



**PUBLIKASI KHUSUS**

ISBN :

# **POTENSI**

## **SUMBER DAYA MINERAL, UNSUR TANAH JARANG DAN SEDIMEN DASAR LAUT**

**DI PERAIRAN KEPULAUAN RIAU**



**DENY SETIADY**

| MUHAMMAD WAFID | SUNINDYO SURYO HERDADI |  
RIZA RAHARDIAWAN | RINI FAHMITA | FARIS NAUVAL |

**KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL  
BADAN GEOLOGI  
BALAI BESAR SURVEI DAN PEMETAAN GEOLOGI KELAUTAN**

**2024**

**PUBLIKASI KHUSUS**

**POTENSI SUMBER DAYA MINERAL, UNSUR TANAH  
JARANG, DAN SEDIMEN DASAR LAUT DI  
PERAIRAN KEPULAUAN RIAU**

**PENYUSUN:**

**Ir. Deny Setiady, M.T.**  
**Dr. Ir. Muhammad Wafid A. N., M.T.**  
**Sunindyo Suryo Herdadi, S.T., M.T.**  
**Dr. P. Hadi Wijaya, S.T., M.T.**  
**Ir. Riza Rahardiawan, M.Sc.**  
**Rini Fahmita, S.T.**  
**Faris Nauval Rasyid, S.T.**

**BALAI BESAR SURVEI DAN PEMETAAN GEOLOGI KELAUTAN**  
**BADAN GEOLOGI**  
**KEMENTERIAN ENERGI DAN SUMBER DAYA MINERAL**

**2024**

**MATERI PEMBAHASAN BUKU:**

- 1. GEOLOGI DAN SEBARAN BATUAN GRANIT DI KEPULAUAN RIAU**
- 2. SEDIMEN DASAR LAUT DI PERAIRAN KEPULAUAN RIAU**
- 3. KARAKTERISTIK PANTAI PESISIR KEPULAUAN RIAU**
- 4. KANDUNGAN MINERAL DAN UNSUR TANAH JARANG DALAM SEDIMEN DASAR LAUT PERAIRAN KEPULAUAN RIAU**
- 5. OSEANOGRAFI DI PERAIRAN KEPULAUAN RIAU**

**LOKASI PENYELIDIKAN PERAIRAN KEPULAUAN RIAU:**

- 1. PERAIRAN SELAT BATAM BINTAN (SELAT RIAU)**
- 2. PERAIRAN BINTAN SELATAN**
- 3. PERAIRAN SINGKEP**
- 4. PERAIRAN KEPULAUAN NATUNA**
- 5. PERAIRAN PULAU KARIMUN**
- 6. PERAIRAN KEPULAUAN KUNDUR**
- 7. PERAIRAN KEPULAUAN NIPAH**

**PUBLIKASI KHUSUS**  
**POTENSI SUMBER DAYA MINERAL, UNSUR TANAH JARANG DAN SEDIMEN**  
**DASAR LAUT DI PERAIRAN KEPULAUAN RIAU**

**Pemimpin Redaksi** : Edi Suhanto, S.T., M.T.  
**Wakil Pemimpin Redaksi** : Ir. Riza Rahardiawan, M.Sc.

**Redaktur:**

1. Ir. Agus Setyanto, M.Eng.
2. Muhammad Zulfikar, S.T., M.T.
3. Eko Saputro, S.T., M.T.
4. Nazar Nurdin, S.T., M.T.
5. Swasty Aninda Piranti, S.T., M.T.

**Editor:**

- |                                        |                          |
|----------------------------------------|--------------------------|
| 1. Prof. Hananto Kurnio                | BRIN                     |
| 2. Prof. Mimin Karmini                 | IAGI JABAR               |
| 3. Dr. Ir. Agus Didit Harianto, M.T.   | UNPAD                    |
| 4. Dr. Ir. Noor Cahyo D. Aryanto, M.T. | BRIN                     |
| 5. Dr. Ir. Basuki Rahmad, M.T.         | UPN "VETERAN" YOGYAKARTA |
| 6. Dr. Ronaldo Irzon, S.T., M.T.       | PSG, BADAN GEOLOGI       |
| 7. Imam Setiadi, S.Si., M.T.           | BBS PGL, BADAN GEOLOGI   |

**Desain Grafis:** Dery Rochiman, A.Md.

**Sekretariat Dewan Redaksi:**

1. Bakti Nata Kusumah, S.Si.
2. Muhammad Abdillah Islamy, S.Pd.
3. Widya Anindita, S.Kom.
4. Ramawarist Ramzani, S.H.
5. Nanang Suryana

**Kontributor:**

1. Dr. Ir. Ediar Usman, M.T.
2. Ir. Akrom Mustafa, M.T.
3. Nazar Nurdin, S.T., M.T.
4. Ir. Nur Adi Kristanto, M.T.
5. Ir. Yogi Noviandi, M.T.
6. Ir. Udaya Kamiludin

Diterbitkan oleh BBS PGL, BADAN GEOLOGI  
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral  
Alamat: Jl. Dr. Djunjunan No. 236 Bandung 40174 Website: [www.mgi.esdm.go.id](http://www.mgi.esdm.go.id) e-mail: [bbbspgl@esdm.go.id](mailto:bbspgl@esdm.go.id)  
ISBN: .....

Cetakan Pertama: Desember 2024

Hak Cipta dilindungi Undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku tanpa izin penulis dan penerbit.

## SAMBUTAN KEPALA BALAI BESAR SURVEI DAN PEMETAAN GEOLOGI KELAUTAN (BBSPGL)

Survei geologi kelautan menjadi sangat penting karena sebagian besar proses-proses geologi berada di laut, seperti bukti-bukti lempeng tektonik (pemekaran lantai samudra, penunjaman dan penumbukan antar lempeng). Di Indonesia, survei geologi kelautan penting dilakukan karena wilayah darat Indonesia (1,9 juta km<sup>2</sup>) sesungguhnya hanya sepertiga luas dari keseluruhan wilayah Indonesia, sehingga dimungkinkan sebagian sumber daya migas dan mineral akan lebih banyak berada di laut (6,2 juta km<sup>2</sup>).



Salah satu agenda pemerintah adalah mendorong percepatan pembangunan ekonomi nasional berbasis maritim dengan memanfaatkan sumber daya non hayati kelautan. Survei dan inventarisasi sumber daya maritim secara mandiri harus dapat dilakukan oleh Indonesia. Kebutuhan akan peningkatan kualitas data dasar geologi, geofisika dan geokimia untuk meningkatkan minat investasi sangat diperlukan.

Keberadaan BBSPGL di Badan Geologi diharapkan dapat memperkuat tugas dan fungsi unit eselon 1 KESDM tersebut terutama dalam hal penyelidikan dan pelayanan geologi kelautan. Wilayah kerja survei dan pemetaan BBSPGL di pantai dan laut, diharapkan memberikan luaran di Badan Geologi ke depannya menjadi lebih lengkap dan terintegrasi data geologi darat dan laut.

Untuk mendukung tugas dan fungsi Badan Geologi, BBSPGL berkewajiban melaksanakan survei dan pemetaan di bidang geologi kelautan. Fungsi BBSPGL disamping pelaksanaan dan jasa survei dan pemetaan di bidang geologi kelautan; adalah mengelola data dan informasi sumber daya geologi kelautan (mineral dan migas), serta pengelolaan sarana dan prasarana survei dan pemetaan. Kegiatan pengelolaan data dan informasi sumber daya geologi kelautan antara lain menghasilkan Peta Kandungan Mineral dan Logam Tanah Jarang Pada Sedimen Permukaan Dasar Laut di Paparan Sunda, yang meliputi hasil penyelidikan di pesisir (*nearshore*) dan laut lepas (*offshore*). Pada peta tersebut terlihat potensi kandungan mineral dan unsur tanah jarang dasar laut pada 36 lokasi di Paparan Sunda yang akan dilakukan pemutakhiran setiap tahunnya

Sedimen dasar laut (pasir laut) di perairan Kepulauan Riau banyak mengandung mineral seperti kuarsa, kasiterit, magnetit, ilmenit dan unsur tanah jarang (zirkonium, itrium, barium, stronsium). Apabila kandungan mineral dalam pasir tersebut dapat diperhitungkan, maka harga jual dari pasir tersebut tidak hanya sebagai material reklamasi. Batuan asal dari pasir laut di Perairan Riau adalah batuan yang termasuk ke dalam kelompok granit yang banyak tersebar di sekitar Kepulauan Riau. Granit dari jalur timah Asia Tenggara termasuk Kepulauan Riau ditemukan di sepanjang zona dengan panjang sekitar 4000 km dari Burma (Myanmar) sampai ke kepulauan Bangka dan Belitung.

Seperti diketahui kasiterit termasuk *resistant* terhadap pengangkutan air, sehingga memungkinkan dapat terkumpul sebagai endapan letakan (*placer deposit*). Di dalam endapan ini, kasiterit berasosiasi dengan kuarsa, monasit dan turmalin, yang merupakan hasil pelapukan dari granit di jalur timah ini. Granit menghasilkan mineralisasi timah dengan mineral ikutan, seperti monasit, xenotim dan zirkon serta unsur tanah jarang. Pada proses penambangan dan pengolahan timah, mineral-mineral tersebut terpisahkan menjadi produk sampingan.

Disini dibahas potensi kandungan mineral dan unsur tanah jarang pada sedimen dasar laut dasar laut di Perairan Kepulauan Riau yang terdapat pada 7 (tujuh) lokasi (bagian dari Paparan Sunda) yaitu:

1. Perairan Selat Batam Bintang (Selat Riau)
2. Perairan Bintang Selatan
3. Perairan Singkep
4. Perairan Kepulauan Natuna
5. Perairan Karimun
6. Perairan Kepulauan Kundur
7. Perairan Kepulauan Nipah

Bandung, Desember 2024

Kepala Balai Besar

Survei dan Pemetaan Geologi Kelautan  
(Sunindyo Suryo Herdadi, S.T., M.T.)

## SAMBUTAN KEPALA BADAN GEOLOGI

Diiringi rasa syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, kami menyambut baik penerbitan Buku Publikasi Khusus Potensi Sumber Daya Mineral, Unsur Tanah Jarang dan Sedimen Dasar Laut di Perairan Kepulauan Riau ini dapat diterbitkan. Buku ini bisa menjadi salah satu bukti dari perwujudan tugas Badan Geologi untuk menyelenggarakan penelitian, penyelidikan, dan pelayanan di bidang sumber daya geologi khususnya di laut.



Mineral kritis yang diendapkan di dasar laut berupa mineral yang mengalami pelapukan transportasi dan sedimentasi (mineral kritis letakan). Pembentukan endapan letakan laut membutuhkan adanya batuan sumber yang cukup melimpah.

Endapan mineral plaser terbentuk oleh proses pelapukan permukaan dan oleh aktivitas laut, sungai, atau angin yang menghasilkan konsentrasi mineral-mineral yang resisten. Mineral letakan dapat terakumulasi karena pemisahan secara gravitasi selama proses sedimentasi. Jenis endapan letakan terdiri dari aluvial (ditransportasi oleh sungai), koluviyal (ditransportasi oleh gravitasi), eluvial (material masih berada atau di dekat asalnya), plaser pantai (pasir kasar yang terendapkan sepanjang tubuh air), dan paleoplaser (batuan yang terkubur dan berubah dari yang awalnya berupa sedimen lepas). Endapan mineral plaser secara mekanik umumnya terkonsentrasi oleh sungai dan proses laut. Mineral kasiterit adalah salah satu contoh mineral berat yang merupakan endapan letakan yang berasal dari pelapukan batuan induk granit.

Perairan Kepulauan Riau dikenal sebagai bagian dari Daratan Sunda (*Sundaland*), sebuah istilah yang merujuk kepada bentang alam daratan Lempeng Benua dan Landas Kontinen di Asia Tenggara yang merupakan dataran ketika permukaan laut jauh lebih rendah pada zaman es terakhir. Paparan Sunda termasuk Semenanjung Malaya, Kepulauan Sunda Besar termasuk Kalimantan, Sumatra, dan Jawa, serta laut dangkal di sekitarnya, yaitu Laut Jawa, Selat Malaka, Selat Karimata, Teluk Siam, dan bagian Selatan Laut China Selatan. Berdasarkan informasi tersebut dipilih tujuh lokasi di Perairan Kepulauan Riau yang akan membahas tentang Unsur Tanah Jarang dan Sedimen di Paparan Sunda hasil penyelidikan BBSPGL, Geologi dan Sebaran Batuan Granit, Sedimen

Dasar Laut, Karakteristik Pantai dan Pesisir Kepulauan Riau, Oseanografi di Perairan Kepulauan Riau.

Informasi yang disajikan di dalam buku ini ditulis berdasarkan hasil survei dan penyelidikan, serta pelayanan geologi kelautan. Informasi-informasi yang disajikan dalam buku ini diharapkan dapat dipahami dan bermanfaat untuk masyarakat.

Bandung, Desember 2024  
Kepala Badan Geologi  
(Dr. Ir. Muhammad Wafid A.N., M.Sc.)

# DAFTAR ISI

SAMBUTAN KEPALA BALAI BESAR SURVEI DAN PEMETAAN GEOLOGI KELAUTAN (BBSPGL)	iv
SAMBUTAN KEPALA BADAN GEOLOGI	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 GEOLOGI, MORFOLOGI DASAR LAUT DAN SEBARAN BATUAN GRANIT DI KEPULAUAN RIAU	1
1.1 Geologi Kepulauan Riau	1
1.2 Morfologi Dasar Laut dan Sungai Purba di Perairan Kepulauan Riau	11
1.3 Sebaran Batuan Granit di Kepulauan Riau	13
1.3.1 Sebaran Granit Di Perairan Selat Riau (Batam-Bintan)	15
1.3.2 Sebaran Granit Pulau Singkep	19
1.3.3 Sebaran Granit Natuna	19
1.3.4 Sebaran Granit Bintan Selatan	21
1.3.5 Sebaran Granit Karimun	22
1.3.6 Batuan di Kepulauan Tambelan	23
BAB 2 SEDIMEN DASAR LAUT DAN DATA SEISMİK DI PERAIRAN KEPULAUAN RIAU	26
2.1 Sedimen Dasar Laut Perairan Selat Riau (Batam Bintan)	28
2.2 Sedimen Dasar Laut Perairan Singkep	32
2.3 Sedimen Dasar Laut Bintan Selatan	34
2.4 Sedimen Dasar Laut Perairan Kundur	38
2.5 Sedimen Dasar Laut Perairan Pulau Nipah	42
2.6 Sedimen Dasar Laut Perairan Karimun	45
2.7 Sedimen Dasar Laut Perairan Natuna Besar	49
BAB 3 KARAKTERISTIK PANTAI PESISIR KEPULAUAN RIAU	60
3.1 Karakteristik Pantai Batam Timur dan Bintan Barat	60
3.2 Karakteristik Pantai Perairan Bintan Selatan	64
3.3 Karakteristik Pantai Perairan Singkep	68

3.4 Karakteristik Pantai Natuna .....	71
3.5 Karakteristik Pantai Pulau Karimun.....	83
3.6 Karakteristik Pantai Perairan Kundur .....	85
3.7 Karakteristik Pantai Pulau Nipah.....	87
<b>BAB 4 KANDUNGAN MINERAL DAN UNSUR TANAH JARANG DALAM SEDIMEN DASAR LAUT PERAIRAN KEPULAUAN RIAU .....</b>	<b>90</b>
4.1 Kandungan Mineral dan Unsur Tanah Jarang Dasar Laut di Perairan Selat Riau dan Batam Utara .....	101
4.1.1 Kandungan Mineral dan Unsur Tanah Jarang Dasar Laut di Perairan Batam Bintang (Selat Riau).....	101
4.1.2 Kandungan Mineral di Batam Utara .....	105
4.2 Kandungan Mineral dan Unsur Tanah Jarang di Perairan Bintang Selatan .....	107
4.2.1 Kandungan Mineral di Perairan Bintang Selatan .....	107
4.2.2 Kandungan Unsur Tanah Jarang / REE Bintang Selatan.....	110
4.3 Kandungan Mineral dan Unsur Tanah Jarang di Perairan Singkep.....	112
4.4 Kandungan Mineral dan Unsur Tanah Jarang di Perairan Natuna .....	120
4.4.1 Mineral Berat .....	120
4.4.2 Unsur Tanah Jarang .....	120
4.5 Kandungan Mineral di Perairan Karimun .....	121
4.6 Kandungan Mineral Perairan Kundur.....	123
4.7 Kandungan Mineral di Perairan Nipah.....	125
<b>BAB 5 OSEANOGRAFI PERAIRAN KEPULAUAN RIAU.....</b>	<b>127</b>
5.1 Oseanografi Selat Batam Bintang.....	128
5.1.1 Pasang Surut .....	128
5.1.2 Pengamatan Arus.....	130
5.1.3 Kedalaman Dasar Laut.....	132
5.2 Oseanografi Perairan Bintang Selatan .....	134
5.2.1. Pasang Surut .....	134
5.2.2. Kedalaman Dasar Laut.....	135
5.3 Oseanografi Perairan Singkep .....	136
5.3.1 Pasang Surut .....	136
5.3.2 Arus Laut.....	138
5.3.3 Batimetri.....	141
5.4 Oseanografi Perairan Natuna .....	143
5.4.1 Pasang Surut .....	143
5.4.2 Arus pasang surut .....	143

5.4.3 Batimetri.....	144
5.5 Oseanografi Perairan Pulau Karimun .....	149
5.5.1 Batimetri.....	149
5.6 Oseanografi Perairan Kundur.....	150
5.6.1 Pasang Surut .....	150
5.6.2 Batimetri.....	150
5.7 Oseanografi Perairan Pulau Nipah .....	152
5.7.1 Pasang Surut .....	152
5.7.2 Pengukuran Arus .....	154
5.7.3 Batimetri.....	154
SINOPSIS .....	158
UCAPAN TERIMA KASIH .....	162
DAFTAR PUSTAKA.....	163

# DAFTAR GAMBAR



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jalur Timah kelanjutan dari Semenanjung Malaysia, Kepulauan Riau sampai Bangka- Belitung (Cobbing, 2005) .....	1
Gambar 1.2 Potensi logam timah dan logam lainnya di Kepulauan Riau dan sekitarnya (modifikasi dari Cobbing, 2005 dalam PPPGL, 2008) .....	2
Gambar 1.3 Peta Sumber Daya Mineral Kelautan Indonesia (Setiady, drr., 2023).....	4
Gambar 1.4 Peta sungai purba di Paparan Sunda selama <i>late glacial max</i> (Voris, 2000; Sathiamurthy dan Voris, 2006).....	13
Gambar 1.5 Peta Geologi Selat Batam Bintan (Kusnama drr., 1994) .....	16
Gambar 1.6 Singkapan Batuan Beku Granit di Pantai Batam dan Bintan (Setiady dan Faturrachman, 2004) .....	17
Gambar 1.7 Granit mikro & Gambar 1.8 Granit mikro.....	20
Gambar 1.9 (a) Kenampakan singkapan dan bentang alam BP-52; (b) Kondisi stockpile nikel di dekat pantai; (c) Kenampakan contoh setangan gossan di BP-52.....	21
Gambar 1.10 Singkapan Granit di Pantai Pulau Bintan (PBN-1). Foto diambil ke arah laut dari Pulau Bintan .....	22
Gambar 1.11 Singkapan granodiorit dari Satuan Batuan Kerabat Granit Sukadana (Aryanto dan Budiono, 2008). .....	24
Gambar 2.1 Lingkungan pengendapan batuan sedimen marin (Dira drr., 2014) .....	27
Gambar 2.2 Peta sebaran sedimen dan kedalaman laut Perairan Selat Batam dan Bintan (Setiady, 2003) .....	31
Gambar 2.3 Peta sebaran sedimen Perairan Singkep.....	32
Gambar 2.4 Penampang seismik pada lintasan SKP-13 di barat laut Perairan Singkep, terdiri dari Unit A, B dan C.....	33
Gambar 2.5 Peta Lokasi pengambilan percontoh perairan Bintan Selatan, Bintan, Kep. Riau .....	35
Gambar 2.6 Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut Perairan Bintan.....	36
Gambar 2.7 Hubungan antara % kasiterit dengan jenis besar butir sedimen.....	40
Gambar 2.8 Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut Perairan Kundur (Setiady, 2010) .....	41
Gambar 2.9 Interpretasi penampang seismik timurlaut Pulau Nipah .....	43

