1, 129h, 19 fig, 8 tabl, 6 pl.
- Mc.Intyre., 1967, A Coccoliths as paleoclimatic indicators of Pleistocene glaciations, *Science*,v.158,h.1314-1317.
- Noya dkk., 1992, Peta Geologi Lembar Mojokerto, Jawa Timur, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung
- Pringgoprawiro H., 1983, Biostratigrafi dan palaeogeografi cekungan Jawa Timur Utara pendekatan baru, *Disertasi* Doctor Teknik Geologi, ITB, 239 h.
- Pringgoprawiro dan Sukido, 1992, Peta Geologi Lembar Bojonegoro, Jawa Timur Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung
- Rubiyanto Kapid, 2003 *Nannofosil Gampingan : Pengenalan dan Aplikasi Biostratigrafi*, Seri Mikrofosil, Penerbit ITB
- Sukardi dan Budhitrisona, 1992, Peta Geologi Lembar Salatiga, Jawa, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung
- Sribudiyani, N. Muchsin, R. Ryacudu, T. Kunto, P. Astono, I. Prasetya, B. Sapiie, S. Asikin, A.H. Harsolumakso., dan I. Yulianto. 2003. The Colliton of The East Java Microplate and Its Implication for Hydrocarbon Occurences in the East Java Basin, *Proceedings of Indonesian Petroleum Association,29th Annual Convention.Edition*’. Tulsa, Oklahoma : AAPG Memoir 42.
- Tjasjono, Bayong., (1999). *Klimatologi Umum*, Bandung: ITB
- Van Gorsel, J.T., Troelstra S.r., 1981, Late Neogene planktonic foraminiferal biostratigraphy and climatostratigraphy of Solo river section (Java, Indonesia): Chronostratigraphic implications and paleoclimatic framework of the mediterranean messinian “Salinity Crisis”. *Marine Micropaleontology*, v.6,2, 66 h.
- <http://joyarhman.blogspot.com/2014/04/apayang-terjadi-jika-bumi-mengalami.html>
- <http://www.exo.net/~pauld/workshops/Paleoclimate/paleotemperature.html>.
- <https://www.jaea.go.jp/english/news/p07053102/be1.shtml>

FOTO HASIL ANALISIS NANNOPLANKTON

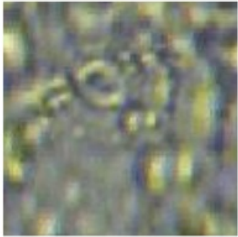

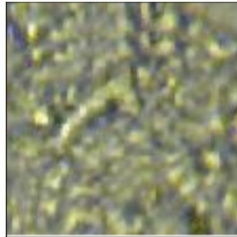


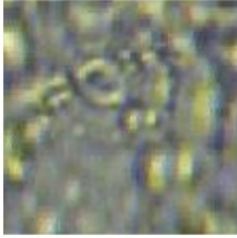
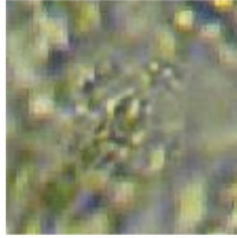




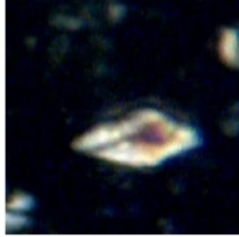


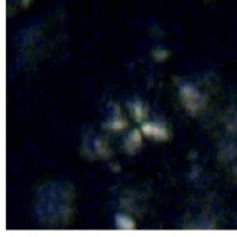
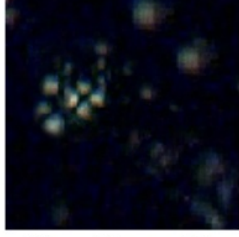
Nannofosil Lintasan Sungai Kedung Sumber, Daerah Soko dan Sekitarnya, Kabupaten Bojonegoro Propinsi Jawa Timur			
			
<i>Calcidiscus leptoporus</i> (// Nikol)	<i>Calcidiscus leptoporus</i> (X Nikol)	<i>Ceratolithus rugosus</i> (// Nikol)	<i>Ceratolithus rugosus</i> (X Nikol)
			
<i>Coccolithus pelagicus</i> (// Nikol)	<i>Coccolithus pelagicus</i> (X Nikol)	<i>Discoaster altus</i> (// Nikol)	<i>Discoaster altus</i> (X Nikol)
			
<i>Discoaster asymmetricus</i> (// Nikol)	<i>Discoaster asymmetricus</i> (X Nikol)	<i>Discoaster bergrenii</i> (// Nikol)	<i>Discoaster bergrenii</i> (X Nikol)
			
<i>Discoaster blackstockae</i> (// Nikol)	<i>Discoaster blackstockae</i> (X Nikol)	<i>Discoaster brouweri</i> (// Nikol)	<i>Discoaster brouweri</i> (X Nikol)

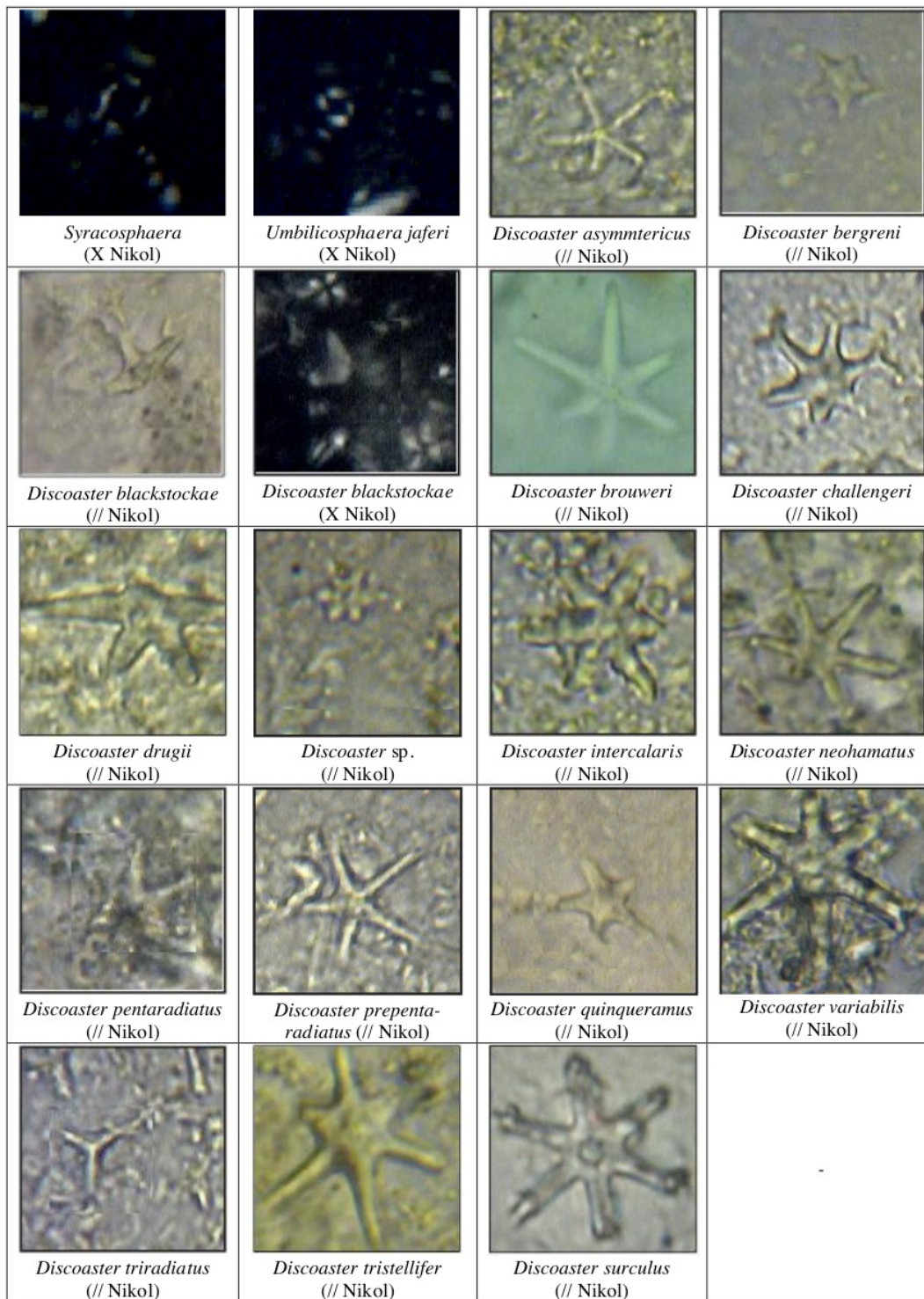
Gambar B.1.Nannofosil Lintasan Sungai Kedung Sumber, Daerah Soko dan Sekitarnya, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur

			
<i>Discoaster intercalaris</i> (// Nikol)	<i>Discoaster intercalaris</i> (X Nikol)	<i>Discoaster mendomobensis</i> (// Nikol)	<i>Discoaster mendomobensis</i> (X Nikol)
			
<i>Discoaster neorectus</i> (// Nikol)	<i>Discoaster neorectus</i> (X Nikol)	<i>Discoaster pentaradiatus</i> (// Nikol)	<i>Discoaster pentaradiatus</i> (X Nikol)
			