Gambar 2.10 Lokasi percontohan sedimen daerah perairan P. Karimun Besar dan sekitarnya .....	45
Gambar 2.11 Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut daerah perairan Karimun Besar dan sekitarnya .....	46
Gambar 2.12 Contoh Pola reflektor tegas dan homogen yang menunjukkan batuan keras dan homogen terekam dan mendominasi diseluruh lintasan. ....	54
Gambar 2.13 Lintasan Navigasi dan rekaman seismik lintasan 20090321150440 (arah rekaman seismik berlawanan dengan arah lintasannya) .....	54
Gambar 2.14 Rekaman GPR di Pantai Cemaga .....	55
Gambar 2.15 Rekaman GPR di Pantai Sahi .....	56
Gambar 2.16 Rekaman GPR di Pantai Pring .....	57
Gambar 2.17 Rekaman GPR di Pantai Sepempang .....	57
Gambar 2.18 Rekaman GPR di Pantai Tanjung.....	58
Gambar 3.1 Peta Karakteristik Pantai Batam Timur-Bintan Barat (Setiady, 2018).....	61
Gambar 3.2 Satuan Perbukitan. Foto diambil dari Selat Batam ke arah Barat. ....	63
Gambar 3.3 Morfologi Dataran. Foto diambil di pantai Pulau Bintan sebelah utara .....	63
Gambar 3.4 Korelasi bor tangan di Pulau Bintan .....	64
Gambar 3.5 Peta Karakteristik Pantai Perairan Bintan Selatan .....	65
Gambar 3.6 Pantai berpasir di Pulau Ajab.....	65
Gambar 3.7 Pantai berpasir di Pulau Siolong .....	66
Gambar 3.8 Pantai berpasir di daerah Batu Licin yang dimanfaatkan sebagai kawasan wisata .....	67
Gambar 3.9 Pantai berbakau di sebelah barat Pulau Koyang dengan tumbuhan bakau dan cemara, (b) Pantai berbakau di daerah Mantang Baru yang dimanfaatkan penduduk sebagai areal pertambangan bauksit.....	67
Gambar 3.10 Peta Karakteristik Pantai dan Sebaran Sedimen Dasar Laut Perairan Singkep	69
Gambar 3.11 Tipe pantai berbatu di Pantai Napau, Singkep selatan .....	69
Gambar 3.12 Pantai berpasir saat mendekati pasang dan surut air laut di Pantai Lanjut, Singkep Timur (Akrom, 2016) .....	70
Gambar 3.13 Pantai berhutan bakau muda di Pantai Langkap (A) dan Pantai Berhutan bakau lama (B) .....	71
Gambar 3.14 Peta Karakteristik Pantai Natuna (Astjario dan Setiady, 2010).....	74
Gambar 3.15 Kawasan Pantai Sengiap yang terdapat di daerah telitian bagian utara, di klasifikasikan sebagai pantai berpasir (tipe pantai I). ....	74
Gambar 3.16 Pulau Karangsahi yang terletak di depan pantai berpasir daerah Karangsahi, menyingkapkan batugamping kristalin (Astjario dan Setiady, 2010) .....	75

Gambar 3.17 Pantai berpasir di kawasan wisata pantai Sujung yang terletak disebelah utara kota Ranai (Astjario dan Setiady, 2010) .....	76
Gambar 3.18 Pantai berpasir berbatu (tipe pantai II), garis pantainya tersusun dari pasir halus hingga sedang tetapi tersingkap pula bongkah-bongkah batugranit (Astjario dan Setiady, 2010).....	77
Gambar 3.19 Kawasan pantai Senubing yang curam tersusun dari bongkahan batugamping. Kawasan ini berpotensi dijadikan kawasan wisata pantai (Astjario dan Setiady, 2010).....	78
Gambar 3.20 Kawasan pantai tipe pantai III yang tersusun dari bongkahan-bongkahan batugranit berukuran besar. ....	79
Gambar 3.21 Pantai berbakau (tipe pantai IV) yang terdiri dari jenis <i>Rhizophora Stylosa</i> .....	79
Gambar 3.22 Pantai utara pulau Senoa yang menyingkapkan Formasi Bunguran dengan tebing yang sangat curam (Astjario dan Setiady, 2010).....	81
Gambar 3.23 Pantai selatan Pulau Senoa yang tersusun dari pantai berpasir dengan ukuran butir sedang.....	81
Gambar 3.24 Terumbu karang yang tersebar di dasar laut Pulau Senoa bagian selatan yang memperlihatkan banyaknya terumbu karang meja atau disebut sebagai <i>Acropora pulchra</i> (Astjario dan Setiady, 2010) .....	82
Gambar 3.25 Penulis melakukan pengamatan terumbu karang dengan melakukan duckdive dari permukaan hingga dasar laut. ....	82
Gambar 3.26 Peta karakteristik Pantai Pulau Karimun Besar.....	83
Gambar 3.27 Peta lokasi penelitian, peta pengambilan sedimen dasar laut, dan peta karakteristik pantai .....	86
Gambar 3.28 Peta Karakteristik Pantai Pulau Nipah.....	87
Gambar 4.1 Konsentrasi mineral berat di dalam endapan plaser (Mupaya, 2020) .....	91
Gambar 4.2 Peta Kandungan Mineral dan Logam Tanah Jarang Pada Sedimen Permukaan Dasar Laut Perairan Paparan sunda .....	93
Gambar 4.3 Grafik kandungan magnetit dari barat ke timur Selat Riau.....	104
Gambar 4.4 Grafik kandungan kasiterit dari barat ke timur Selat Riau .....	104
Gambar 4.5 Kandungan Unsur Tanah Jarang Sepanjang Pantai Pulau Batam (PBT) dan Bintang (PBN).....	105
Gambar 4.6 Kandungan unsur tanah jarang di permukaan dasar laut Selat Riau .....	105
Gambar 4.7 Lokasi Pengambilan contoh sedimen permukaan dasar laut Perairan Utara Batam-Bintan.....	106

Gambar 4.8 Fotomikrograf memperlihatkan mineral opak ditemukan sebagai butiran yang terkunci dalam fragmen litik kuarsa, dan ditemukan juga sebagai butiran bebas .....	108
Gambar 4.9 Peta kandungan timah Perairan Singkep.....	113
Gambar 4.10 Peta Kandungan silika Perairan Singkep.....	116
Gambar 4.11 Grafik perbandingan komposisi kimia granit dan pasir laut di perairan Pulau Singkep. ....	116
Gambar 4.12 Peta kandungan Lanthanum Perairan Singkep .....	118
Gambar 4.13 Peta kandungan Cerium Perairan Singkep .....	119
Gambar 4.14 Peta kandungan Neodymium Perairan Singkep.....	120
Gambar 4.15 Lokasi pengambilan contoh sedimen Dasar laut Perairan Karimun.....	121
Gambar 4.16 Peta kandungan mineral berat di Perairan Karimun .....	122
Gambar 4.17 Peta kandungan mineral kasiterit, kedalaman dasar laut, dan arah gelombang .....	124
Gambar 5.1 Pergerakan volume massa air Arlindo (Susanto dan Gordon, 2005).....	128
Gambar 5.2 Kurva tinggi pasang surut dengan kecepatan arus di Perairan Batam.....	129
Gambar 5.3 Hubungan pasang surut dengan pola arus di sekitar daerah pengamatan.....	132
Gambar 5.4 Peta batimetri Perairan Batam-Bintan .....	133
Gambar 5.5 Kenampakan 3 Dimensi Perairan Selata Batam-Bintan.....	134
Gambar 5.6 Kurva Pengukuran Pasang Surut Perairan Bintan Selatan Selama 17 Piantan	134
Gambar 5.7 Peta Kedalaman Dasar Laut Bintan Selatan .....	135
Gambar 5.8 Lokasi pengukuran pasang surut di Perairan Dabo, Singkep, Kepulauan Riau	137
Gambar 5.9 Kurva hasil pengukuran pasang surut di Perairan Dabo, Singkep.....	137
Gambar 5.10 Lokasi pengukuran arus laut di Perairan Timur Pulau Singkep, Kepulauan Riau (P3GL, 2016).....	139
Gambar 5.11 Kecepatan arus laut pada saat pengukuran di Perairan Singkep, Kepulauan Riau .....	140
Gambar 5.12 Perbandingan pasang surut laut dengan arah arus laut pada saat pengukuran di Perairan Dabo, Singkep, Kepulauan Riau (P3GL, 2016).....	141
Gambar 5.13 Perbandingan pasang surut laut dengan kecepatan arus laut pada saat pengukuran di Perairan Dabo, Singkep, Kepulauan Riau (P3GL, 2016). ....	141
Gambar 5.14 Peta batimetri di Perairan Singkep.....	142
Gambar 5.15 Arus diukur pada dua kedalaman laut (0.2d dan 0.6d).....	144
Gambar 5.16 Peta kedalaman dasar laut Perairan Natuna.....	147
Gambar 5.17 Gambaran 3 Dimensi Morfologi dasar Laut daerah penelitian.....	148
Gambar 5.18 Peta kedalaman dasar laut (batimetri) perairan Karimun Besar.....	149

Gambar 5.19 Peta Kedalaman Dasar Laut (Batimetri) Perairan Kundur (Setiady, 2010).....	151
Gambar 5.20 Kenampakan Sebagian Pulau Nipah Saat Surut (Atas) dan Saat Pasang (Bawah) .....	153
Gambar 5.21 Blok diagram Pulau Nipah dan perairan sekitarnya .....	155
Gambar 5.22 Peta batimetri perairan Pulau Nipah dan sekitarnya pada kondisi muka laut rata- rata .....	156



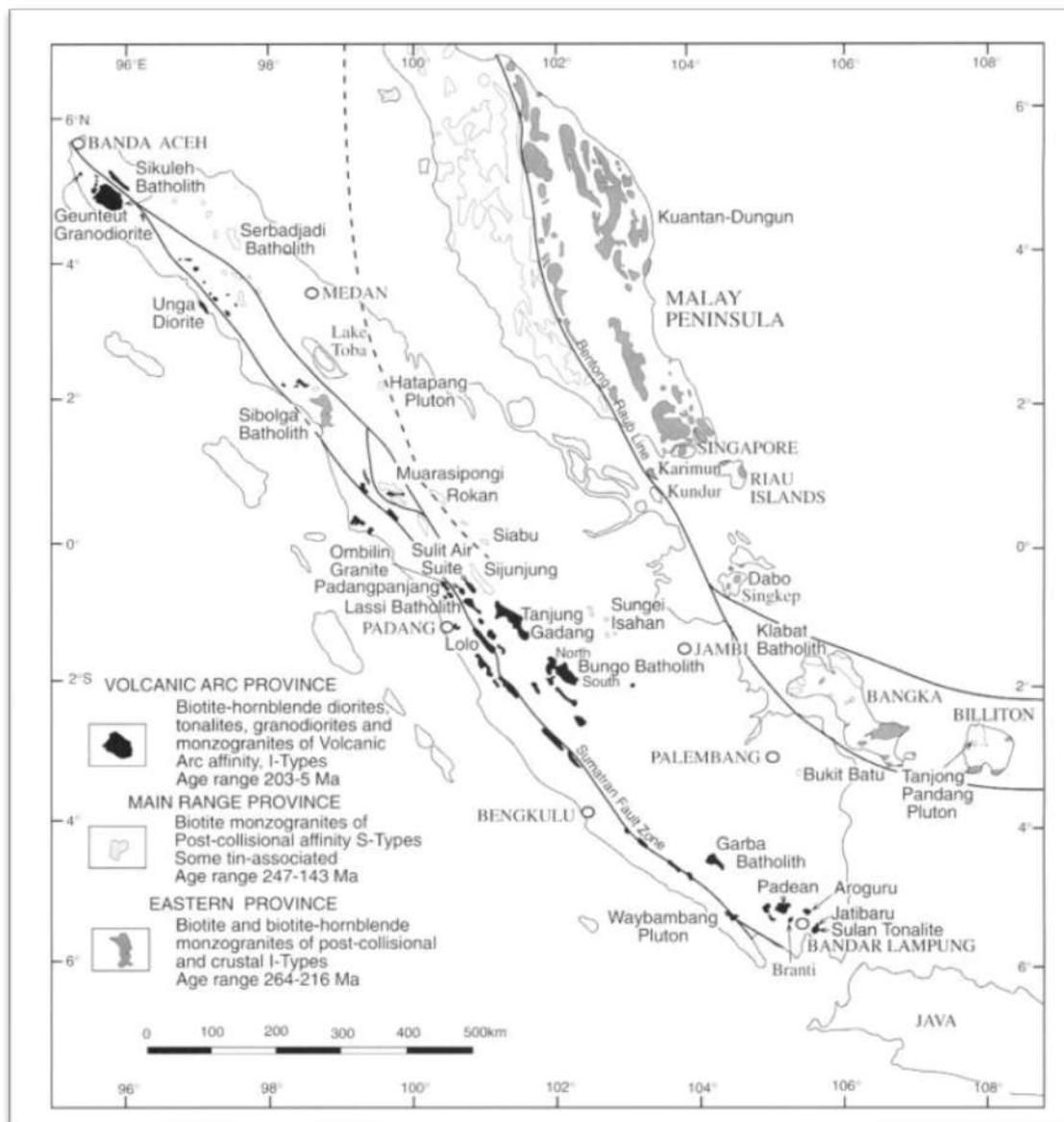




# BAB 1 GEOLOGI, MORFOLOGI DASAR LAUT DAN SEBARAN BATUAN GRANIT DI KEPULAUAN RIAU

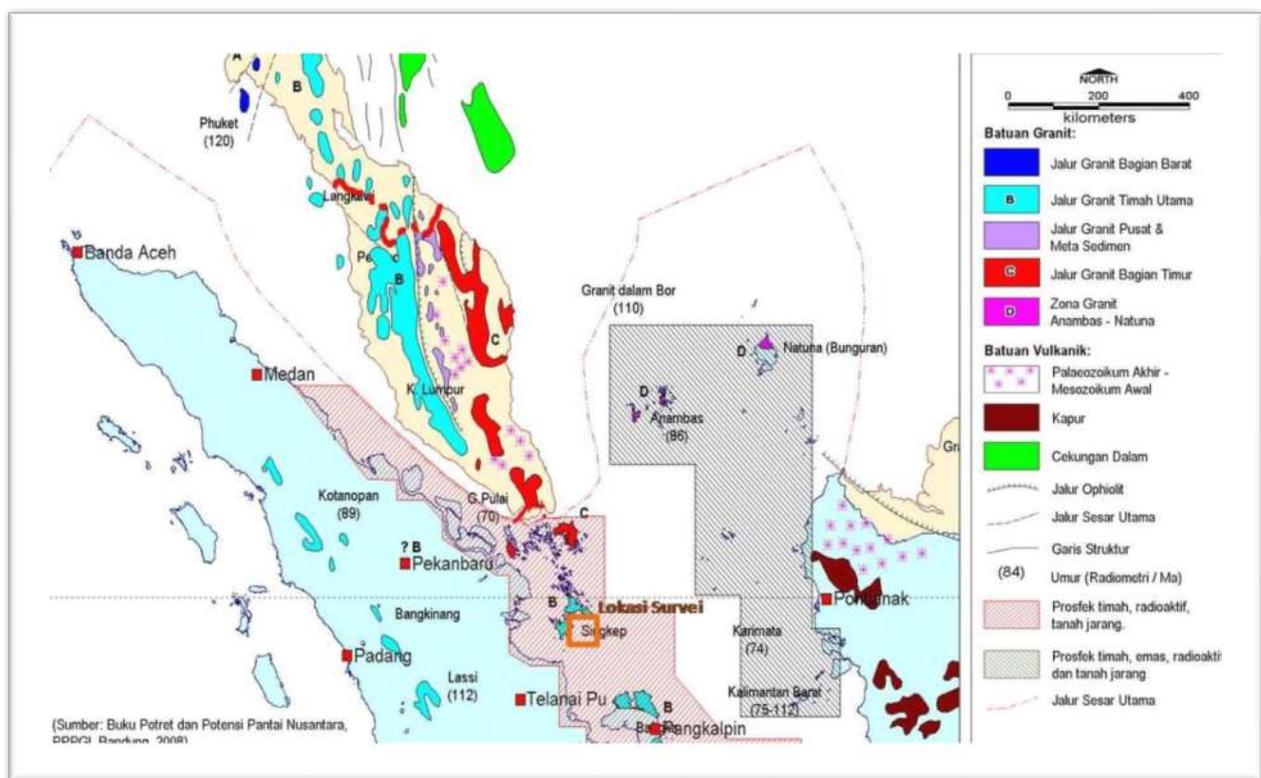
## 1.1 Geologi Kepulauan Riau

Tatanan geologi regional Kepulauan Riau dan sekitarnya merupakan tinggian batuan dasar yang berada di sebelah timur Cekungan Sumatra Selatan dan utara Cekungan Sunda. Tinggian ini merupakan bagian dari jalur timah batuan granit (*tin belt granite*) dari Kraton Sunda yang memanjang dari daratan Thailand, Semenanjung Malaysia, Kepulauan Riau, Bangka-Belitung hingga Kalimantan Barat (Kamiludin, drr., 2015). Batuan dasar granit ini muncul di sepanjang jalur timah terdiri berbagai jenis (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Jalur Timah kelanjutan dari Semenanjung Malaysia, Kepulauan Riau sampai Bangka-Belitung (Cobbing, 2005)

Sebagai daerah jalur timah, diperkirakan daerah ini terdapat alur purba (*paleochannel*) sebagai daerah sedimentasi endapan pasir asal daratan dan laut yang mengandung konsentrat timah (Cobbing, 2005). Endapan-endapan timah di Indonesia terletak pada jalur timah terkaya di dunia yang membujur mulai Cina bagian selatan, Myanmar, Thailand, Semenanjung Malaysia dan menerus ke selatan hingga ke Indonesia, yaitu di pulau-pulau timah dan lingkungan sekitarnya, seperti pulau Bangka, Belitung, dan Singkep (PPPGL, 2008). Selain itu juga terdapat di daratan Sumatra Tengah (Bangkinang), serta gugusan pulau-pulau Anambas, Natuna dan Karimun. Di Indonesia, timah sebagai endapan aluvium terdapat di daerah Kepulauan Riau meliputi Pulau Singkep, Bangkinang, Karimun dan Kundur, serta Bangka Belitung (Gambar 1.2).