<i>Discoaster quinqueramus</i> (// Nikol)	<i>Discoaster quinqueramus</i> (X Nikol)	<i>Discoaster tamalis</i> (// Nikol)	<i>Discoaster tamalis</i> (X Nikol)
			
<i>Gephyrocapsa caribbenaica</i> (// Nikol)	<i>Gephyrocapsa caribbenaica</i> (X Nikol)	<i>Gephyrocapsa oceanica</i> (// Nikol)	<i>Gephyrocapsa oceanica</i> (X Nikol)
Gambar B.2.Nannofosil Lintasan Sungai Kedung Sumber, Daerah Soko dan Sekitarnya, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur			

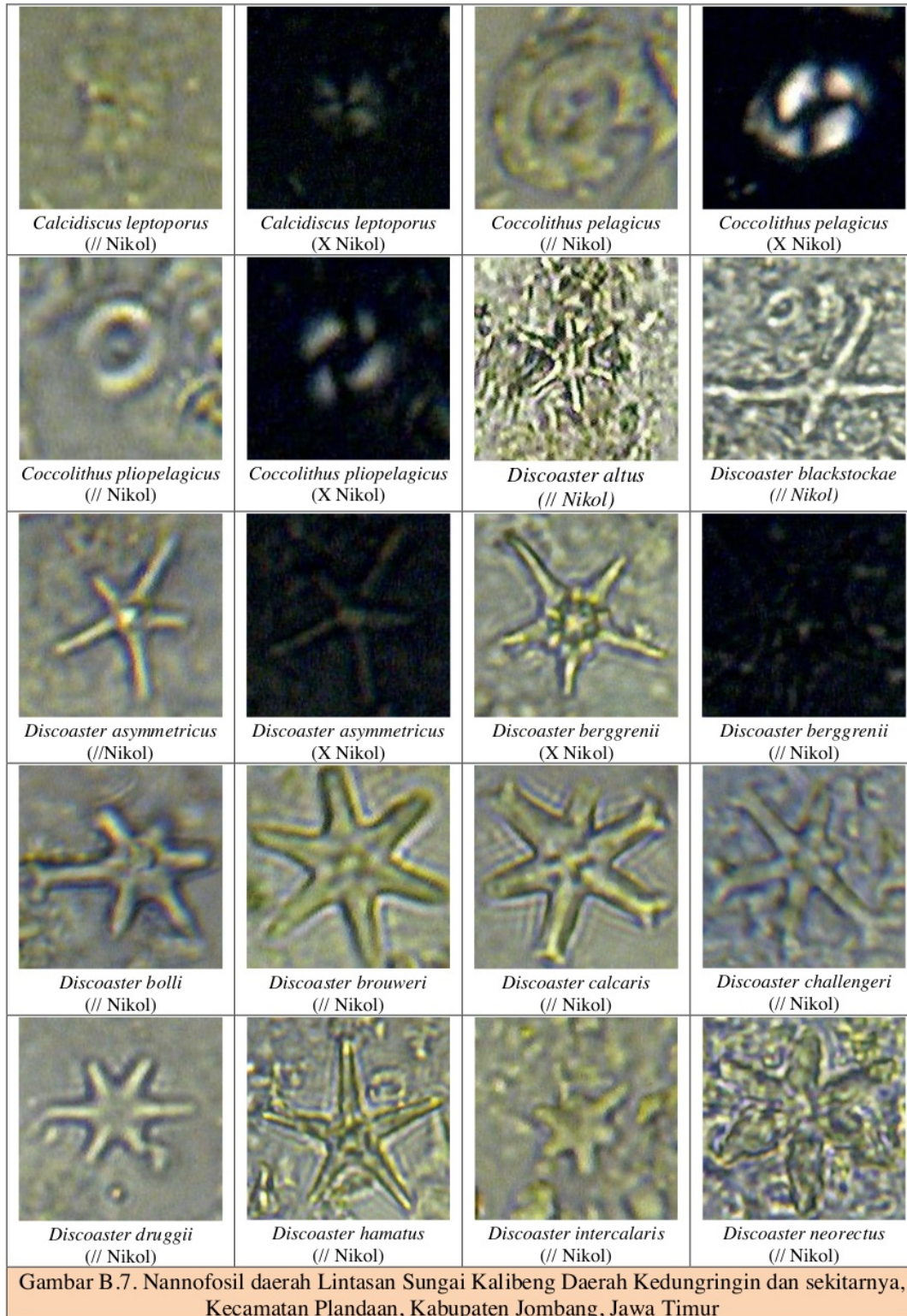


<i>Rhabdosphaera clavigera</i> (// Nikol)	<i>Rhabdosphaera clavigera</i> (X Nikol)	<i>Scyposphaera globulata</i> (// Nikol)	<i>Scyposphaera globulata</i> (X Nikol)
<i>Spenolithus abies</i> (// Nikol)	<i>Spenolithus abies</i> (X Nikol)	<i>Spenolithus moriformis</i> (// Nikol)	<i>Spenolithus moriformis</i> (X Nikol)
<i>Spenolithus neoabies</i> (// Nikol)	<i>Spenolithus neoabies</i> (X Nikol)	<i>Thoracosphaera albatrosiana</i> (// Nikol)	<i>Thoracosphaera albatrosiana</i> (X Nikol)
<i>Thoracosphaera heimii</i> (// Nikol)	<i>Thoracosphaera heimii</i> (X Nikol)	<i>Thoracosphaera saxea</i> (// Nikol)	<i>Thoracosphaera saxea</i> (X Nikol)
Gambar B.4. Nannofosil Lintasan Sungai Kedung Sumber, Daerah Soko, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur			

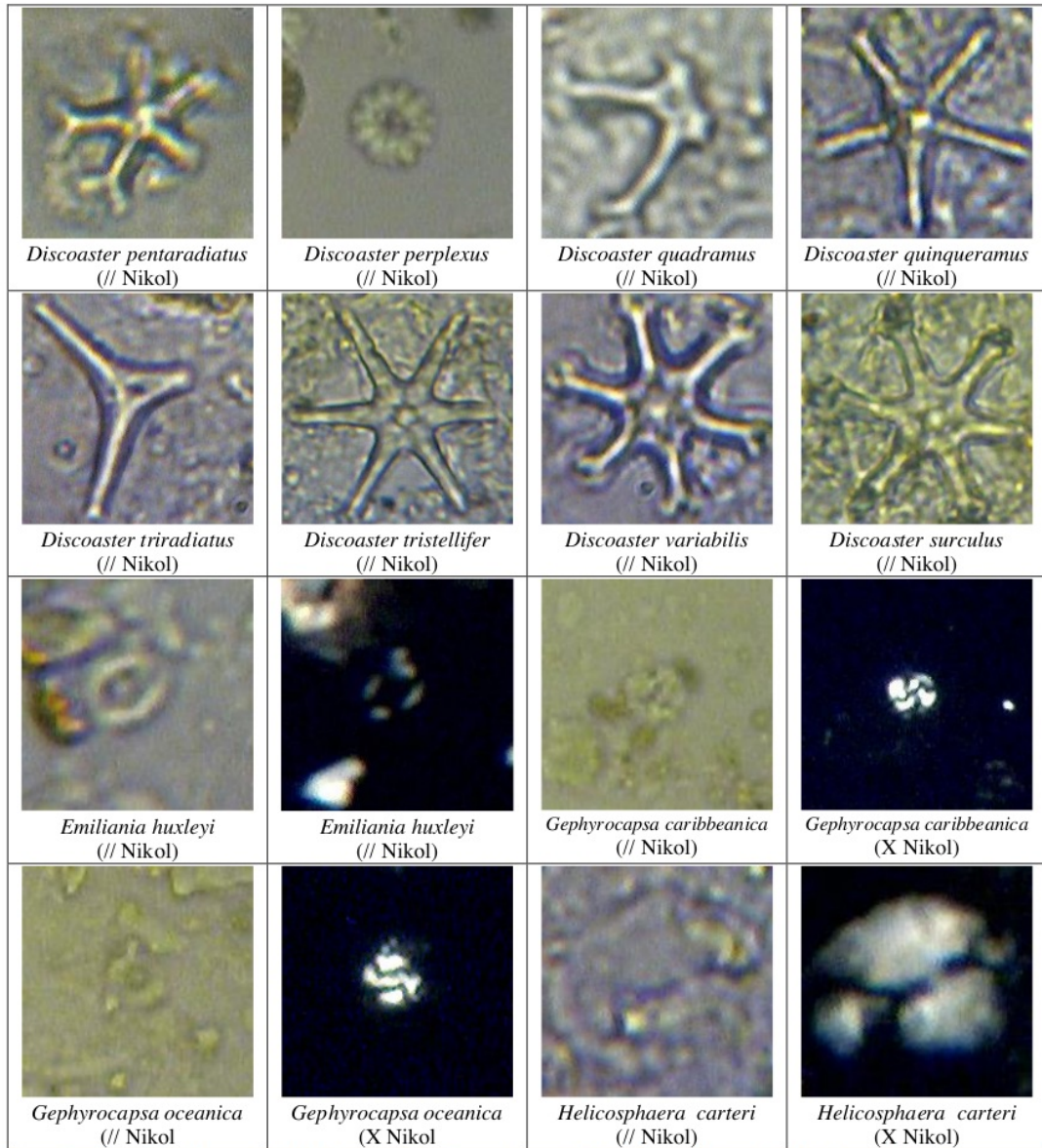
Nannofosil Lintasan Sungai Kaliasin, Daerah Pinggir dan Sekitarnya, Kecamatan Lengkong Kabupaten Nganjuk, Propinsi Jawa Timur			
			