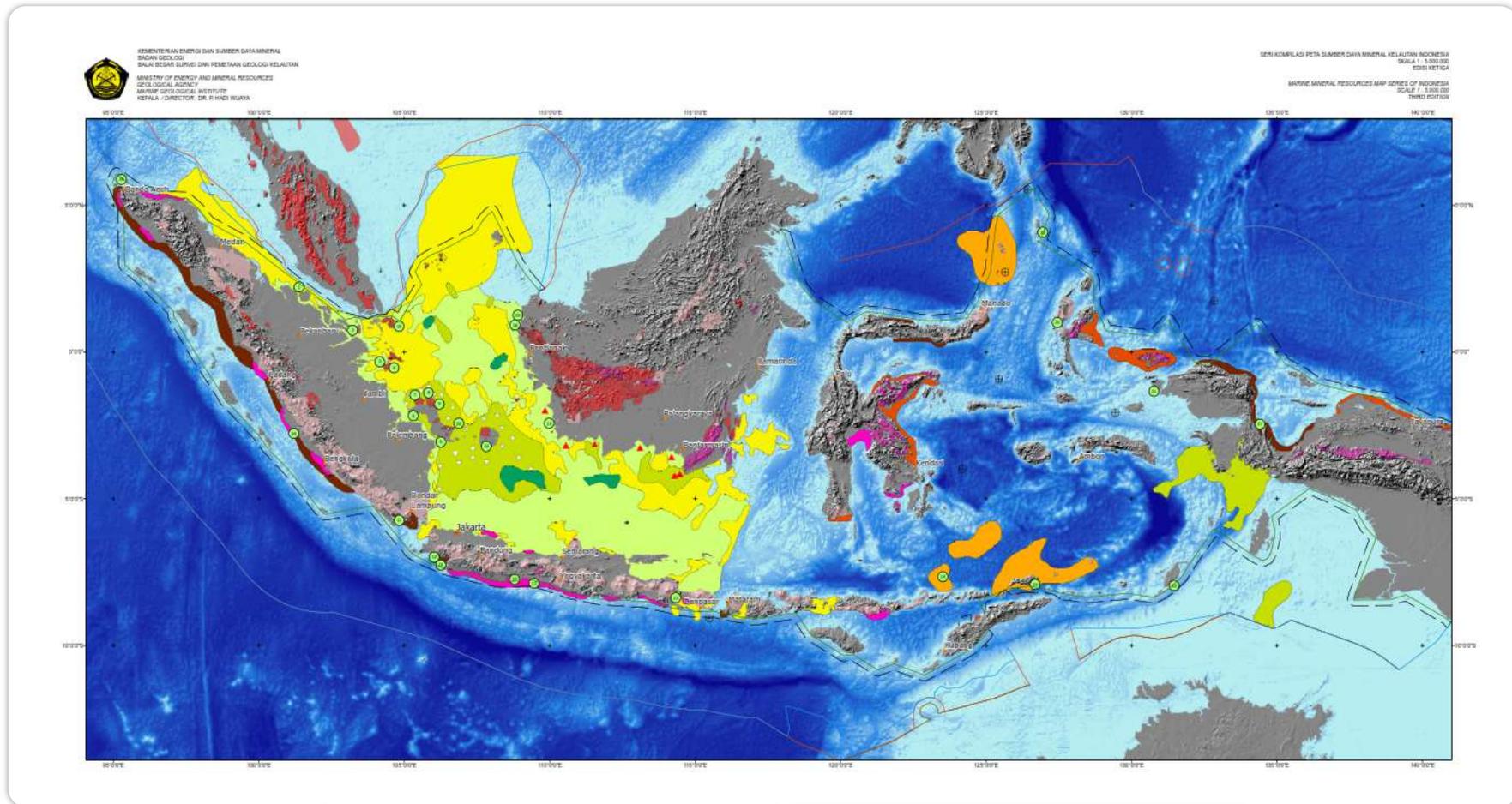


Gambar 1.2 Potensi logam timah dan logam lainnya di Kepulauan Riau dan sekitarnya (modifikasi dari Cobbing, 2005 dalam PPPGL, 2008)

Menurut Aleva, 1985, Perairan Kepulauan Riau merupakan bagian dari Perairan Selat Malaka dan Cekungan Sumatra Tengah. Secara stratigrafis batuan tertua di wilayah Selat Malaka adalah sekuen *arenaceous* dan *argillaceous* serpih berumur Trias-Jura serta intrusi granit. Batuan sedimen berumur Mesozoik lebih banyak dijumpai di Selat Malaka, sedangkan batuan sedimen berumur Tersier dan Kuartar terdapat di sepanjang pantai Sumatra dengan ketebalan mencapai 300 m (Cekungan Sumatra Tengah) dan sedimen ini menipis ke arah tengah Selat Malaka. Batuan sedimen Kuartar, terdiri dari

endapan sedimen tua berupa pasir lempungan masif asal darat, kompleks endapan aluvium berupa pasir lempungan yang diendapkan di cekungan dalam dan sedimen muda berupa lumpur laut. Cekungan Sumatra Tengah merupakan bagian dari rangkaian cekungan busur belakang yang terbentuk sepanjang tepi paparan sunda akibat subduksi lempeng Samudra Hindia dengan lempeng benua Asia selama Paleogen. Dataran pantai pada umumnya merupakan pantai maju dan tidak berkembangnya gosong pasir pantai di Sumatra, hal ini menunjukkan bahwa pengaruh gelombang di Selat Malaka relatif kecil. Berdasarkan peta sumber daya mineral kelautan Indonesia (Setiady drr., 2023), lokasi yang sudah disurvei oleh BBSPGL BADAN GEOLOGI, KESDM, sebagian besar sebaran mineral kelautan terdapat di Indonesia bagian barat, dan beberapa lokasi di Indonesia Bagian Tengah serta Indonesia Bagian Timur (Tabel 1.1). Peta ini merupakan Peta Sumber Daya Mineral Hipotetik, yang merupakan kompilasi hasil survei dan pemetaan dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan yang sekarang menjadi Balai Besar Survei dan Pemetaan Geologi Kelautan (BBSPGL) dari tahun 1996 – 2022 dan merupakan peta edisi ketiga yang menampilkan hasil perhitungan sumberdaya dan merupakan modifikasi dari peta sebelumnya tahun 2008, 2017 dan 2022. Satuan perhitungan sumberdaya berdasarkan klasifikasi sumberdaya dan cadangan (SNI 4726-2019) dengan satuan meter kubik ( $m^3$ ). Khusus untuk endapan letakan ketebalan endapan diketahui berdasarkan penafsiran rekaman seismik dan beberapa lokasi diverifikasi dengan data pemboran. Sedangkan untuk endapan primer dilakukan secara visualisasi (modeling) 3 dimensi (3D) morfologi dasar laut. Bila tidak terdapat data bor dan seismik, maka informasi yang disajikan hanya keberadaan mineral saja yang disajikan (Gambar 1.3).





Gambar 1.3 Peta Sumber Daya Mineral Kelautan Indonesia (Setiady, drr., 2023)

Tabel 1.1 Lokasi keterdapatn kandungan mineral

No	Lokasi	Jumlah Sampel	Komoditas	Volume (m <sup>3</sup> )	Kadar	Analisis
1	Perairan Rupat, Riau	87	Pasir silika	18.184.500.000	95,38 %	AAS
2	Laut Kundur, Kep. Riau	73	Mineral berat pembawa LTJ (monasit, senotim, apatit, dll)	811.313.276	-	Pemisahan berat (bromofom) dan pemisahan kering (isodinamik separator) & mineralogi butir
3	Singkep Baratlaut	50	Pasir Timah	184.780.000	100 ppm	XRF & Mineralogi Butir
4	Dabo, Singkep	74	Pasir Timah	201.620.000	100 ppm	XRF & Mineralogi Butir
5	Toboali, Perairan Bangka	480	Mineral berat pembawa LTJ (monasit, senotim, apatit, dll)	589.534.908	-	Pemisahan berat (bromofom) dan pemisahan kering (isodinamik separator) & mineralogi butir
6	Muntok, Perairan Bangka					
7	Jebus, Perairan Bangka					
8	Belinyu, Perairan Bangka					
9	Sungai Liat, Perairan Bangka					
10	Laut Belitung, Babel	92	Mineral berat pembawa LTJ (monasit, senotim, apatit, dll)	41.616.000	-	Pemisahan berat (bromofom) dan pemisahan kering (isodinamik separator) & mineralogi butir
11	Teluk Semangko, Lampung	92	Emas	Area prospek I: 6.566.807 Area prospek II: 8.046.212	Area prospek I: 0,6 ppm Area prospek II: 0,3 ppm Area prospek III: 0,1 ppm	AAS

No	Lokasi	Jumlah Sampel	Komoditas	Volume (m <sup>3</sup> )	Kadar	Analisis
				Area prospek III: 3.879.341		
12	Teluk Bayah-Cibobos, Banten	75	Emas	253.442.000	0,3 ppm	AAS
13	Perairan Kulon Progo, DIY	36	Pasir Besi	376.612.500	10,54 %	AAS (Fe Total)
14	Perairan Komba, NTT	86	Emas	348.038	3 ppm	AAS
15	Perairan Pantai Kendawangan, Kalimantan Barat	53	Mineral berat pembawa unsur tanah jarang (zirkon), terdapat kasiterit, rutil, ilmenit, dan unsur tanah jarang	1.041.464.143	Zirkon 10.000-256.000 ppm, Kasiterit 3.000-150.000 ppm, Rutil 20.000-223.000 ppm	ICP-MS ( <i>Inductively Coupled Plasma</i> )
16	Pelabuhan Ratu, Ciletuh, Sukabumi	92	Unsur Tanah Jarang (REE)	6.478.972.026	Th <5 ppm, Zr 150-3300 ppm, Ba 120-3100 ppm	Mineragrafi dan analisa mineral berat, Petrografi, XRF, ICP-MS
			Logam dasar: Emas (Au), Perak (Ag), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Timbal (Pb), Cromium (Cr), Cobalt (Co), Nikel (Ni), Mangan (Mn)		Au 20-200 ppb, Ag 1,1-107 ppm, Cu 0,48-60 ppm, Mn 200-3800 ppm Zn 12-80 ppm, Cr 30-600 ppm, Co 10-70 ppm, Ni 10-50 ppm, Pb 7-12 ppm	
			Pasir Besi		Magnetit 146-72298 ppm	
17	Cilacap, Jateng	61	Pasir Besi	8.190.859.951	Magnetit 1500-439000 ppm	Pemisahan berat (bromoform)



No	Lokasi	Jumlah Sampel	Komoditas	Volume (m <sup>3</sup> )	Kadar	Analisis
		17			24400-168400 ppm	XRF dan AAS
18	Singkawang, Kalbar	36	Mineral berat pembawa unsur tanah jarang	2.170.912.974	Kasiterit 10000-150000 ppm Zirkon 5000-105000 ppm	Pemisahan berat (bromofom)
19	Bintan Selatan, Kepri	93	Pasir Silika	1.071.130.000	63-87% (Rata-rata 76%)	Mineragrafi
			Logam Tanah Jarang (REE)		13,7 - 54,8 ppm Ce	ICP-MS
20	Tg. Berikat, Bangka	62	Pasir Silika	3.583.300.000	87-90 %	Mineragrafi
			Logam Tanah Jarang		Ce (1,5 - 21,3 ppm), La (0,8 - 10,6 ppm), Nd (0,6 - 9 ppm), Y (0,8 - 5,3 ppm), Pr (0,16 - 2,55 ppm)	ICP-MS
21	Raja Ampat	6	Pasir Besi	-	Magnetit 16.500-77.800 ppm	XRF
22	Kepulauan Talaud	38	Pasir Besi	-	Magnetit rata-rata 178.200 ppm	Mineralogi Butir
23	Banyuwangi, Jawa Timur	14	Pasir Besi	-	Magnetit 75-25.084 ppm	Pemisahan berat (bromofom)
24	Mukomuko, Bengkulu	13	Pasir Besi	-	2,11-45,73%	AAS (Fe Total)
25	Sambas, Kalbar	46	Emas, Perak, Logam Tanah Jarang	-	Au 0,07-0,21 gr/ton, Ag 9,75-13,36 gr/ton, Ce 0,6-4,1 ppm, Zr 15,6-70,4 ppm, Nb 2,1-13,1 ppm	XRD, ICP, AAS
26	Jailolo, Halmahera Barat, Maluku Utara	36	Logam dasar	-	Au 0,01-0,03 ppm, Cu 14-150 ppm, Mn 23-1050 ppm, Fe 2-10%	AAS

No	Lokasi	Jumlah Sampel	Komoditas	Volume (m <sup>3</sup> )	Kadar	Analisis
27	Teluk Wondama, Papua Barat	15	Logam dasar dan Heavy Rare Earth Element (HREE)	-	Au 0,10 – 0,6 ppm, Ag. 1,0-70 ppm, Cu 50-400 ppm, Pb 50-150 ppm, Zr 0,5 – 2 %, Ni 20-108ppm. Th. 20-100 ppm. La 2,0-20 ppm, Ce 1-4,8 ppm. Y. 5-34 ppm. Ti. 15-1033 ppm	Portable Infra Red Mineral Analyzer (PIMA), XRF, AAS
28	Pulau We, Sabang, Aceh	43	Logam Tanah Jarang	-	Ce 0,5-40,2 La 0,3-17,4 Nd 0,3-19,9, Y 0,9-21,6	ICP-MS
29	Pulau Wetar, Maluku Barat Daya		Logam dasar	-	Au 0,007 – 0,057 ppm, Ag 1,5-4,3 ppm, Cu 16-571 ppm, Zn 11,3-574,3 ppm, Pb 22,6-1051,1 ppm, Fe 1-14,27%, Mn 7-568 ppm. Sr 123-7380 ppm, Ba 132-232 ppm, Y 13-24 ppm, Nb 1-14 ppm, V 3,2-860 ppm, Sc 12-53 ppm, Cl 1130-6730 ppm.	AAS, ICP-MS
30	Perairan Saumlaki, Maluku Tenggara Barat	50	Logam dasar dan REE	-	Ba 200-3%, Mn 23-500 ppm, Fe 0,2-3%, Sr 275-2000 ppm, Ce 10-445 ppm, La 5-300 ppm, Nd 5-500 ppm	SEM EDX & AAS

Kepulauan Riau dibentuk oleh batuan berumur Paleozoikum Akhir sampai Tersier. Batuan tertua terdiri dari batuan vulkanik dan sedikit batuan sedimen yang mengalami metamorfosa, batuan termuda terdiri dari batupasir, serpih dan konglomerat. Batuan Tersier yang lebih tua diterobos oleh granit, daerah paling luas yang didasari oleh granit adalah P. Kundur, P. Karimun, P. Rempang dan P. Bintang. Instruksi granit kecil dijumpai di P. Lobam, P. Tanjung Sau dan P. Rempang. Geologi regional Kepulauan Riau menurut Kusnama drr. (1994), terdiri atas batuan sedimen dan batuan terobosan instruksi secara berurutan dari muda ke tua adalah sebagai berikut:

**Aluvium (QA):** Tersusun oleh material lepas berukuran pasir, berwarna merah kekuningan, terdiri atas kuarsa, feldspar, hornblende, biotit, sisa batuan granit, konglomerat. Satuan ini menempati sebagian P. Combol dan P. Citlim.

**Formasi Goungon (Qtg):** Tersusun oleh batupasir tufaan, berwarna keputih-putihan, ukuran butir halus sampai menengah, struktur laminasi sejajar; batulanauan; tufa dasitan; tufalitik feldspatik, berwarna putih, berukuran halus; sisipan batulanau kehijauan. Formasi ini menempati pulau-pulau kecil antara lain P. Pandan, P. Seranjau, P. Ladi, dan P. Selat Nenek. Tebal formasi ini mencapai 200 m dan berumur Plio-Plistosen.

**Formasi Tanjungkerontang (Tmpt),** terdiri atas konglomerat aneka bahan dengan komponen granit, batupasir kuarsa, feldspar dan fragmen batuan malihan. Tertanam dalam matrik batupasir kasar, struktur perlapisan bersusun dan silangsiur. Terdapat di P. Galang Baru, sebagian P. Galang dan Rempang serta P. Ngual.

**Formasi Semarung (Kss),** Formasi ini terdiri atas batupasir arkose, berukuran kasar sampai menengah, berlapis baik, struktur perlapisan pilahan (*graded-bedding*). Sisipan batulempung kelabu terang. Formasi ini menempati sebagian P. Combol, P. Citlim, P. Petong, P. Abang Besar dan P. Abang kecil.

**Formasi Pancur (Ksp),** Formasi ini disusun oleh serpih berwarna kemerahan, mengandung urat kuarsa tipis, sisipan batupasir kuarsa, berlapis baik dan terpilah dengan baik, struktur sedimen perlapisan sejajar, *convolute*, tebal 2-10 cm, konglomerat, abu-abu kemerahan, mengandung kuarsa, serpih merah dan batusabak terpilah buruk, matrik batupasir kuarsa, tebal antara 50-100 cm. Berdasarkan kedudukan stratigrafinya diduga berumur Kapur Atas. Formasi ini menempati P. Bengku, P. Batang, P. Saga, P. Buaya, P. Gentong, P. Cempah dan P. Bakung.



**Formasi Pulau Panjang (Jp)**, Formasi ini disusun oleh serpih berwarna abu-abu kemerahan, keras dan berurat kuarsa dengan ketebalan 2 m dengan sisipan batupasir kuarsa, halus hingga kasar, terpilah buruk, struktur laminsasi sejajar dan silang siur, tebal batupasir 2-10 cm. Tebal formasi ini sekitar 500 m dan diperkirakan berumur Jura.

Menurut Cameron *et al.*, 1982, stratigrafi daerah Karimun Kundur secara umum dapat dibedakan menjadi dua kelompok batuan yaitu batuan Pra-Tersier dan Kuartar. Batuan Pra-Tersier yang dijumpai di daerah ini berupa batuan sedimen/metasedimen dan batuan intrusif. Sebagian besar batuan sedimen yang ditemukan di daerah ini telah berubah menjadi metasedimen, seperti serpih *hornfels* dan batupasir *hornfels*. Formasi Papan, yang terdapat di Pulau Kundur, tersusun atas serpih, batupasir dan konglomerat kuarsa yang menjadi *hornfels* pada kontak dengan granit dan berumur Trias Tengah -Trias Akhir. Formasi ini mirip dengan Formasi Bangka. Formasi Bintang merupakan batuan Pra-Tersier yang tersingkap di Pulau Sanglar Besar (Tenggara Pulau Kundur), terdiri atas serpih, batupasir, konglomerat dan bongkah konglomerat alas. Batuan Intrusif banyak dijumpai di Pulau Kundur terdiri atas granit dan gabro. Granit dapat dibedakan menjadi Granit Karimun, Granit Kundur dan Granit tak terpisahkan.

Batuan Kuartar dapat dibagi menjadi dua yaitu Endapan Permukaan Tua dan Endapan Permukaan Muda. Endapan permukaan tua tersebar luas di Pulau Kundur dan sekitarnya, terdiri atas lempung, lanau, kerikil lempungan, sisa-sisa tumbuhan dan pasir granit. satuan ini merupakan endapan *fluviatil* dan berumur Pliosen Atas, sedangkan endapan permukaan muda, yang terletak tidak selaras di atas endapan permukaan tua, terdiri atas lempung, lanau, kerikil licin, sisa-sisa tumbuhan rawa, gambut dan terumbu koral. satuan ini diendapkan di lingkungan *inner sublitoral* dan berumur Holosen (Setiady, 2001).

Kandungan LTJ yang tinggi, lebih banyak dijumpai pada batuan granitik dibandingkan dengan pada batuan basa. Pembentukan endapan unsur tanah jarang yang ekonomis terjadi pada lingkungan plutonik, yaitu pada kedalaman lebih dari 5 km di bawah permukaan tanah. Endapan mineral pada lingkungan pluton granit sering disebut dengan pemineralan tipe granofil. Sebaran potensi unsur tanah jarang terdapat pada jalur metalogen granit tipe-S, tipe alkalin, atau seri ilmenit. Granit ini mempunyai kandungan relatif tinggi unsur logam F, Rb, Li, Sn, Be, W, dan Mo dibandingkan dengan granit pada umumnya. Selain itu, kandungan unsur B, Nb, Ta, U, Th, dan unsur tanah jarang juga tinggi (Irzon, 2017).



## 1.2 Morfologi Dasar Laut dan Sungai Purba di Perairan Kepulauan Riau

Perairan Kepulauan Riau dikenal sebagai Daratan Sunda (*Sundaland*), sebuah istilah yang merujuk kepada bentang alam daratan Lempeng Benua dan Landas Kontinen di Asia Tenggara yang merupakan dataran ketika permukaan laut jauh lebih rendah pada zaman es terakhir. Daratan Sunda termasuk Semenanjung Malaya, Kepulauan Sunda Besar termasuk Kalimantan, Sumatra, dan Jawa, serta laut dangkal di sekitarnya, yaitu Laut Jawa, Selat Malaka, Selat Karimata, Teluk Siam, dan bagian selatan Laut China Selatan. Lautan di antara pulau-pulau ini relatif stabil berupa dataran purba yang bercirikan rendahnya aktivitas gempa, anomali gravitasi isostatik yang rendah, serta tanpa adanya aktivitas gunung berapi, kecuali bagian Pulau Sumatra, Jawa dan Bali yang termasuk kawasan geologi muda sistem orogenik Busur Sunda. Pada zaman es, permukaan laut turun, kawasan luas Paparan Sunda terbuka dan muncul di atas permukaan air dalam bentuk dataran rawa amat luas. Naiknya permukaan air laut pada saat es di kutub mencair menaikkan permukaan laut setinggi 16 m dalam jangka waktu 300 tahun (Hanebuth drr., 2000). Naiknya permukaan laut di atas menenggelamkan sistem sungai Molengraaf era Pleistosen. Tiga sistem sungai yang luas mengalir Daratan Sunda pada puncak masa akhir zaman es, sekitar 18.000 sampai 20.000 tahun lalu (Tomascik, drr., 1996).