<i>Reticulofenestra minuta</i> (// Nikol)	<i>Ceratolithus acutus</i> (X Nikol)	<i>Ceratolithus ornatus</i> (// Nikol)	<i>Calcidiscus leptoporus</i> (X Nikol)
			
<i>Reticulofenestra pseudoubilica</i> (X Nikol)	<i>Reticulofenestra minuta</i> (// Nikol)	<i>Gephyrocapsa caribbeanica</i> (// Nikol)	<i>Gephyrocapsa oceanica</i> (// Nikol)
			
<i>Helicosphaera carteri</i> (X Nikol)	<i>Helicosphaera granulata</i> (X Nikol)	<i>Helicosphaera selli</i> (X Nikol)	<i>Scapolithus fossilis</i> (X Nikol)
			
<i>Sphenolithus abies</i> (X Nikol)	<i>Sphenolithus heteromorphus</i> (X Nikol)	<i>Sphenolithus moriformis</i> (X Nikol)	<i>Sphenolithus neoabies</i> (X Nikol)
Gambar B.5. Nannofosil Lintasan Sungai Kaliasin, Daerah Pinggir dan Sekitarnya, Kecamatan Lengkong Kabupaten Nganjuk, Propinsi Jawa Timur			



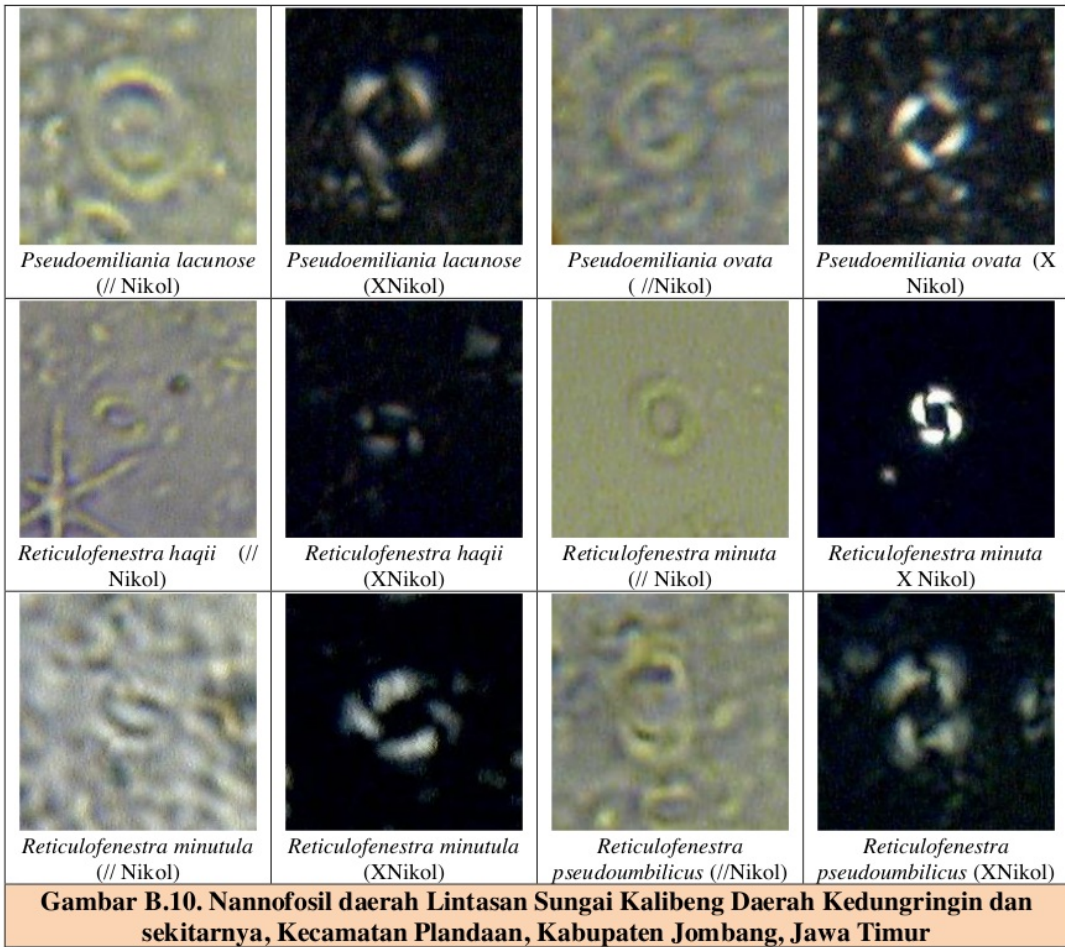
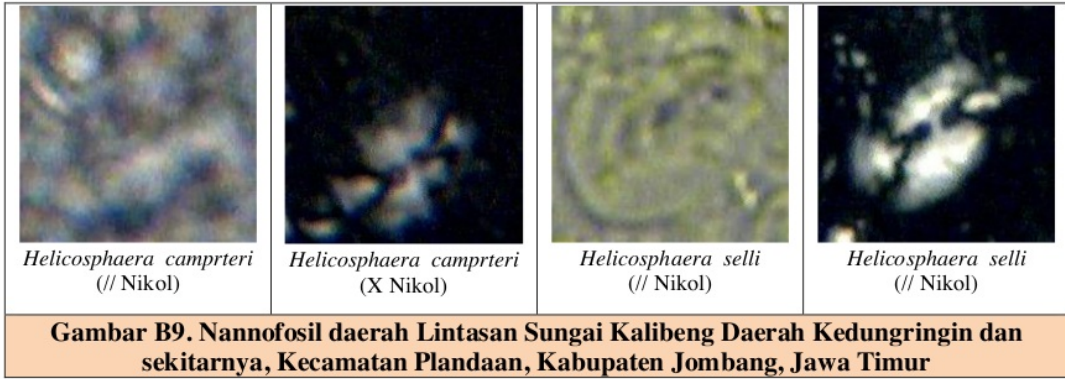
Gambar B.6. Nannofosil Lintasan Sungai Kaliasin, Daerah Pinggir dan Sekitarnya, Kecamatan Lengkon Kabupaten Nganjuk, Propinsi Jawa Timur