Secara umum, sungai purba ini adalah perpanjangan sungai yang ada saat ini dan dapat ditafsirkan mengikuti topografi dengan arah menurun. Pada masa paling kering era Plistosen, daerah tangkapan air di Kalimantan Barat dan sebagian besar sungai dari Sumatra menyambung dengan sungai besar yang disebut Sungai Sunda Besar yang mengalir di antara pulau Belitung dan pesisir Kalimantan Barat di sepanjang Selat Karimata terus mengarah ke Utara dan Timur laut dengan muara terletak di sekitar Kepulauan Natuna (Tjia, 1980). Kawasan tangkapan air hujan di Jawa bagian utara dan Kalimantan bagian selatan bergabung membentuk sungai besar di dasar Laut Jawa dengan arah aliran menuju ke timur dengan muara di antara Jawa Timur dan Kalimantan Selatan (Whitten, 1996). Ada empat sistem sungai besar di Paparan Sunda (Voris, 2000) selama *Late Glacial Maximum* (LGM) yaitu Sungai Siam, Sungai Sunda Utara, Sungai Sunda Timur dan Sungai Selat Malaka (Gambar 1.4). Sistem Sungai Siam yang sekarang disebut Chao Phraya termasuk sistem sungai di pantai timur Semenanjung Malaya (Sungai Endau, Sungai Pahang, Sungai Terengganu, dan Sungai Kelantan) dan bagian dari pantai Vietnam

Barat daya. Sathiamurthy dan Voris (2006) menunjukkan bahwa Sungai Kampar di Sumatra juga bergabung dengan sistem Sungai Siam melalui Selat Singapura dan kemudian mengalir ke utara ke Teluk Thailand di mana sistem Sungai Siam utama terletak dan mengalir ke hamparan luas Paparan Sunda. Kepulauan Riau terletak di sebelah timur Sumatra dan merupakan bagian dari Selat Malaka. Pulau-pulau ini umumnya disusun oleh endapan permukaan, batuan sedimen dan batuan terobosan yang dapat dianggap sebagai perpanjangan fisik Semenanjung Melayu. Batuan terobosan dan sebagian batuan sedimennya membentuk dataran tinggi. Terkecuali endapan permukaan sebagai pedataran aluvium. Fisiografi Paparan Sunda (*Sunda Shelf*) berdasarkan peta struktur bagian atas batuan dasar (*top basement*) dapat dibedakan menjadi 3 bagian, yaitu: Paparan (*platform*) Sunda Bagian Utara, Paparan Singapura dan Paparan Sunda Bagian Selatan (Tjia, 1972).

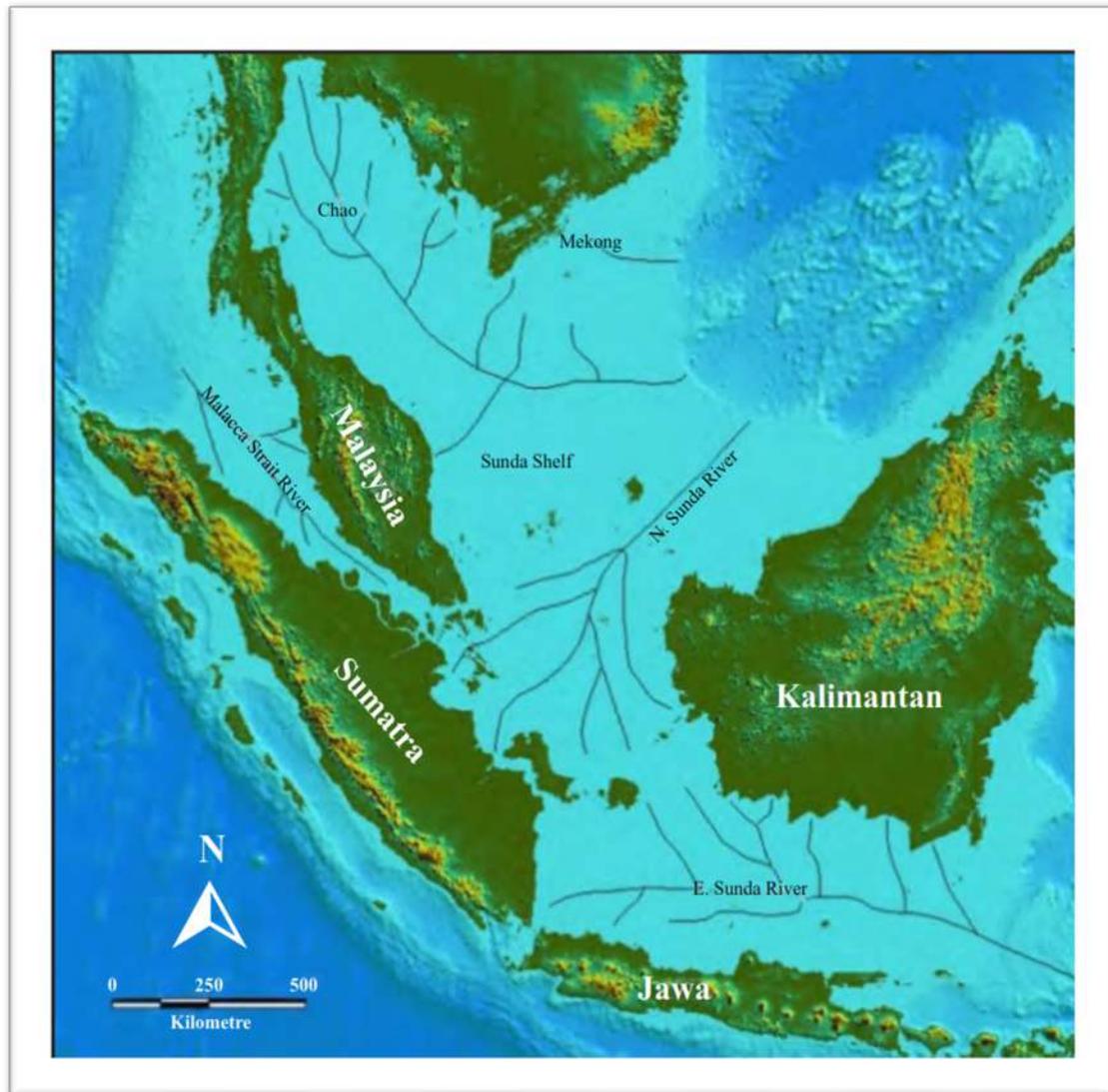
Pulau Bintan umumnya merupakan daerah dengan morfologi hampir rata hingga pebukitan bergelombang dengan relief sedang-rendah, dan pedataran. Morfologi pebukitan bergelombang mempunyai perbedaan ketinggian yang tidak begitu mencolok. Bukit tertinggi adalah Gunung Bintan Besar dengan ketinggian 372 m dan bukit-bukit lainnya dengan ketinggian tidak lebih 300 m dari permukaan laut. Sungai-sungai yang terdapat di Pulau Bintan digolongkan dalam stadium tua yang menandakan erosi sudah tidak begitu aktif lagi.

Batuan tertua yang tersingkap di Pulau Bintan adalah Granit (Trg) yang berumur Trias (Kusnama, drr., 1994) yang secara setempat diterobos oleh Granit Monzo (Jg) berumur Jura. Secara regional, Paparan Sunda adalah merupakan landas kontinen atau lempeng Benua Eurasia di Asia Tenggara. Massa daratan utama antara lain: Semenanjung Malaya, Sumatra, Jawa, Madura, Bali, dan pulau-pulau kecil di sekitarnya. Area ini meliputi kawasan seluas 1,85 juta km<sup>2</sup>. Kedalaman laut dangkal atau jarang sekali melebihi 50 meter, dan kebanyakan hanya sedalam kurang dari 20 meter. Tebing curam bawah laut memisahkan Paparan Sunda dari kepulauan Filipina, Sulawesi, dan Kepulauan Sunda Kecil. Tektonik regional Daratan Sunda (*Sunda Land*) dibagi dan dikelilingi oleh beberapa *suture* berbeda yang masing-masing memiliki karakteristik tersendiri untuk mendeskripsikan perkembangan Kenozoikum jalur orogenik di kawasan ini.

Proses yang terjadi di daerah *suture* ini melibatkan proses geodinamika kolisi, subduksi dan pengalihempatan (*emplacement*) yang kejadiannya berulang kali. Cobbing (1992), mengklasifikasikan tipe granit di Kepulauan Riau sebagai berikut:



- Jalur granit di sebelah timur di klasifikasikan sebagai granit tipe-I yang dihasilkan oleh busur vulkanik hasil dari sebduksi yang miring ke arah timur
- Granit jalur tengah adalah tipe-S yang berhubungan dengan kolisi kontinen
- Granit jalur barat adalah campuran tipe-I dan Tipe-S yang dihasilkan oleh subduksi kerak Samudra Hindia menyusup ke benua Asia.



Gambar 1.4 Peta sungai purba di Paparan Sunda selama *late glacial max* (Voris, 2000; Sathiamurthy dan Voris, 2006)

### 1.3 Sebaran Batuan Granit di Kepulauan Riau

Batuan beku granit adalah batuan beku dalam yang berbutir kasar dengan kandungan mineral-mineral yang bersifat asam. Sifat karakteristik dari granit adalah kandungan mineral silikanya lebih besar dari 70 % (Whitten dan Brooks, 1972). Mineral-

mineral yang biasanya terdapat dalam granit adalah feldspar (ortoklas dan mikroklin), kuarsa, plagioklas (albit dan oligoklas), dan biotit. Tekstur khas yang sering dijumpai dalam granit adalah tekstur granitik yaitu suatu bentuk ketidakteraturan butiran mineral dalam granit holokristalin (Simon & Schusters, 1978).

Menurut Chappel dan White (1974, 2001) Granit di sekitar Batam dan Bintan terdiri dari tipe-I dan tipe-S. Granit Tipe-I dicirikan dengan: *equigranular* atau *inequigranular*, K-Felspar biasanya pink. Mempunyai nilai relatif dari harga magnetik *susceptibility* di atas 1,0 S.I., sedangkan Granit Tipe-S dicirikan oleh: K-Felspar sebagai megakristal, K-felspar biasanya abu-abu atau putih, perthik alkali felspar, umumnya mikroklin. Jarang ditemukan hornblenda, walaupun hadir berupa aktinolit hijau pucat. Biotit selalu hadir umumnya merah *foxy* dalam sayatan, juga kecoklatan atau hijau gelap. Magnetit *suceptibility* sangat rendah.

Tabel 1.2 Parameter pembeda granit tipe-I dan tipe-S (Chappel & White, 1974)

Parameter	I-Type	S-Type
Asal Usul	Batuan beku/metamorf kerak bawah	Batuan sedimen/metamorf kerak atas
Mineral Aluminous	Jarang (kecuali plagioklas)	Umum (garnet, muskovit, sillimanite)
Hornblende	Umum	Jarang atau tidak ada
Na/K Rasio	Lebih tinggi	Lebih rendah
Lingkungan Tektonik	Subduksi	Orogenik (tabrakan benua)

Klasifikasi yang dikembangkan oleh Ishihara (1977), didasarkan pada mineralogi mineral opak. Magnetit seri terdiri kumpulan mineral magnetit, ilmenit, hematit dan pirit, sedangkan seri ilmenit terdiri dari kumpulan mineral ilmenit, pirhorit dan graphit. Kumpulan mineral tersebut dicirikan oleh perbedaan magnetit yang dilakukan pengukuran *suceptibility* magnetit pada granit tersebut. Granit tipe-S mempunyai harga di bawah 0,3, sedangkan granit tipe-I mempunyai harga 1,0 SI. Hubungan lebih lanjut granit seri ilmenit disamakan dengan granit Tipe-S, sedangkan granit seri magnetit disamakan dengan granit tipe-I.

Perbedaan kondisi geologi batuan granit dan asosiasi mineral umumnya disebabkan oleh perbedaan kedudukan lempeng tektonik. Granit yang banyak mengandung timah dihasilkan dari kolisi kontinental dan granit yang dihasilkan oleh peleburan kerak.



Sedangkan granit yang mengandung tembaga- logam dasar disebabkan oleh subduksi kerak samudra.

White dan Chappell (1983), membedakan granit di Asia Tenggara menjadi 2 kelompok yang merefleksikan perbedaan sumber. Mereka berpendapat bahwa granit timah adalah granit tipe-S, yang diinterpretasikan berasal dari magmagenesis dalam kerak yang disusun oleh material sedimen yang telah mengalami pelapukan. Logam dasar diasosiasikan dengan dengan granit *Circum Pacific* yaitu granit tipe-I, yang dihasilkan dari magmagenesis dalam batuan beku.

Endapan timah terutama di pulau-pulau timah daerah kepulauan Riau sangat berkaitan erat dengan batuan-batuan beku asam yang berada di dalam kerak benua (di *hot spot* dalam lempeng), di tepi-tepi lempeng yang rusak, dan sebagai suatu hasil tumbukan antara dua benua. Batuan-batuan ini dapat dikelompokkan ke dalam 2 (dua) tipe magma, yaitu:

- tipe magma busur vulkanik, yang meliputi batuan-batuan teolitik, kalk-alkalin, dan seri-seri sositik;
- tipe magma dalam lempeng benua yang meliputi batuan-batuan toleitik dan alkali.

Batuan beku yang merupakan hasil pemadatan magma berdasarkan tempat pembekuannya dikelompokkan menjadi batuan beku dalam dan batuan beku luar. Para ahli petrologi telah banyak menghasilkan pengelompokan batuan beku yang terkadang berlainan tergantung pada dasar penggolongannya. Secara umum mereka membedakan batuan beku berdasarkan tekstur dan komposisi, baik komposisi mineral maupun komposisi kimia.

### **1.3.1 Sebaran Granit Di Perairan Selat Riau (Batam-Bintan)**

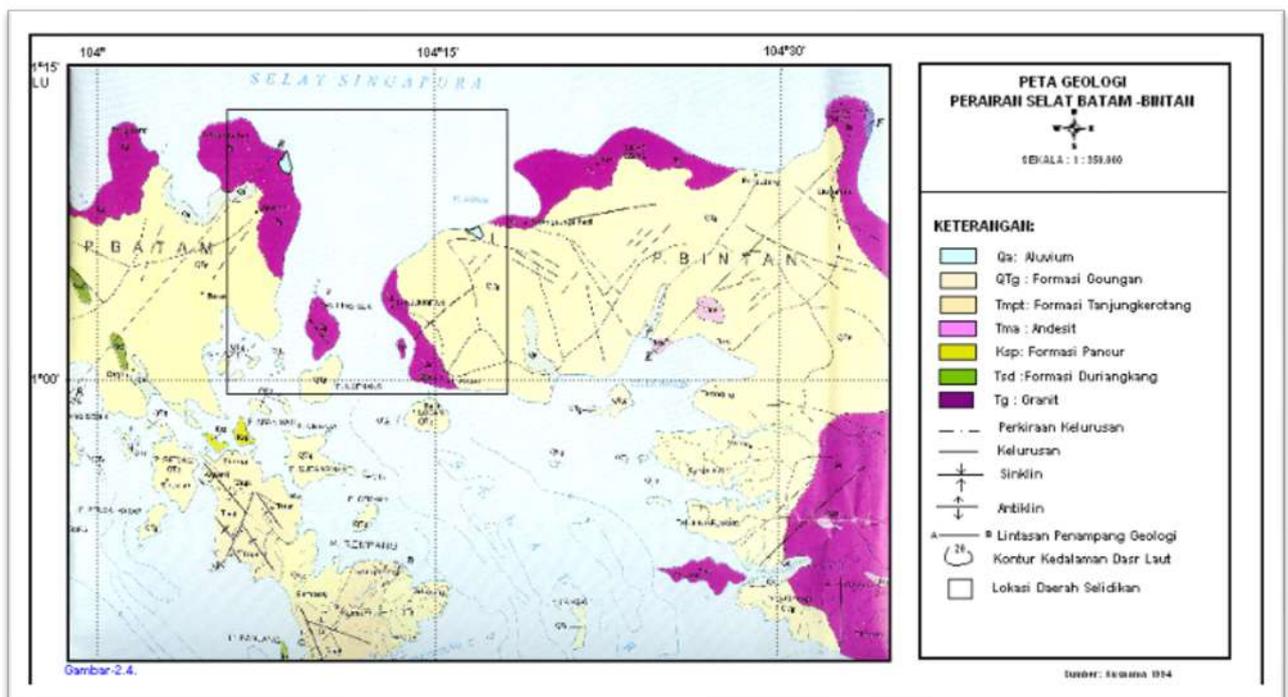
Berdasarkan Peta Geologi Perairan Batam dan Bintan, sebaran granit terdapat di sepanjang pantai utara dan barat Pulau Batam serta pantai utara Pulau Bintan (Gambar 1.5). Hal ini diperkuat dengan data lapangan pemetaan geologi karakteristik pantai (Gambar 1.6).

Berdasarkan analisis data megaskopis granit di pantai Pulau Batam sebelah utara berwarna abu-abu dengan tekstur afanitik, mengandung ortoklas (45%), kuarsa (20%), biotit (15%), hornblende (5%) dan plagioklas (10%). sedangkan di Tengah-tengah berwarna

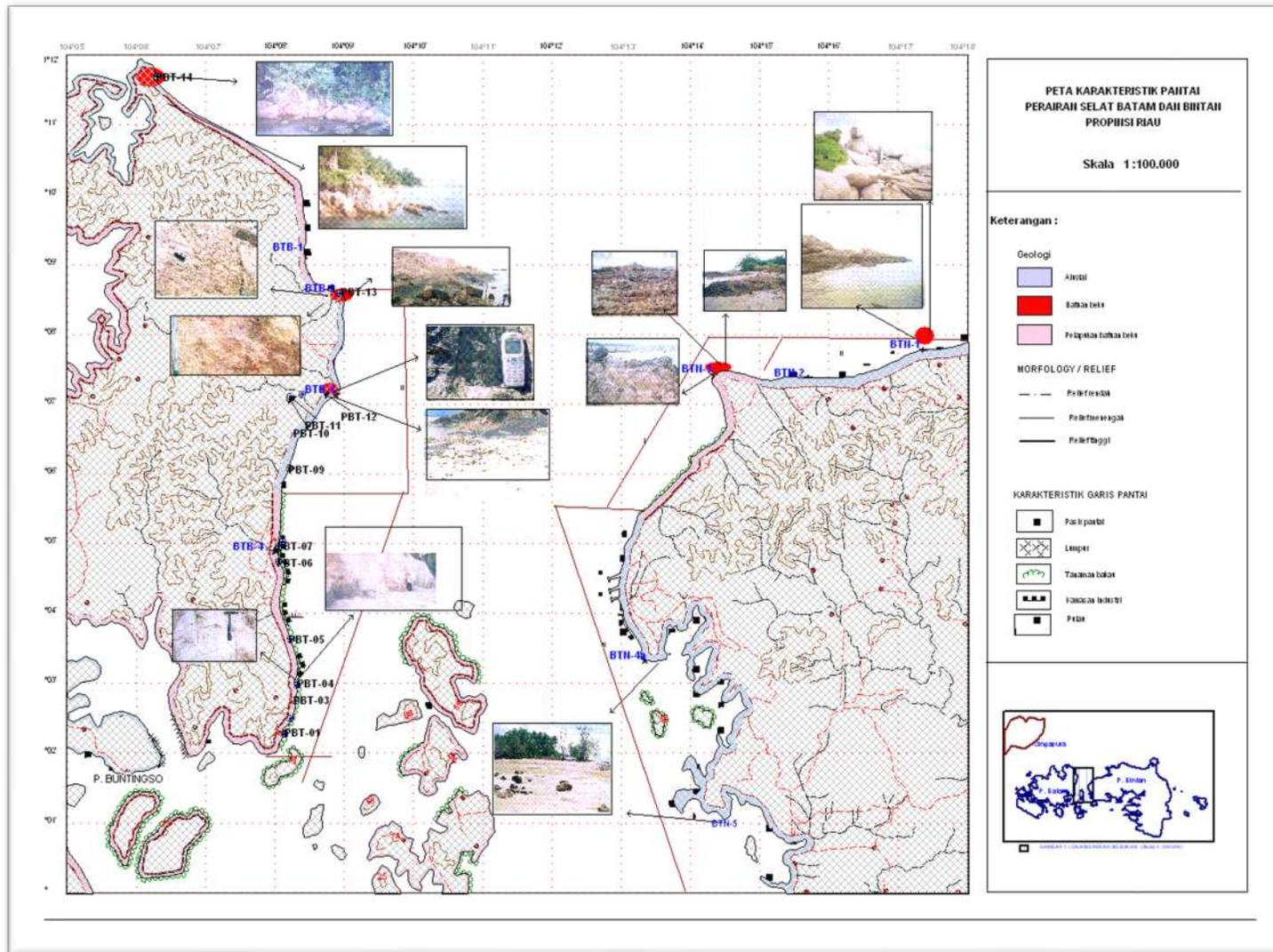


kemerahan, ukuran butir menengah sampai kasar, mengandung ortoklas, kuarsa, plagioklas hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan tipe granit di Pulau Batam yaitu Tipe-I dan Tipe-S. Sedangkan di Pulau Bintan yaitu kemerahan, tekstur fanerik yaitu ciri dari tipe-I. Berdasarkan analisis petrografis sampel di 3 lokasi di Pulau Batam terdiri dari plagioklas, ortoklas, kuarsa, biotit dan mineral opak. Demikian juga di Pulau Bintan tidak ditemukan hornblenda, kemungkinan tipe-S. Hal ini menunjukkan bahwa granit di daerah selidikan mempunyai tipe-S, karena hornblenda tidak ditemukan. Kandungan senyawa  $\text{SiO}_2$  yang tinggi di P. Bintan ( $> 63,55\%$ ), kandungan  $\text{CaO}$  ( $< 0,99\%$ ), dan  $\text{Na}_2\text{O}$  ( $< 3,02\%$ ) yang rendah, Serta unsur tanah jarang Sr ( $> 4$  ppm), yang tinggi, maka disimpulkan bahwa tipe granit di daerah Bintan adalah Tipe-S. Di P. Batam Kandungan  $\text{SiO}_2$  yang tinggi ( $> 71,39\%$ ), Kandungan  $\text{CaO}$  ( $0,14\%$ -  $3,48\%$ ), dan  $\text{Na}_2\text{O}$  ( $< 3,33\%$ ) yang rendah, Serta unsur tanah jarang Sr ( $> 17$  ppm), yang tinggi, maka tipe granit di daerah Bintan adalah Tipe-S (Setiady dan Faturrachman, 2004).