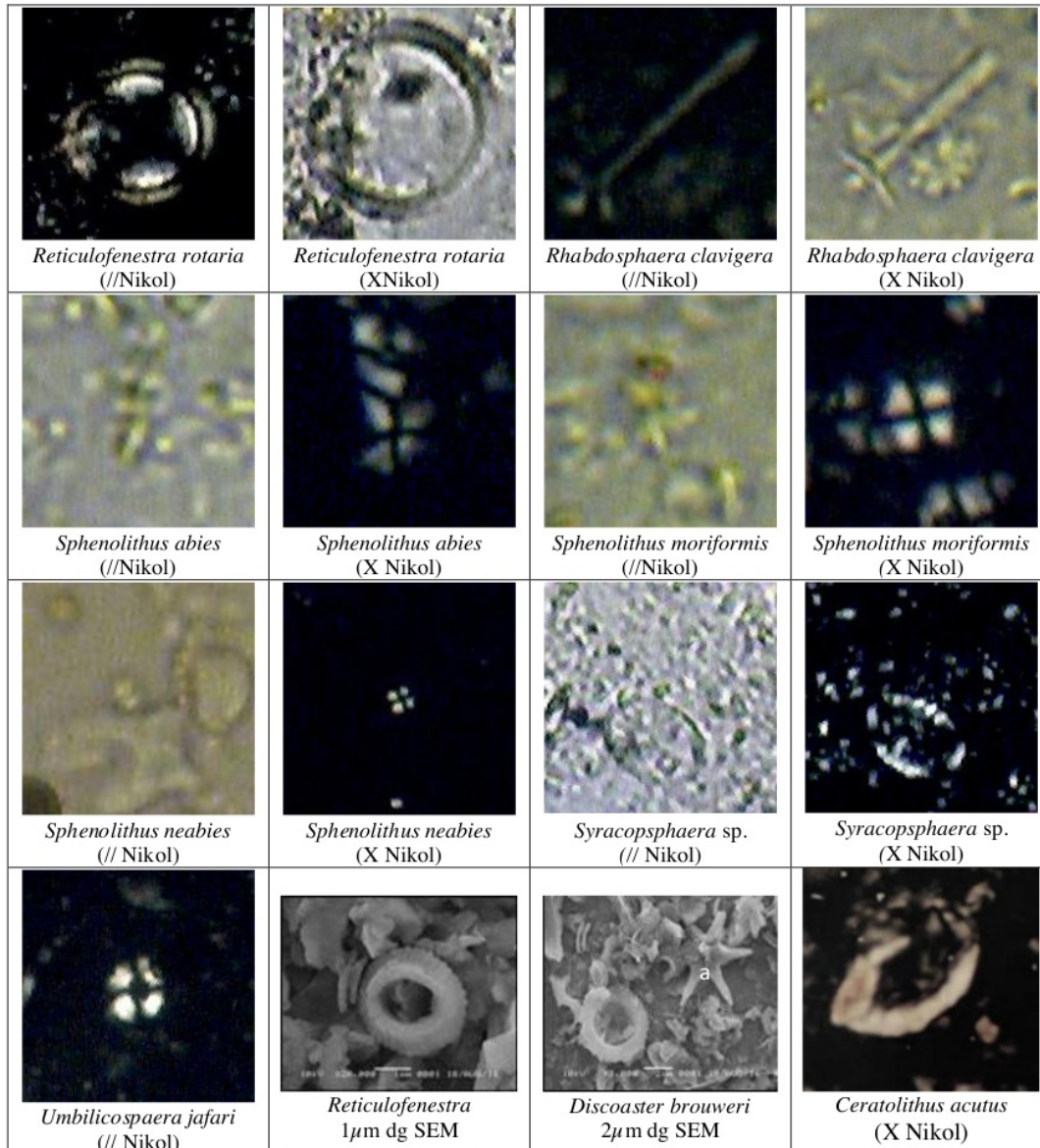


Gambar B.7. Nannofosil daerah Lintasan Sungai Kalibeng Daerah Kedungringin dan sekitarnya, Kecamatan Plandaan, Kabupaten Jombang, Jawa Timur



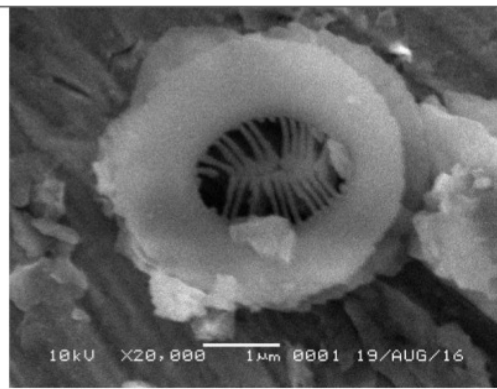
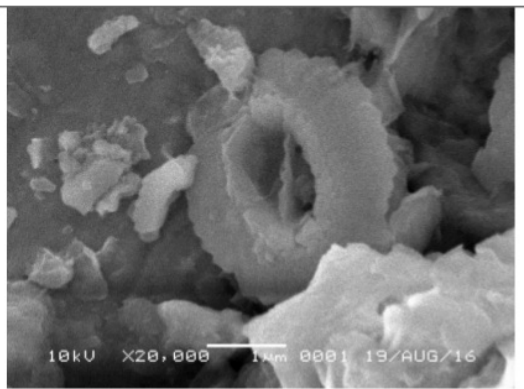