Berdasarkan analisis geokimia kandungan senyawa  $\text{SiO}_2$  di P. Bintan cukup tinggi ( $72,29\%$  -  $82,17\%$ ), kandungan  $\text{CaO}$  ( $0,12$  -  $0,99\%$ ), dan  $\text{Na}_2\text{O}$  ( $1,1\%$  -  $3,02\%$ ) yang rendah, serta unsur tanah jarang Sr yang tinggi ( $4$  ppm -  $200$  ppm). Kandungan kimia  $\text{SiO}_2$  di P. Batam tinggi ( $75,87\%$  -  $82,17\%$ ), kandungan  $\text{CaO}$  ( $0,14\%$ -  $3,48\%$ ), dan  $\text{Na}_2\text{O}$  ( $0,18\%$  -  $3,33\%$ ) yang rendah (Tabel 1.2), serta unsur tanah jarang Sr ( $17$  ppm -  $76$  ppm) yang tinggi (Tabel 1.3).



Gambar 1.5 Peta Geologi Selat Batam Bintan (Kusnama drr., 1994)



Gambar 1.6 Singkapan Batuan Beku Granit di Pantai Batam dan Bintan (Setiady dan Faturrachman, 2004)

Tabel 1.3 Hasil Analisis Kimia Unsur Utama Sepanjang Pantai Timur Pulau Batam dan Pantai Barat Pulau Bintan, Perairan Selat Batam - Bintan

No. Contoh	SiO <sub>2</sub> %	CaO %	Na <sub>2</sub> O %
BTN-01	72,29	0,99	3,02
BTN-02	82,17	0,12	1,1
BTN-03	74,43	0,32	1,88
PBT-14	75,87	0,17	2,61
PBT-12	77,78	2,64	3,15
PBT-13	76,43	0,14	2,12
BT-31	76,03	0,18	0,14
BT-60	78,15	0,23	1,88
BT-29	74,48	2,31	2,71
BT-68	73,45	15,72	0,65
BT-20	80,16	1,07	1,79
BT-42	79,69	1,16	2,05
BT-02	76,57	2,58	1,59
BT-11	78,73	1,89	1,94
BT-04	75,09	3,05	3,65
BT-47	72,64	4,44	2,17
BT-46	78,45	1,02	0,86
BT-58	79,91	2,13	1,96

Tabel 1.4 Hasil Analisis Unsur Sn dan Sr di Pantai Perairan Batam Bintan

No. Contoh	Sn ppm	Sr ppm
BTN-01	19	200
BTN-02	12	10
PBN-03	15	15
PBT-07	10	31
PBT-08	13	19
PBT-09	16	26

Dari data percontoh sedimen dasar laut diketahui bahwa kandungan SiO<sub>2</sub> antara 72,64% - 80,16%. Sedangkan kandungan CaO dan Na<sub>2</sub>O yang sangat rendah antara 0,14 - 4,44, serta kandungan unsur Sr dan Sn (pembawa mineral timah) yang relatif tinggi menunjukkan bahwa sedimen dasar laut di perairan Selat Batam-Bintan batuan induknya merupakan batuan granit tipe-S. Granit tipe-S dicirikan oleh urat-urat kuarsa, merupakan Jalur Tengah dari jalur timah Asia Tenggara yang berumur Trias, yang berhubungan dengan tumbukan antara lempeng Indian dan Lempeng Asia



### **1.3.2 Sebaran Granit Pulau Singkep**

Penyebaran batuan granit di Pulau Singkep terdapat di daerah Gunung Muncung, Tanjungbuku dan Gunung Buku. Berdasarkan umur dan tipe granit, batuan granit tersebut dapat dibedakan menjadi Granit Muncung yang berumur Trias Akhir bertipe-S dan granit Tanjung Buku yang berumur Jura bertipe-I (Cobbing, 1992). Granit Tanjung Buku tersingkap di bagian barat daya Pulau Singkep. Granit ini memiliki ciri-ciri berwarna kejinggaan, berbutir kasar-sangat kasar, alkali feldspar, berukuran 2,5 cm, tercampur dengan kuarsa agregat, biotit berupa agregat hitam dalam batuan, hipidiomorfik dengan struktur gneissan tipe-I. Susunan mineraloginya terdiri dari kuarsa, ortoklas, mikroklin, muskovit dan mineral tambahan berupa zirkon dan apatit. Granit Gunung Muncung tersingkap di daerah Gunung Muncung. Pada umumnya granit Gunung Muncung menunjukkan ukuran butir relatif lebih halus dan tidak gneissan dibandingkan dengan granit di daerah Tanjungbuku (Cobbing, 1992).

Granit tipe S ini merupakan petunjuk untuk mineralisasi timah. Granit ini biasanya mempunyai kandungan-kandungan Nb, Pb, Sn, Ta dan W. Sedangkan granit tipe-I kemungkinan menunjukkan aktivitas hidrotermal yang dapat menghasilkan mineral-mineral seperti emas yang ditemukan di Sungai Airmas dan Air Hitam. Di utara Pulau Singkep saat ini emas mulai didulang oleh penduduk setempat. Selama pengamatan lapangan terlihat butir-butir emas yang didulang berukuran *nugget* dengan ukuran kurang lebih mencapai ukuran 3-5 mm (Irzon, 2017).

### **1.3.3 Sebaran Granit Natuna**

Satuan Granit Ranai Kepulauan Natuna adalah batu granit batholit yang tersingkap sangat besar membentuk gunung Ranai yang menjulang tinggi hingga puncaknya mencapai ketinggian kurang lebih 700 m di atas muka laut. Batu granit tersebut berwarna putih kotor sangat keras dan kasar, tekstur porfiritik, holokristalin mengandung kuarsa, ortoklas, plagioklas, biotit berwarna hitam dan lembaran-lembaran muskovit transparan. Penentuan umur Granit Ranai dengan menggunakan pentarikhan K-Ar menunjukan satuan batugranit tersebut terbentuk pada  $71,56 \pm 0,32$  juta tahun lalu dan granit dari P. Semiun  $100 \pm 0,45$  juta tahun lalu (Haile dan Bignell, 1971 dalam Astjario, 2010). Granit Ranai ini ditafsirkan sebagai betuan intrusi tetapi tidak dijumpai sentuhan metamorfosa dengan batuan di sekitarnya. Formasi Pengadah merupakan endapan sedimen fluviatil dengan

ketebalan mencapai 300 m yang terdiri atas konglomerat, batupasir dan batulanau (Hakim dan Suryono, 1994). Konglomerat berwarna putih kotor dan keras, terdiri atas beraneka materi, endapan sedimen parit sebagai masa dasar yang terpilah buruk dengan komponen kuarsa, rijang, batulempung malih dan terkadang batuanbeku. Batupasir berwarna putih kecoklatan terkadang sedikit kelabu, keras dan butiran terpilah sedang hingga baik, bersifat karbonan menunjukkan struktur gelembur gelombang dan terkadang silangsiur. Batulanau berwarna kelabu muda dan agak keras, membentuk perlapisan yang sejajar dan terkadang tersingkap sebagai sisipan (Astjario, 2010).

**Granit, mikro:** Holokristalin mikro faneritik dengan kristal berbentuk subhedral-anhedral, berukuran mencapai 5,20 mm, megandung mineral kuarsa, feldspar kalium, plagioklas, biotit, muskovit, mineral ubahan (*alteration mineral*), lempung-serisit, klorit, dan oksida besi. (Gambar 1.7)



Gambar 1.7 Granit mikro



Gambar 1.8 Granit mikro

**Granit (biotit):** Bening dengan beberapa bercak coklat, pejal, holokristalin mikro faneritik yang cenderung ke porfiritik dengan kristal berbentuk subhedral-anhedral, berukuran mencapai 5 mm, mengandung mineral kuarsa, feldspar kalium, plagioklas, biotit, muskovit (Gambar 1.8). Berdasarkan pengamatan lapangan, batuan di daerah selidikan terdiri dari granit, kuarsit, andesit, dan ortho konglomerat.

Batuan ortho konglomerat yang merupakan ciri dari Formasi Pengadah yang terdiri dari konglomerat-pasir, yang merupakan batas formasi yang tersingkap di pantai. Tersingkapnya pecahan (fragmen) rijang dan  $\text{SiO}_2$  serta tufa padat berukuran kerakal (*pebble*) antara 20 -100 cm tersemenkan oleh pasir kasar. Di Desa Geruk Tersingkap batuan granit sebagai dike serta adanya penambangan di desa granit keras, mengandung kuarsa, hornblenda, dan biotit. Di Teluk Tanjung tersingkap batas Formasi Ranai &



Formasi Bunguran. Terdapat 2 jenis granit yaitu berbutir kasar (Granit Biotit) dan halus (Granit mikro).

### 1.3.4 Sebaran Granit Bintang Selatan

Intrusi granit berumur Trias di Pulau Bintang termasuk dalam kelompok Jalur Tengah Granit Asia Tenggara. Satuan Granit tersebut tersebar hingga melebihi 30% dari seluruh satuan batuan di Pulau Bintang. Secara megaskopik, granit mempunyai beberapa nama di pulau itu. Kawasan Lagoi, yang berada di pantai utara Pantai Bintang, memiliki granit dengan ciri spesifik yakni berwarna putih kemerahan (Irzon drr, 2017).

Berdasarkan pengambilan contoh singkapan batuan di darat, diketahui variasi batuan penyusun tubuh pantai Bintang Selatan terdiri atas andesit dan batuan alterasinya.

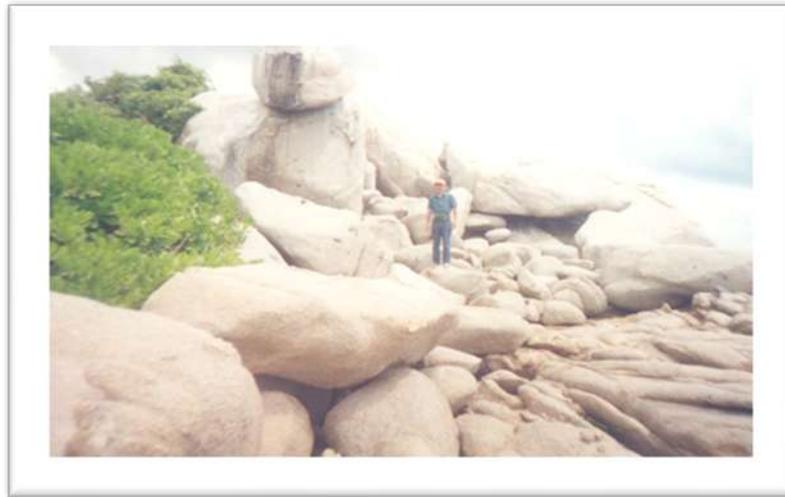


Gambar 1.9 (a) Kenampakan singkapan dan bentang alam BP-52; (b) Kondisi stockpile nikel di dekat pantai; (c) Kenampakan contoh setangan gossan di BP-52

*Goethite*, mineral oksidabesi atau hidroksida merupakan hasil pelapukan dari mineral besi lainnya, seperti magnetite, limonit atau pirit di batuan beku. Bentuk di lapangan berupa hasil transportasi (*float*, terdapat di jalan menuju pantai di Bintang Selatan bagian tengah (dekat dengan lokasi (*stockpile*) nikel; (Gambar 1.9 a dan b). Contoh setangan (*hand specimen*) ukuran 6 – 14 cm, berupa *gossan* (1.9 b) yang disusun antara lain oleh goethite dan limonit telah mengalami oksidasi. Secara megaskopis berwarna kuning

keruh hingga kemerahan dengan warna gores (*streak*) kuning-coklat, sedikit rapuh serta dijumpai beberapa rongga atau rekahan.

Hubungan stratigrafi satuan Intrusi granit dengan satuan batuan di bawah tidak ditemukan secara tegas karena batas antara kedua satuan tersebut berupa daerah yang tertutup vegetasi. Berdasarkan pengamatan secara megaskopis dan mikroskopis Satuan Intrusi Granit (Gambar 1.10), dapat dibandingkan dengan Granit berumur Trias (Kusnama, 1994), yang membentuk suatu batolit di Pulau Bintan. Satuan Intrusi Granit merupakan satuan batuan tertua yang tersingkap di daerah penyelidikan.



Gambar 1.10 Singkapan Granit di Pantai Pulau Bintan (PBN-1). Foto diambil ke arah laut dari Pulau Bintan

### **1.3.5 Sebaran Granit Karimun**

Karimun merupakan pulau dengan kandungan sumberdaya geologi yang beragam yaitu: timah, granit, pasir, dan lain-lain. Endapan timah di Pulau Karimun berkaitan dengan jalur timah granitoid yang membentang dari Myanmar hingga Indonesia bagian barat. Granit Karimun yang berumur Trias Akhir terdiri dari kuarsa, K-feldspar, plagioklas, biotit, dan/atau muskovit. Batuan granitoid ini berbeda dengan batuan intrusif felsik lainnya di Semenanjung Malaya karena granit nya tipe A meskipun tergolong dalam Kepulauan Timah. Karimun dari sudut pandang geokimia juga mempunyai tipe A (Irzon 2017).

Batuan intrusif banyak dijumpai di kepulauan ini, terdiri dari granit dan gabro. Granit Karimun berwarna merah muda dan jarang ditemukan megakristal muskovit dan K-Felspar, ditemukan di P. Karimun Kecil. Kedua granit ini diperkirakan berumur Trias Tengah - Trias Akhir. Cameron et al, 1982 menyatakan Granit Karimun memperlihatkan kemiripan dengan granit jalur Timur (Trengganu dan Belitung), terletak di bagian timur



Bentong-Raub Sutura, sedangkan Granit Kunder mirip granit pada jalur utama (Lembah Kinta dan Bangka) (Purwanto, 1998).

### **1.3.6 Batuan di Kepulauan Tambelan**

Berdasarkan peta geologi lembar Tambelan, Riau (Supandjono, 1995), daerah Kepulauan Tambelan dan sekitarnya disusun oleh 4 (empat) satuan batuan yang berturut turut dari tua ke muda adalah sebagai berikut:

- **Satuan Batuan Gunung Api Raya**

satuan batuan yang memiliki pelamparan yang tidak luas, hanya menempati pojok timur Pulau Tambelan atau di sekitar Tanjung Kemantau. Satuan batuan ini tersusun oleh lava andesitik hingga basaltik dan breksi dicirikan dengan warna yang kehitaman hampir semuanya terkekarkan yang diisi oleh mineral kuarsa. Satuan ini siendapkan pada Kapur Akhir atau secara pentarikan yang dilakukan dengan metode K-Ar berumur 106 juta tahun.

- **Satuan Batuan dari Kerabat Granit Sukadana**

satuan batuan yang umum dijumpai di Pulau Tambelan dan sekitarnya. Satuan batuan ini tersebar luas, bahkan di beberapa pulau seperti Pulau Jela (baratdaya Pulau Tambelan)– batu granodiorit yang merupakan bagian dari satuan batuan ini merupakan penyusun utama tubuh pulau (Gambar 1.11). Satuan batuan ini terdiri atas: granit dan granodiorit yang berwarna putih kotor hingga coklat muda setempat merah muda umumnya terkekarkan mengandung batuan asing yang berkomposisi andesitan hingga basaltikan. Secara posisi stratigrafi, satuan batuan ini berumur Kapur Atas atau berdasarkan pentarikan Kalium-Argon (K-Ar) berumur 84 juta tahun yang menerobos satuan batuan GunungApi Raya.



Gambar 1.11 Singkapan granodiorit dari Satuan Batuan Kerabat Granit Sukadana (Aryanto dan Budiono, 2008).

- **Satuan Batuan Kerabat Intrusif Sintang**

seperti halnya Satuan Kerabat Granit Sukadana merupakan satuan batuan yang mendominasi di lokasi kegiatan, khususnya di pantai sisi barat Pulau Tambelan hingga Tanjung Ancu. Satuan batuan ini terdiri dari retas andesit dan dasit berukuran tebal dari beberapa centimeter hingga 1 meter, berwarna kelabu muda hingga kelabu tua, pada beberapa tempat dijumpai satuan batuan ini terkekarkan (Aryanto dan Budiono, 2008). Secara posisi stratigrafi, satuan batuan Kerabat Intrusif Sintang berumur Tersier mulai dari Eosen Atas hingga Miosen Bawah atau secara pentarikan Kalium-Argon (K-Ar) berumur mutlak antara 20-37 juta tahun yang menerobos Satuan Kerabat Granit Sukadana dan Satuan Batuan Gunung Api Raya.

- **Aluvium**

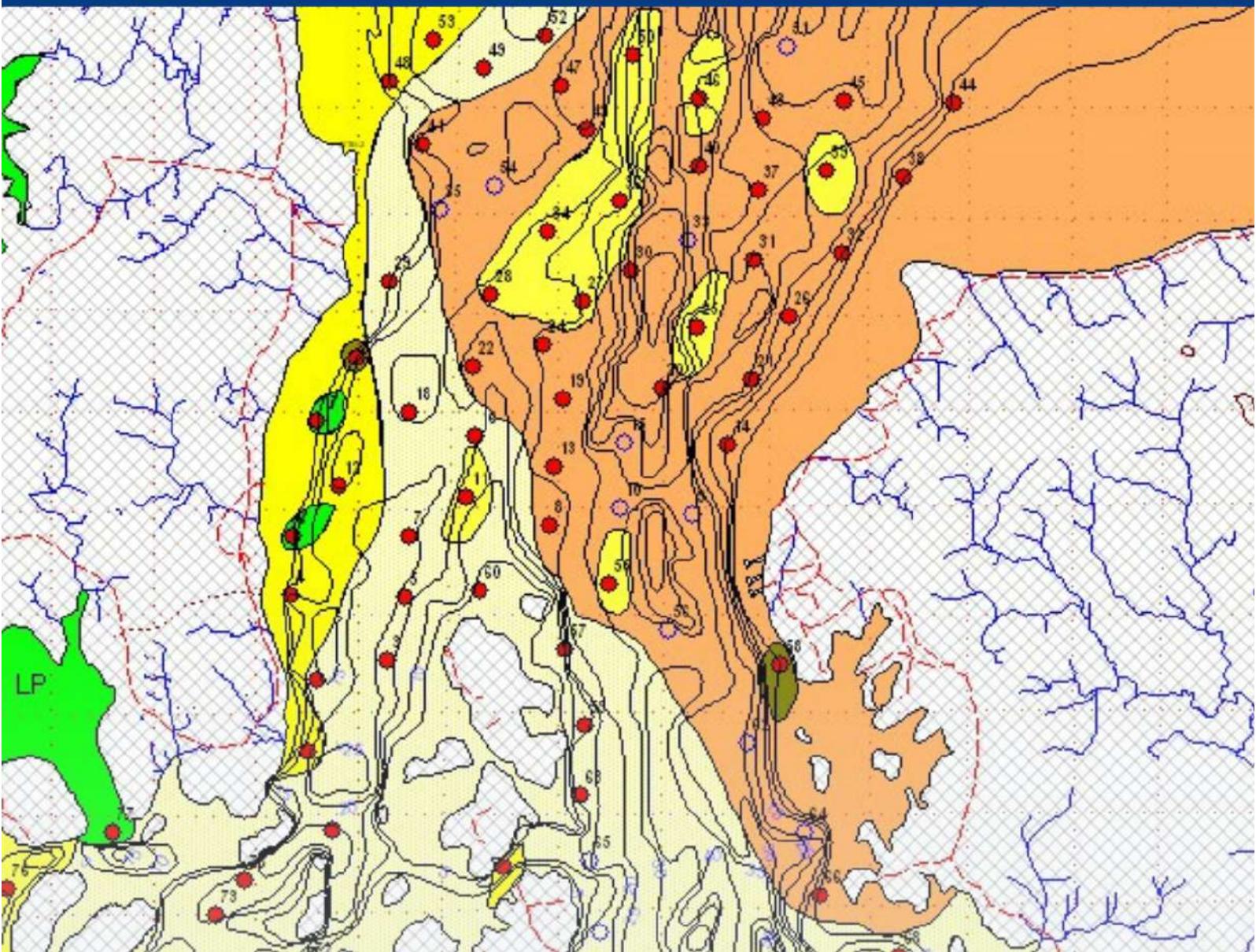
Satuan batuan ini merupakan satuan batuan termuda di lokasi kegiatan, umumnya menempati bagian dataran pantai hasil dari endapan sungai dan pantai, bersifat lepas dan urai. Satuan ini terdiri dari lumpur, lempung, pasir, kerikil dan kerakal.



# BAB 2

## SEDIMEN DASAR LAUT DAN DATA SEISMİK DI PERAIRAN KEPULAUAN RIAU

---



## **BAB 2 SEDIMEN DASAR LAUT DAN DATA SEISMIK DI PERAIRAN KEPULAUAN RIAU**

Dengan keunikan geologinya, diperkirakan Perairan Kepulauan Riau dan sekitarnya masih menyimpan potensi sumber daya mineral dan mineral ikutan yang masih besar. Singkapan granit yang cukup luas di daratan merupakan salah satu latar belakang kemungkinan terbentuknya pengayaan mineral plaser. Berdasarkan hal tersebut di atas muncul permasalahan bagaimana menginventarisasi data dasar sebagai komoditi yang berlimpah seperti kandungan mineral sekunder dan mineral strategis pembawa logam tanah jarang. Untuk hal ini dalam artikel ini mempunyai tujuan menginventarisasi mengenai data gambaran dasar geologi permukaan dan bawah permukaan.

Distribusi ukuran butir sedimen dasar laut dipengaruhi oleh faktor lain seperti jarak dari garis pantai, jarak dari sumber (sungai), sumber material sedimen, topografi dan mekanisme transportasi sedimen (Abuodha, 2003). Ukuran butir adalah aspek yang paling fundamental dari partikel sedimen, yang mempengaruhi proses sedimentasi, transportasi dan pengendapan (Blott & Pye, 2001). Analisis ukuran butir memberikan petunjuk penting asal sedimen, sejarah transportasi dan kondisi pengendapan (Friedman dan Sanders, 1978). Analisis ini dilakukan karena terbatasnya cadangan dan sumberdaya mineral di daratan, belum lagi masalah pemanfaatan lahan di darat yang kerap menimbulkan konflik antar kepentingan.

Dengan keunikan geologi diperkirakan Perairan Kepulauan Riau dan sekitarnya masih menyimpan potensi sumber daya mineral dan mineral ikutan yang masih besar. Singkapan granit yang cukup luas di daratan merupakan salah satu latar belakang kemungkinan terbentuknya pengayaan mineral plaser umumnya dilakukan untuk menentukan tingkat resistensi terhadap proses eksogenik butir sedimen, sebagai contoh yaitu proses pelapukan, erosi, dan abrasi dari asalnya transportasi dan proses deposisi sedimen (Yasin drr., 2016).

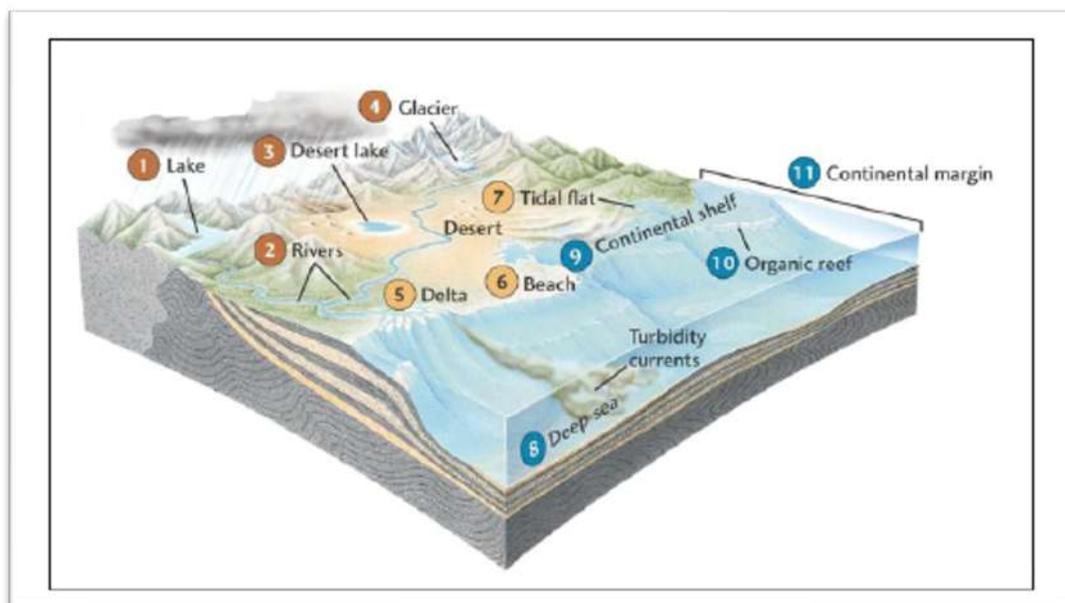
Sedimentasi meliputi proses transportasi dan pengendapan sedimen, termasuk dalam hal ini semua sumber energi yang mampu mentranspor dan mengendapkan seperti angin, air, es, dan gravitasi (Selly, 1976). Sedimentasi ini terjadi melalui proses pengendapan material yang ditranspor oleh media air, angin, es, atau gletser di suatu cekungan. Proses sedimentasi ini tidak terjadi secara langsung, adapula proses-prosesnya. Proses



sedimentasi ini meliputi proses pelapukan, perpindahan, sedimentasi, serta litifikasi atau pembatuan (Drira, 2014).

Ada tiga proses yang mempengaruhi sedimen yaitu proses fisika, biologi dan kimia (Friedman dan Sander, 1978). Foster & Meyer (1977) berpendapat bahwa erosi sebagai penyebab timbulnya sedimentasi yang disebabkan oleh air terutama meliputi proses pelepasan atau *detachment*, penghanyutan atau *transportation*, dan pengendapan atau *deposition* dari partikel-partikel tanah yang terjadi akibat tumbukan air hujan dan aliran air.

Contoh dari lingkungan pengendapan batuan sedimen dapat dilihat pada Gambar 2.1 di tempat mana nomor (1, 2, 3, 4) (dalam satu kategori), (5,6,7) dan (8,9,10) mengindikasikan asal muasal dari sedimen marin, perbedaan jenis dari transpor sedimen dan juga dimana sedimen kemudian terendapkan di dalam laut. Danau, glasier, *desert lake*, dan sungai termasuk dalam satu lingkungan asal muasal sedimen yang berasal dari darat. Delta, pantai, *tidal flat* masuk pada lingkungan asal muasal sedimen yang berasal dari wilayah transisi. Sedangkan laut dalam, *continental shelf*, dan *organic reef* masuk pada lingkungan asal muasal sedimen yang juga berasal dari laut (marin).



Gambar 2.1 Lingkungan pengendapan batuan sedimen marin (Drira drr., 2014)

Menurut Pipkin (1977) sedimen adalah material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik yang dipindahkan dari berbagai sumber air darat maupun laut dan didepositkan oleh udara, angin, es, dan air. Selain itu ada juga yang dapat diendapkan dari material yang melayang dalam air (suspensi) atau dalam bentuk kimia pada suatu tempat

atau presipitasi kimia. Sedimentasi berdasarkan ilmu geologi dan stratigrafi adalah proses-proses yang berperan atas terbentuknya batuan sedimen. Selanjutnya disebutkan bahwa urutan proses sedimentasi adalah meliputi proses pelapukan, perpindahan, deposisi atau sedimentasi, serta litifikasi atau pembatuan (Krumbein & Sloss, 1971).

## **2.1 Sedimen Dasar Laut Perairan Selat Riau (Batam Bintan)**

Berdasarkan data hasil analisis besar butir sebanyak 61 percontoh sedimen permukaan dasar laut daerah penyelidikan dapat dibagi menjadi 5 satuan tekstur sedimen yaitu kerikil pasiran, pasir kerikilan, pasir, pasir lanauan dan lanau pasiran. Dari data analisis besar butir kemudian dibuat peta sebaran sedimen permukaan dasar laut Berdasarkan peta sebaran sedimen permukaan dasar laut tersebut terlihat bahwa sedimen pasir kerikilan dominan dekat pantai (lepas pantai) Pulau Batam dan kerikil pasiran dominan terdapat dekat pantai dan lepas pantai Pulau Bintan, dimana semakin keselatan ukuran butir sedimen relatif semakin halus. Sedangkan sedimen lanau pasiran hanya setempat – setempat dekat Pulau Batam dan sedimen pasir lanauan hanya setempat dekat pulau Batam dan Pulau Bintan.

Satuan pasir tersebar sekitar 40% di daerah selidikan yaitu daerah utara dan selatan, sedangkan di bagian tengah pasir umumnya sebagai pengisi rekahan atau cekungan-cekungan pada terumbu karang. Ukuran butir pasirnya adalah antara  $-0.5 \phi$  sampai  $4 \phi$  atau 14 mesh dan 200 mesh. Prosentase pasirnya bervariasi 30%-80%. Secara megaskopis pasir ini berukuran halus-sedang sampai kasar, bahkan di bagian tepi dekat pantai pasir ini berukuran kerikil. Kerikil pasiran (3%) ditemukan hanya setempat – setempat terutama dekat pantai di Pulau Bintan, sedangkan pasir kerikilan (7%) terdapat sepanjang pantai timur pulau Batam. Terumbu tersebar hampir 50% di daerah selidikan, terutama pada bagian tengah daerah selidikan, dimana arusnya kuat pada kedalaman laut antara 10 m dan 40 m. Karena arusnya kuat, maka sedimen pasir terbawa arus sehingga tinggal terumbu karangnya (Setiady, dr., 2003).

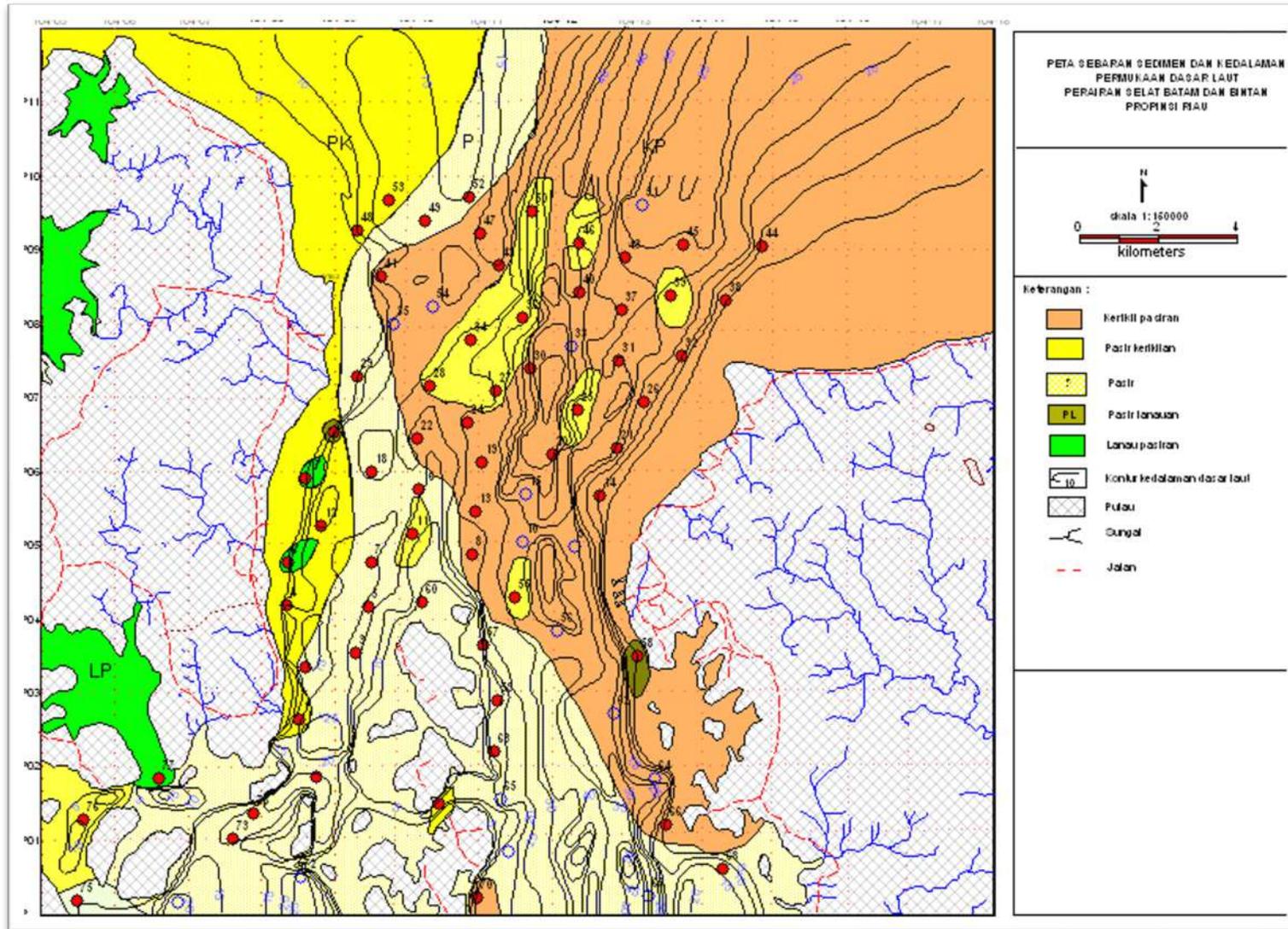
Berdasarkan peta sebaran sedimen permukaan dasar laut tersebut terlihat bahwa sedimen pasir kerikilan dominan dekat pantai (lepas pantai) Pulau Batam dan kerikil pasiran dominan terdapat dekat pantai dan lepas pantai Pulau Bintan, dimana semakin keselatan ukuran butir sedimen relatif semakin halus. Sedangkan sedimen lanau pasiran hanya setempat – setempat dekat Pulau Batam dan sedimen pasir lanauan hanya



setempat dekat pulau Batam dan Pulau Bintan. Bila digabungkan dengan Peta Sebaran sedimen permukaan dasar laut (Gambar 2.2), maka terlihat hubungan antara sedimen pantai dan sedimen permukaan dasar laut.





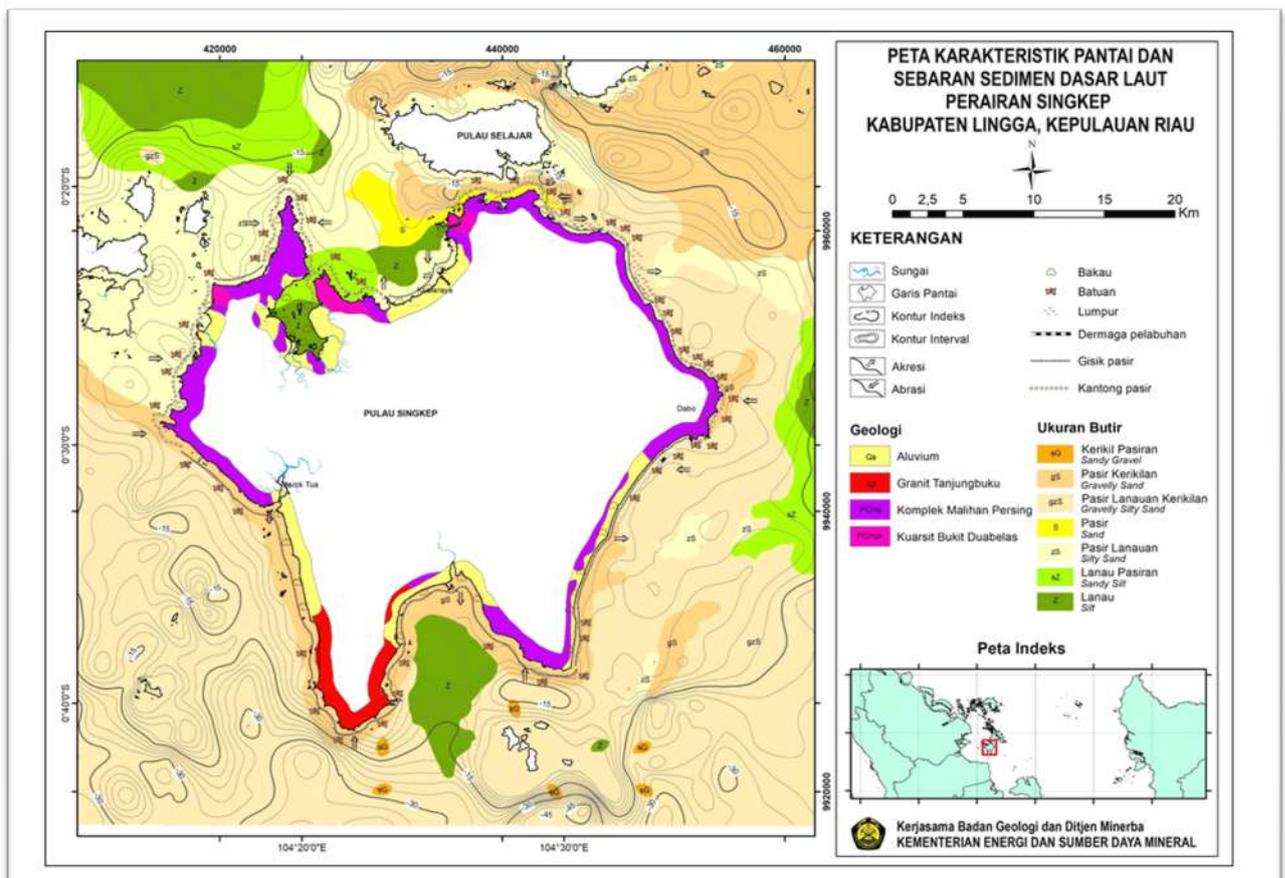


Gambar 2.2 Peta sebaran sedimen dan kedalaman laut Perairan Selat Batam dan Bintang (Setiady, 2003)