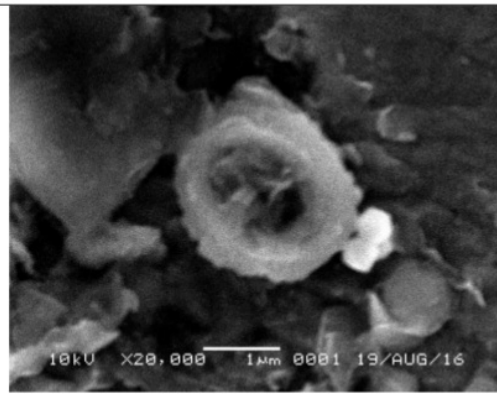
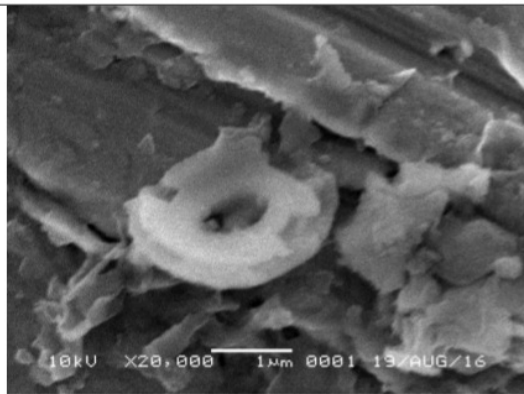
Gambar B.8. Nannofosil daerah Lintasan Sungai Kalibeng Daerah Kedungringin dan sekitarnya, Kecamatan Plandaan, Kabupaten Jombang, Jawa Timur



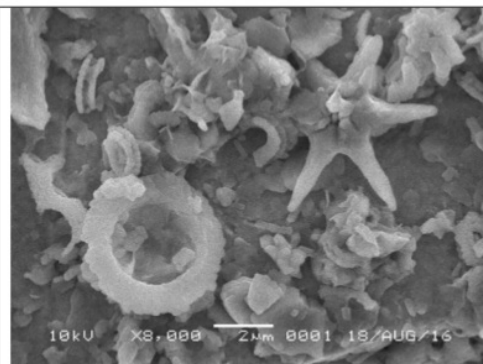
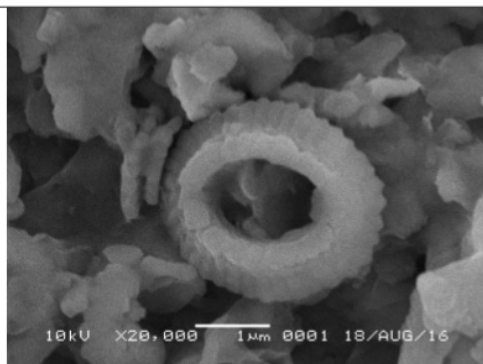


Gambar B.11. Nannofosil daerah Lintasan Sungai Kalibeng Daerah Kedungringin dan sekitarnya, Kecamatan Plandaan, Kabupaten Jombang, Jawa Timur

HASIL ANALISIS SEM (Sampel dari Bojonegoro)



HASIL ANALISIS SEM (Sampel dari Jombang)



Gambar C.1. Kenampakan Nannoplankton dalam pengamatan menggunakan SEM. yang dilakukan Tim temperatur di Pusat Survey Geologi di Bandung

Identitas Penyusun 1

1. Nama Lengkap (dengan gelar) : Ir. Siti Umiyatun CH, MT.
2. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala/400
3. NIP/NIK/Identitas lainnya : 196310101992032001
4. NIDN : 9905001759
5. Tempat, Tanggal Lahir : Semarang, 10 Oktober 1963
6. E-mail : umiyatunch@yahoo.com
7. Nomor Telepon/HP : 085643636379
8. Alamat Kantor : Prodi T.Geologi, FTM UPN"Veteran" Yogyakarta
Jl.SWK 104,Condongcatur, Sleman, Yogyakarta
9. Nomor Telepon/Faks : 0274.487816/ 0274.486403
10. Bidang Ilmu yang ditekuni : Paleontologi-Stratigrafi
11. Riwayat Pendidikan : S1 (T.Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta)
S2 (TGeologi FIKTM, ITB)

Identitas Penyusun 2

1. Nama Lengkap (dengan gelar) : Ir. Bambang Triwibowo, MT.
2. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala/550
3. NIP/NIK/Identitas lainnya : 19550605198931001
4. NIDN : 9905000830
5. Tempat, Tanggal Lahir : Yogyakarta, 5 Juni 1955
6. E-mail : Bambang3wibowo@yahoo.co.id
7. Nomor Telepon/HP : 08122735231
8. Alamat Kantor : Prodi T.Geologi, FTM UPN"Veteran" Yogyakarta
Jl.SWK 104,Condongcatur, Sleman, Yogyakarta
9. Nomor Telepon/Faks : 0274.487816/ 0274.486403
10. Bidang Ilmu yang ditekuni : Stratigrafi dan Geokimia
11. Riwayat Pendidikan : S1 (T.Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta)
S2 (TGeologi FIKTM, ITB)

Identitas Penyusun 3

1. Nama Lengkap (dengan gelar) : Ir. Mahap Maha, MT
2. Jabatan Fungsional : Lektor /200
3. NIP/NIK/Identitas lainnya : 19570304 198703 1 002/
4. NIDN : 9905000613
5. Tempat, Tanggal Lahir : Kabanjahe, 04 Maret 1957
6. E-mail : mahma_semb@yahoo.com
7. Nomor Telepon/HP : 0274870074, 081328760257
8. Alamat Kantor : Prodi T.Geologi, FTM UPN"Veteran" Yogyakarta
Jl.SWK 104,Condongcatur, Sleman, Yogyakarta
9. Nomor Telepon/Faks : 0274.487816/ 0274.486403
10. Bidang Ilmu yang ditekuni : Paleontologi- Stratigrafi
11. Riwayat Pendidikan : S1 (T.Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta)
S2 (TGeologi FIKTM, ITB)

Identitas Penyusun 3

1. Nama Lengkap (dengan gelar) : Prof. Dr. Ir. C. Danisworo, MSc
2. Jabatan Fungsional : guru Besar
3. NIP/NIK/Identitas lainnya : 19480219 197304 1001
4. NIDN : 9905003191
5. Tempat, Tanggal Lahir : Yogyakarta, 19-02-1948
6. E-mail : conrad_danis@yahoo.com
7. Nomor Telepon/HP : 0811293410

8. Alamat Kantor : Prodi T.Geologi, FTM UPN"Veteran" Yogyakarta
Jl.SWK 104,Condongcatur, Sleman, Yogyakarta
9. Nomor Telepon/Faks : 0274.487816/ 0274.486403
10. Bidang Ilmu yang ditekuni : Stratigrafi dan Geokimia
11. Riwayat Pendidikan : S1 (T.Geologi UPN "Veteran" Yogyakarta)
S2 (Geologi Kuarter, Vrije Universiteit Brussel)
S3 (Geologi Kuarter, Vrije Universiteit Brussel)

Buku "Aplikasi Nannoplankton"

ORIGINALITY REPORT

4%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

5%

★ dokumen.site

Internet Source

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 2%