## 2.2 Sedimen Dasar Laut Perairan Singkep

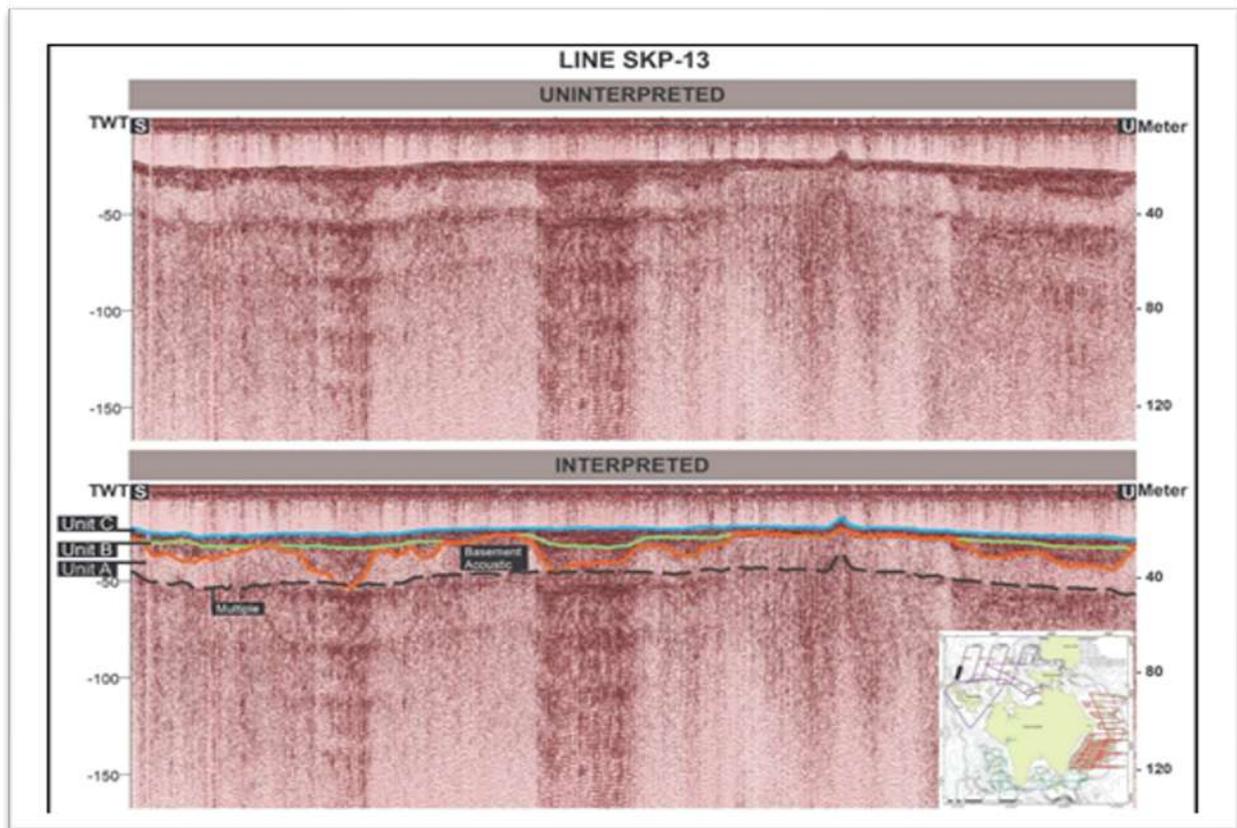
Sebaran sedimen dasar laut mempunyai kecenderungan tersebar merata sampai di perairan lepas pantai kemungkinan berhubungan dengan sistem pengendapan suspensi. Batuan sumber mineralisasi logam dan unsur tanah jarang di daerah penyelidikan secara geologi berupa granit terutama tipe-S yang termasuk pada jalur timah Malaysia, Kepulauan Riau, Singkep, menerus ke arah selatan sampai di Bangka-Belitung, Karimata, berumur Trias-Jura. Granit tersebut merupakan batuan granit alkali yang mengandung monasit, zirkon, xenotim hasil dari proses pegmatitik. Batuan ini telah mengalami desintegrasi, transportasi dan sedimentasi secara intensif selama Kuartar yang menyebabkan terbentuk endapan aluvial yang kaya akan monasit, xenotim, zirkon dan mineral asosiasinya.

Berdarkan hasil analisis besar butir sebaran sedimen dasar laut di Perairan Singkep terdiri dari kerikil pasiran, pasir kerikilan, pasir lanauan kerikilan, pasir, pasir lanauan, lanau pasiran dan lanau (Gambar 2.3).



Gambar 2.3 Peta sebaran sedimen Perairan Singkep

Berdasarkan data rekaman seismik (Gambar 2.4), ditemukan 3 unit di daerah penyelidikan, yaitu: Unit A semi-paralel hingga paralel bahkan di beberapa tempat ada yang mengalami perlipatan dan pensesaran, diduga Unit A dapat dibandingkan dengan Komplek Malihan Persing yang merupakan batuan malihan sekis, kuarsit dan batusabak.



Gambar 2.4 Penampang seismik pada lintasan SKP-13 di barat laut Perairan Singkep, terdiri dari Unit A, B dan C

Unit B diduga dapat dibandingkan dengan Sedimen Pliosen-Holosen berupa sedimen halus-sangat halus yang diendapkan di atas batuan beku granitoid. Diduga Unit B tersebut merupakan endapan plaser pembawa mineral timah dan unsur tanah jarang. Unit B yang tebal terletak di bagian barat, selatan, dan di Perairan Teluk Baruk., Unit B juga diendapkan pada Alur purba yang mengandung endapan sedimen berasosiasi dengan mineral timah, yang terletak di Perairan Teluk Baruk.

Unit C adalah paralel, diduga material sedimen Unit tersebut homogeny diduga sedimen berukuran halus sampai sangat halus sebagai lapisan penutup. Ketebalan Unit C sangat tipis, hanya di beberapa lokasi saja ketebalan unit ini dapat ditarik batas Unitnya, yang terletak di bagian barat daerah penyelidikan, ketebalan sedimen Unit C lebih kurang 24 meter, hal tersebut disebabkan oleh di Teluk Baruk ada 7 (tujuh) sungai yang bermuara di

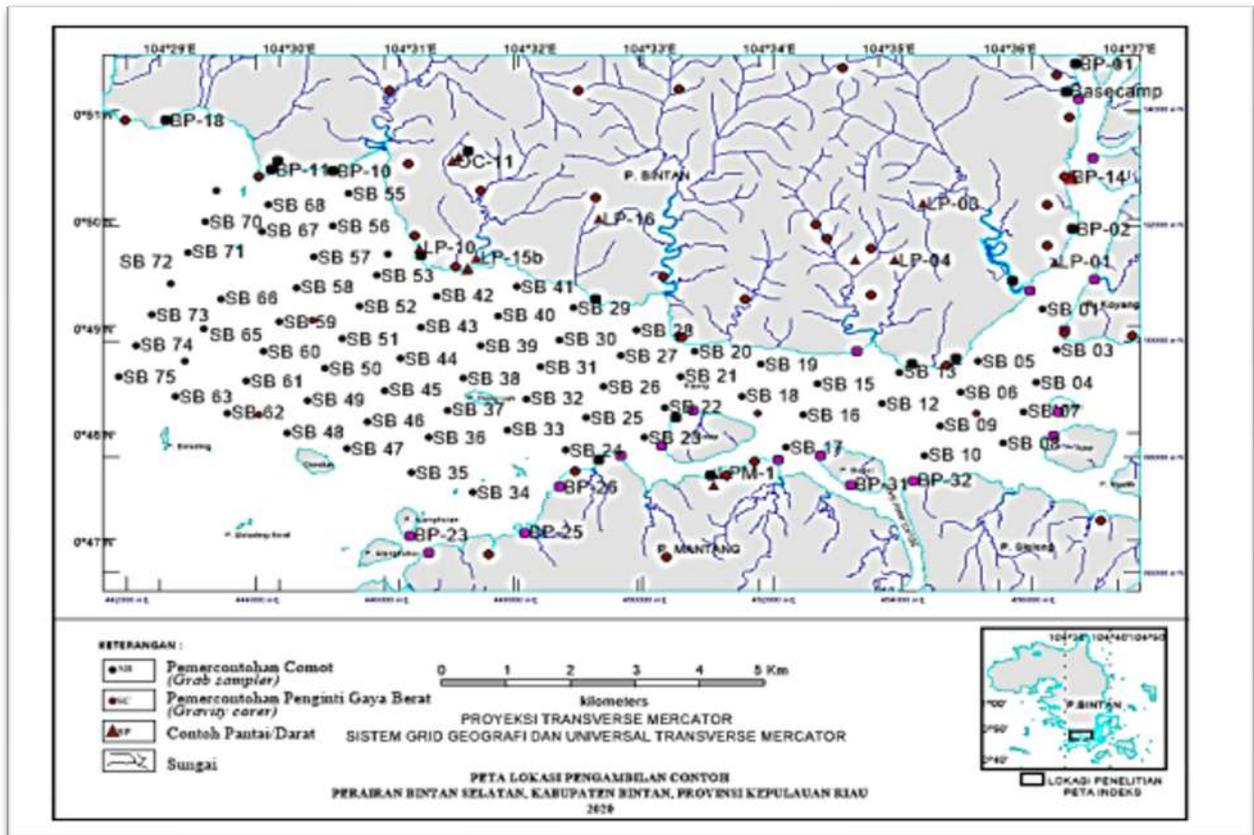


perairan ini, termasuk 4 (empat) sungai besar seperti Sungai Langkap, Sungai Manggu, Sungai Labu, dan Sungai Kerkei.

### **2.3 Sedimen Dasar Laut Bintang Selatan**

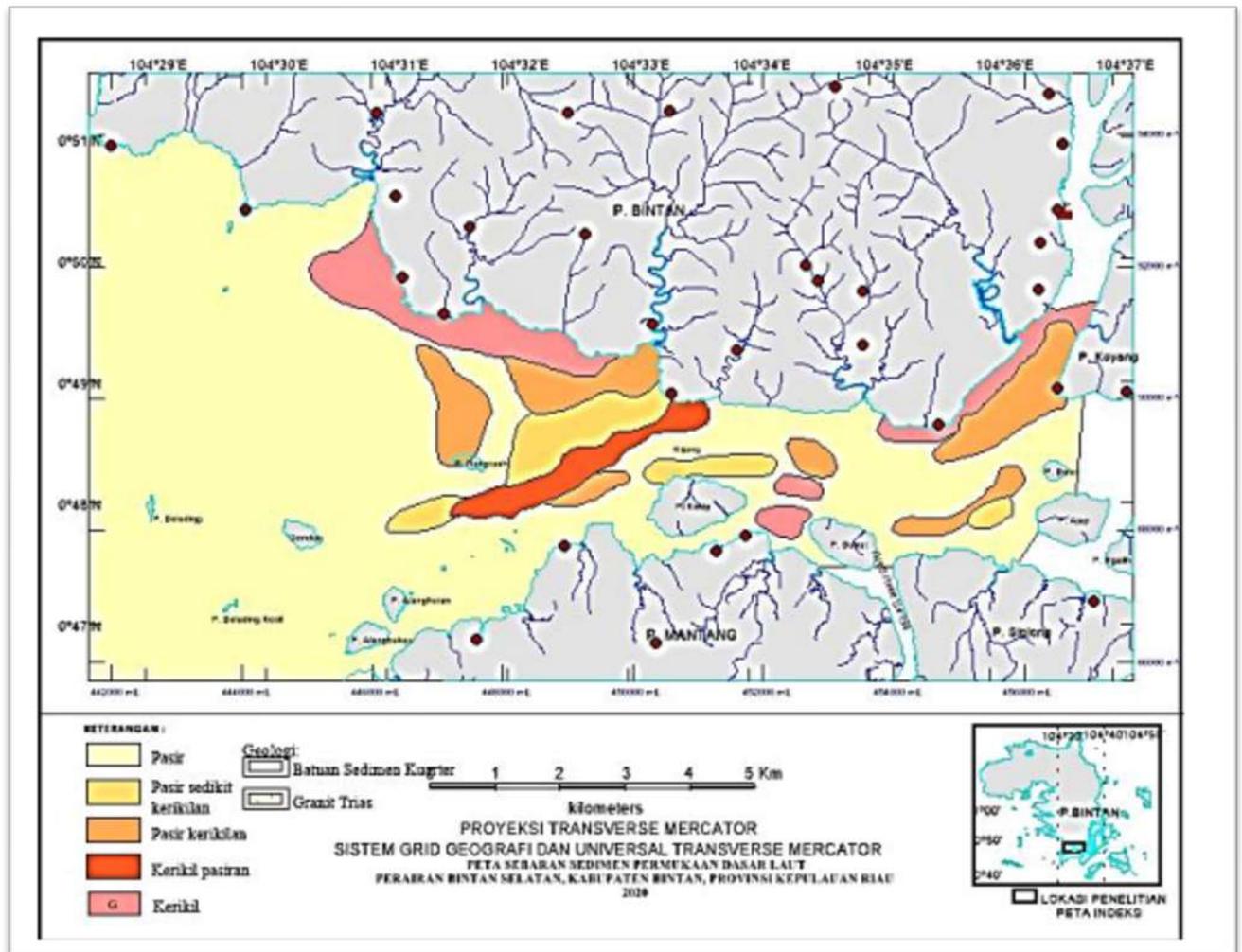
Fenomena yang menarik di daerah perairan Bintang Selatan ini adalah bagaimana kita mengetahui konsep mekanisme sedimentasi yang pendekatannya sangat akurat dengan menggunakan pemanfaatan dengan alat bantu metoda statistik. Distribusi besar butir sedimen sangat dipengaruhi oleh jenis dan keberadaan material sumber sedimen dan proses yang terjadi di mana material sedimen tersebut terbawa (Folk dan Sanders, 1978). Hasil analisis parameter ukuran butir menunjukkan bahwa perairan Bintang pada daerah prospek area A, B, C, dan D didominasi oleh pasir sangat halus - kasar dengan kisaran ukuran butir  $-0,23 - 4,06$  mm. Hal ini menunjukkan bahwa sedimen telah mengalami proses pengendapan. Proses pengendapan tersebut dicirikan dengan terendapkannya sedimen berukuran sangat halus kasar dengan kisaran ukuran butir  $-0,23 - 4,06$  mm, nilai sortasi pemilahan sedang - pemilahan sangat buruk (*moderately sorted - very poorly sorted*, dengan kisaran  $0,62 - 2,45$ , nilai kepencongan (*skewness*) kepencongan sangat halus (*very fine skewed*) - kepencongan sangat kasar (*very coarse skewed*) dengan kisaran  $-0,87 - 1,24$  mm, nilai kurtosis *Leptokurtic - Extremely leptokurtic* dengan kisaran  $1,39 - 4,62$  mm. Proses pengendapan dengan energi tinggi dan berubah-ubah tersebut dicirikan dengan terendapkannya sedimen berukuran sangat halus kasar (Setyanto dan Setiady, 2022).





Gambar 2.5 Peta Lokasi pengambilan percontoh perairan Bintang Selatan, Bintang, Kep. Riau

Berdasarkan pemercontohan sedimen permukaan dasar laut termasuk di dalamnya memuat titik-titik lokasi pemercontohan sedimen/batuan pantai dan darat (Gambar 2.5) diperoleh data sebagai berikut: Distribusi sedimen pasir terletak pada kedalaman 14 – 36 meter, pasir lumpuran terdapat pada kedalaman 8-26 meter, lumpur pasiran terdapat pada kedalaman 10-26 meter, satuan lempung terdapat dari pantai sampai kedalaman 16 meter. Sedangkan terumbu dan batuan terdapat pada kedalaman antara 20 sampai 36 meter.



Gambar 2.6 Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut Perairan Bintan

Berdasarkan hasil analisis besar butir, secara umum sedimen yang terdapat di daerah penelitian merupakan fraksi kasar dengan ukuran yang didominasi oleh pasir ukuran sedang hingga kasar. Bentuk fisik butiran yang umum dijumpai adalah butiran berwarna putih bersih, sedikit lithik berwarna hitam dan menyudut tajam. Butiran berwarna putih tersebut kemungkinan adalah pasir kuarsa yang berasal dari rombakan batuan granit. Kandungan cangkang dan lempung kaolinit umumnya terdapat di daerah perairan dengan morfologi yang datar dan arus yang lemah yaitu di bagian barat dan timur daerah penelitian. Data ukuran butir berdasarkan 75 percontoh yang diambil memperlihatkan variasi nilai dan persentase ukuran butir sedimen. Secara umum sedimen dasar laut yang ada di lokasi penelitian didominasi oleh pasir hingga kerikil (Gambar 2.6). Secara umum berdasarkan persentase ukuran butir sedimen dapat terlihat bahwa jenis sedimen yang ada di perairan Bintan terbagi atas 5 jenis sedimen berdasarkan persentase ukuran butir

sedimen yaitu Kerikilan G, Kerikil pasiran sG, Pasir kerikilan gS, Pasir sedikit kerikilan (g)S, dan Pasir (S).

Hasil perhitungan terhadap parameter statistik sedimen berupa sortasi yang menunjukkan nilai antara 1,66 - 3,45, sehingga masuk dalam klasifikasi tingkat pemilahan buruk (*poorly sorted*) hingga terpilah sangat buruk (*very poorly sorted*) (Folk dan Ward, 1957). Nilai sortasi sedimen di lokasi penelitian termasuk dalam pemilahan buruk hingga sedang.

Proses pengendapan sedimen di perairan Bintan dapat diperkirakan berdasarkan data hasil analisis granulometri dan statistik sedimen. Karakteristik ukuran butir sedimen digunakan untuk menafsirkan sebaran dan mekanisme pengangkutan dan pengendapan sedimen di suatu kawasan (Korwa, drr., 2013). Secara umum jenis sedimen daerah penelitian didominasi oleh partikel ukuran kasar (pasir). Berdasarkan ukuran butir sedimen tersebut menggambarkan bahwa kondisi perairan Bintan saat sedimen tersebut mengendap dipengaruhi oleh kecepatan arus kuat dicirikan dengan ukuran partikel kasar, sedangkan partikel ukuran halus dicirikan oleh arus yang lemah. Ukuran butir merupakan indikasi besar/kuatnya kekuatan arus dan gelombang yang bekerja pada lingkungan pengendapan tersebut (Rifardi, drr., 1998). Nilai sortasi mengindikasikan tipe pengendapan, karakteristik arus pengendapan dan kecepatan waktu pengendapan. Sedimen yang tersebar dan diendapkan di perairan daerah penelitian menunjukkan bahwa sedimen memiliki waktu yang pendek untuk mengendap ditunjukkan dengan tingginya nilai sortasi (terpilah buruk hingga sedang) menunjukkan keseragaman butir sedimen yang kecil. Ukuran butir sedimen daerah penelitian termasuk dalam fraksi kasar sehingga dapat diinterpretasikan bahwa jenis mekanisme transportasi sedimen berupa *bedload* dan *suspension* (*suspense*). Mekanisme transportasi *bedload* terjadi pada fraksi yang kasar melalui pergerakan transportasi arus traksi dalam bentuk *rolling* (menggelinding), *sliding* (terseret), *creep* (merayap) dan saltasi. Interpretasi mekanisme sedimentasi yang terjadi pada endapan pasir dan kerakal didasarkan pada hasil analisis ukuran butir dan morfologi butir. Hasil analisis menunjukkan bahwa material endapan yang terbentuk terendapkan melalui mekanisme transportasi secara *bedload* yang merupakan kombinasi antara *rolling*, *sliding* dan saltasi, akan tetapi terdapat juga mekanisme transportasi berupa *suspension* pada sebagian kecil partikel sedimen yang berukuran sangat halus. Jika dilihat berdasarkan morfologi butir baik pasir maupun kerakal menunjukkan kecenderungan perubahan yang semakin mendekati bentuk *equant*



dan *oblate* yang mengindikasikan bahwa proses transportasi yang terjadi lebih didominasi secara *rolling* dan suspensi. Demikian pula untuk *sphericity*, secara umum trend menunjukkan bentuk yang semakin mendekati bentuk bola yang artinya material akan cenderung untuk terdeposisi. Pada dasarnya, butiran bulat (*spheris*) dan memanjang (*prolate*) lebih mudah tertransport daripada *bladed* dan *oblate*.

Tekstur sedimen yang terdapat di perairan dasar laut Bintang Selatan dan sekitarnya adalah kerikil, kerikil pasiran, pasir kerikilan, pasir sedikit kerikilan dan pasir. Ukuran butir sedimen daerah penelitian masuk dalam fraksi kasar (kandungan pasir di atas 50%, dengan ukuran butir 2,44Ø), sehingga dapat interpretasikan bahwa jenis mekanisme transportasi sedimen berupa *bedload* dan *suspension* (suspense). Mekanisme transportasi *bedload* terjadi pada fraksi yang kasar sesuai dengan konseptual yaitu melalui pergerakan transportasi arus traksi dalam bentuk *rolling* (menggeling), *sliding* (terseret), *creep* (merayap) dan saltasi. Ukuran butir pasir menunjukkan nilai rata-rata ukuran butir adalah 2,44Ø atau pasir kasar dengan rata-rata sortasi 1,67 atau *poorly sorted*, skewness didominasi oleh *symmetrical skewed*, dan nilai kurtosis *leptokurtic extreme*. Bentuk butir baik pasir maupun kerikil dan kerakal menunjukkan kecenderungan perubahan yang semakin mendekati bentuk membundar tanggung yang mengindikasikan bahwa proses transportasi yang terjadi lebih didominasi secara menggelundung untuk butiran yang kasar dan suspensi untuk butiran halus.

## **2.4 Sedimen Dasar Laut Perairan Kundur**

Berdasarkan data analisis besar butir sebaran sedimen dasar laut terdiri dari lima jenis yaitu: lanau (Z), lanau pasiran (sZ), kerikil: kerikil pasiran (sG), lumpur: lumpur pasiran kerikilan (gsM), lumpur sedikit kerikilan (g)M dan lumpur pasiran sedikit kerikilan ((g)sM), serta pasir: pasir kerikilan (gS), pasir lumpuran kerikilan (gmS) dan pasir lumpuran sedikit kerikilan ((g)mS).

**Satuan lanau**, sebarannya terluas, menutupi 55% dari luas daerah telitian dan menempati kedalaman laut terukur antara 4-17 m. Sebaran di dua tempat, masing-masing mempunyai arah baratlaut-tenggara dan timurlaut-baratdaya. Persentase pasir, lanau dan lempung, masing-masing antara 0,8-9 %, 89,1- 98,2 % dan 0,5-2,7 %.

**Lanau pasiran**, menutupi kurang 10 % dari luas daerah telitian. Berkembang pada satuan lanau di dua tempat, masing-masing menempati kedalaman laut antara 4-12 m dan 8-12



m. Persentase pasir, lanau dan lempung, masing-masing antara 10,3-49,9 %, 48,5-89,5 % dan 0,2-1,6 %.

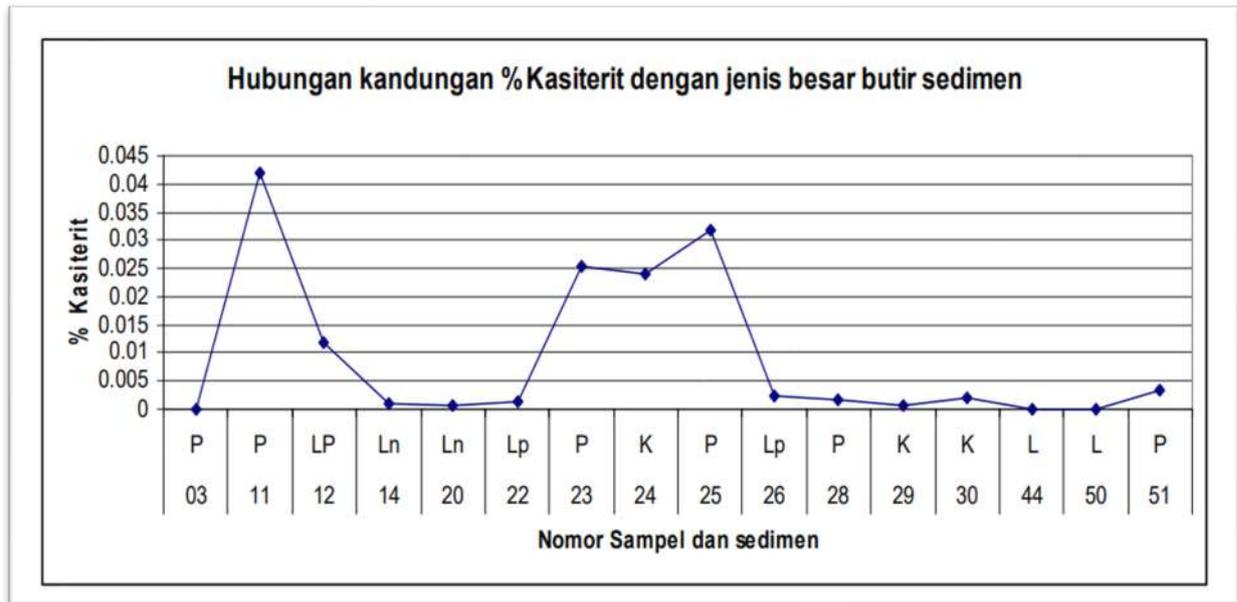
**Lumpur**, secara tekstural terdiri atas lumpur pasiran kerikilan, lumpur sedikit kerikilan dan lumpur pasiran sedikit kerikilan. Kelompok ini menutupi 10% dari luas daerah telitian, menempati kedalaman laut antara 10-14 m dengan pola sebaran timurlaut berbelok dan menyempit ke arah tenggara menyerupai sabit. Persentase kerikil, pasir dan lumpur (lanau+lempung), masing-masing antara 0,1-3 %, 6,5-26,1 % dan 72,8-93,4 %.

**Pasir**, kelompok ini satuan tekstur sedimennya termasuk pasir kerikilan, pasir lumpuran kerikilan dan pasir lumpuran sedikit kerikilan. Pasir menutupi 10% dari luas daerah telitian, menempati kedalaman laut antara 10-18 m dengan pola sebaran sama dengan kelompok lumpur. Perbedaan, ke arah selatan menempati dasar laut menyerupai cekungan berbentuk mangkuk-mangkuk yang diduga bekas kegiatan eksploitasi timah. Persentase kerikil, pasir, lanau dan lempung, masing-masing antara 0,2-28,3 %, 42,9 -96,2 %, 0-45,2 % dan 0-0,8%.

**Kerikil pasiran** menutupi 15% dari luas daerah telitian, menempati kedalaman laut maksimum 23 m, sebarannya mendekati tepian pantai dengan pola relatif sama dengan lumpur. Tidak mengandung fraksi lumpur, persentase kerikil dan pasir, masing-masing antara 31,8-71,2% dan 28,8-68,2%.

Satuan tersebut di atas mempunyai sifat fisik dan kandungan mineral relatif sama dengan pasir. Pada sebagian percontoh ditemukan fragmen batuan berdiameter 30 mm, berwarna gelap sampai teroksidasi kecoklatan. Pemisahan cangkang memperlihatkan persentase maksimum 1,4222 %.



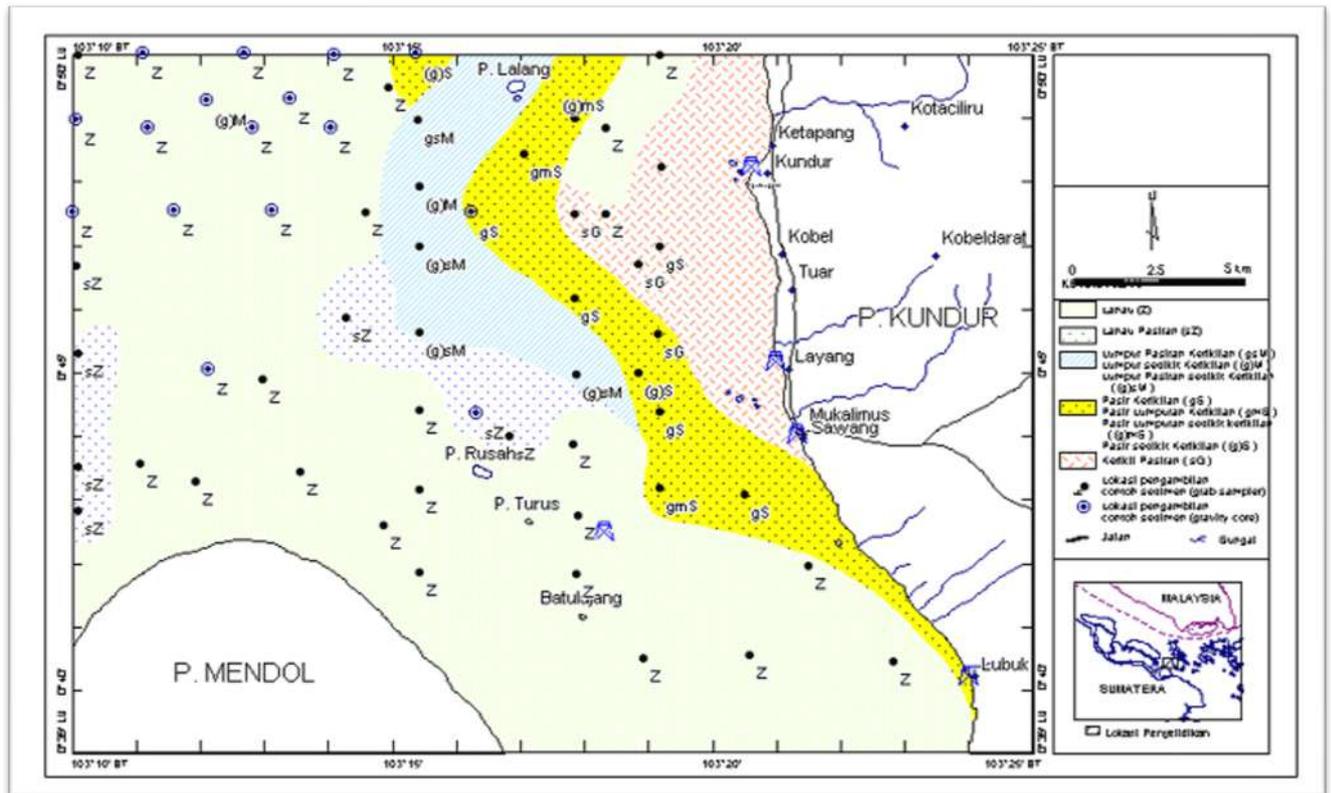


Gambar 2.7 Hubungan antara % kasiterit dengan jenis besar butir sedimen

Berdasarkan grafik (Gambar 2.7) hubungan antara kandungan % kasiterit dengan jenis besar butir sedimen. Terlihat bahwa kandungan mineral kasiterit dominan terdapat pada besar butir sedimen pasir (p) dan kerikil pasiran (k). Sedangkan pada sedimen lanau dan lumpur sangat kecil. Hal ini disebabkan karena berat jenis mineral kasiterit ini yang tinggi antara 6,8–7 sehingga lebih dominan terdapat pada ukuran butir yang besar yaitu pasir-kerikil. Dari grafik terlihat bahwa kandungan mineral kasiterit nomor sampel 03, (sebelah selatan daerah selidikan) sangat kecil, sedangkan sampel 11, 12, (utara daerah selidikan) besar dan sampel 14 (sebelah selatannya) semakin kecil, Hal ini menunjukkan bahwa sumber batuan dari mineral tersebut berasal dari utara daerah selidikan yaitu P. Karimun. Hal ini ditunjang oleh data kedalaman dasar laut bahwa kontur kedalaman dasar laut dekat P. Kundur relatif berarah utara selatan dan dalam (terjal), sehingga arusnya kuat untuk mengangkut dan mengendapkan sedimen dengan ukuran butir pasir lanauan-kerikil.

Berdasarkan analisis besar butir menggunakan perangkat lunak yang dibuat oleh Susilohadi (1985), maka sedimen permukaan dasar laut dapat dibagi menjadi 5 (lima) satuan tekstur sedimen (gambar 2.8), yaitu: lanau (Z), lanau pasiran (sZ), lumpur : lumpur pasiran kerikilan (gsM), lumpur sedikit kerikilan (g) M dan lumpur pasiran sedikit kerikilan ((g)sM), pasir : pasir kerikilan (gS), pasir lumpuran kerikilan (gmS) dan pasir lumpuran sedikit kerikilan ((g)mS), kerikil pasiran (sG).





Gambar 2.8 Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut Perairan Kunder (Setiady, 2010)

Lokasi Bor mesin BM 1 berada di Desa Tanjung Batu, Kampung Muara, sedalam 20 meter, terdiri dari pasir kerikilan (0-1 m), pasir kuarsa (1-3 m) (10-13 m) (16-18 m), pasir sedikit kuarsa (5-8m), pasir sedikit kerikilan (8-9 m), lempung (9-9,75 m) (18,75-20 m), dan pasir (9,75-10 m) (13-16 m) (18-18,75 m).

Lokasi Bor mesin BM 2, sedalam 9 m, terdiri dari pasir sedikit kerikilan (0-1,3 m), selang-seling pasir dengan pasir lempungan (1,3- 4 m), pasir kuarsa (4-5 m), kerikil pasiran (5- 8 m), dan pasir (8 - 9 m).

Lokasi Bor Mesin BM 3, kedalaman 12 m terdiri dari: pasir sedikit kerikilan (1- 2 m), lempung pasiran (2-6 m), pasir (6-8 m), kerikil pasiran (8-9 m), lempung (9-12 m).

Lokasi Bor Mesin BM 4, kedalaman 20 m terdiri dari: lumpur pasiran sedikit kerikilan (0-2 m), pasir lempungan (2-2,5 m), pasir lempungan (2,5-13 m), pasir (13-20 m).

Lokasi Bor Mesin BM5, kedalaman 20 m terdiri dari: lumpur (0-1,8 m), lempung (1,8-5,8 m) (10 - 10,5 m), pasir lempungan (5,8-10 m) (15-17 m), pasir (10,5-15 m), lempung pasiran (17-21 m).

## 2.5 Sedimen Dasar Laut Perairan Pulau Nipah

Hasil interpretasi penampang seismik pantul dangkal dapat dibedakan 3 satuan batuan yang mendasari laut disekitar Pulau Nipah, sebagai berikut (Gambar 2.9):

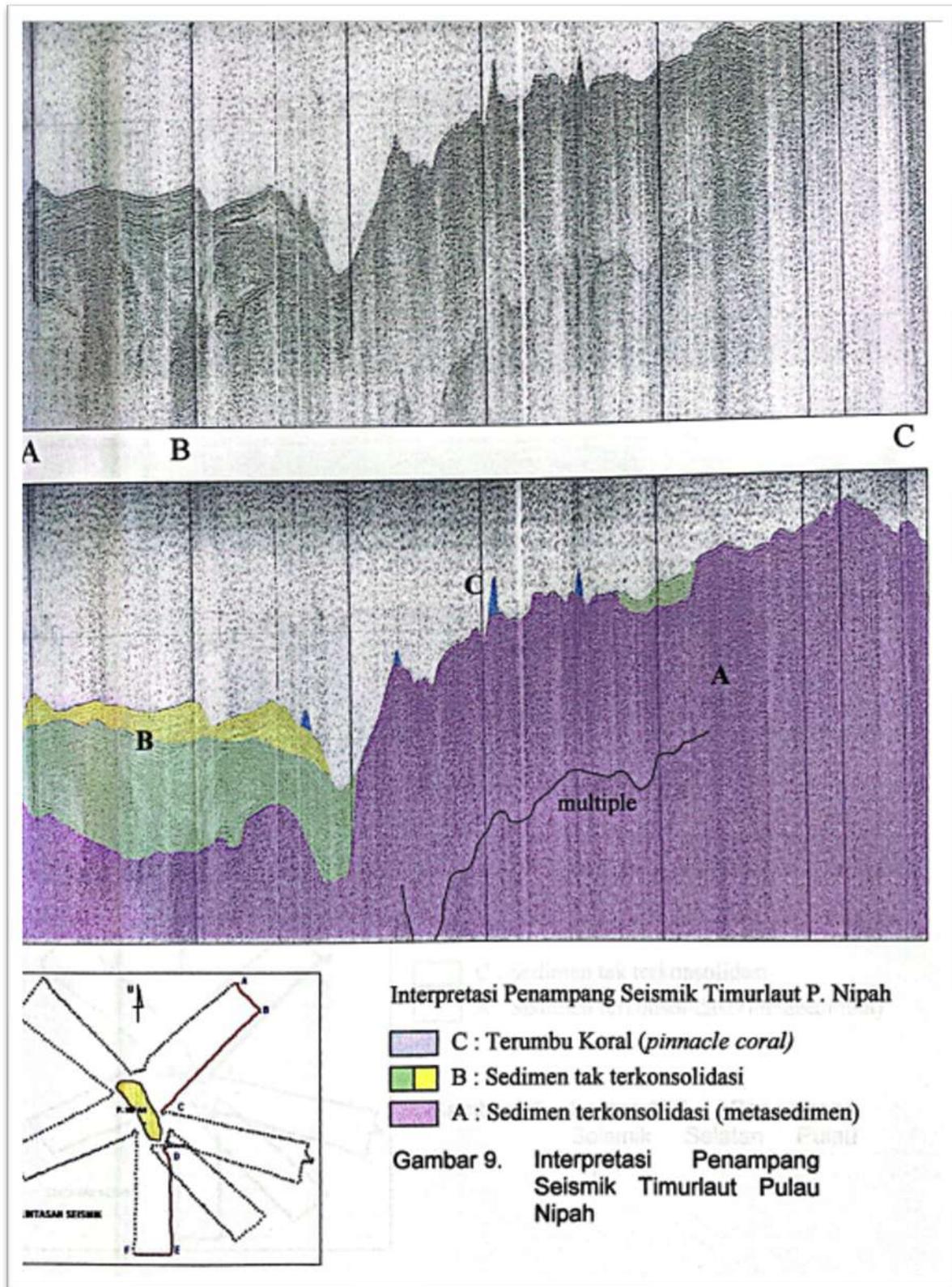
Satuan A; merupakan *seismic basement* dengan ciri reflektor *chaotic* dimana gelombang seismik tidak mampu menembus satuan ini, makin mendekati arah pulau dan pada beberapa tempat satuan ini membentuk tinggian dasar laut. Dengan alasan tersebut maka diperkirakan satuan ini sebagai batuan dasar metasedimen yang tersingkap di daratan Pulau Nipah.

Satuan B; posisi stratigrafi di atas satuan A, memperlihatkan adanya perlapisan dengan ciri reflektor semi paralel yang menunjukkan sebagai batuan sedimen tak terkonsolidasi diperkirakan sebagai sedimen Kuartar. Satuan ini umumnya tipis menempati morfologi lembah satuan A, namun demikian di bagian utara Pulau Nipah yakni pada alur selat mencapai 20 m.

Satuan C; mencirikan *pinnacle reef* dengan bentuk runcing dan reflektor di bawahnya buram, satuan ini berada di atas satuan A ataupun B.

Dari kenampakan rekaman penampang seismik menunjukkan bahwa kondisi permukaan dasar laut sekitar Pulau Nipah masih alami, tidak ada indikasi adanya bekas pengerukan (penambangan) pasir laut.





Gambar 2.9 Interpretasi penampang seismik timurlaut Pulau Nipah

Berdasarkan penafsiran rekaman seismik pantul dangkal dengan didasari oleh hubungan antara pola karakteristik, pola reflektor, dan terganggunya kontinuitas horison. Dapat

ditafsirkan bahwa pola struktur yang berkembang pada daerah selidikan adalah pola struktur sesar. Pada bagian barat daerah selidikan struktur sesar relatif berarah baratlaut-tenggara sesuai dengan jajaran pulau di sekitar perairan P. Bakong di selatan dan P. Sugi di utara. Sedangkan pada bagian timur daerah selidikan mempunyai arah umum struktur sesar relatif barat-timur dan diperkirakan bertemu dibagian selatan P. Galang.

Dari penampang seismik menunjukkan batuan dasar laut terdiri atas batuan metasedimen yang ditutupi oleh lapisan tipis sedimen permukaan laut terdiri atas material lepas berukuran kerakal sampai pasir, dan di beberapa bagian ditumbuhi terumbu koral. Pada bagian pinggir pantar yang dipengaruhi oleh pasang-surut tertutup oleh biota rumput laut dan *soft coral*.

Berdasarkan pengamatan megaskopis dan hasil analisis besar butir (*grain size*), jenis sedimen permukaan dasar laut perairan sekitar Pulau Nipah terdapat sedikit perbedaan hasil, tapi secara umum pengamatan megaskopis lebih bisa dipertanggung jawabkan, karena material penyusunnya yang sebagian besar adalah pecahan koral, sehingga analisa besar butir kurang akurat. Secara megaskopis dapat dibedakan menjadi 3 satuan, yakni:

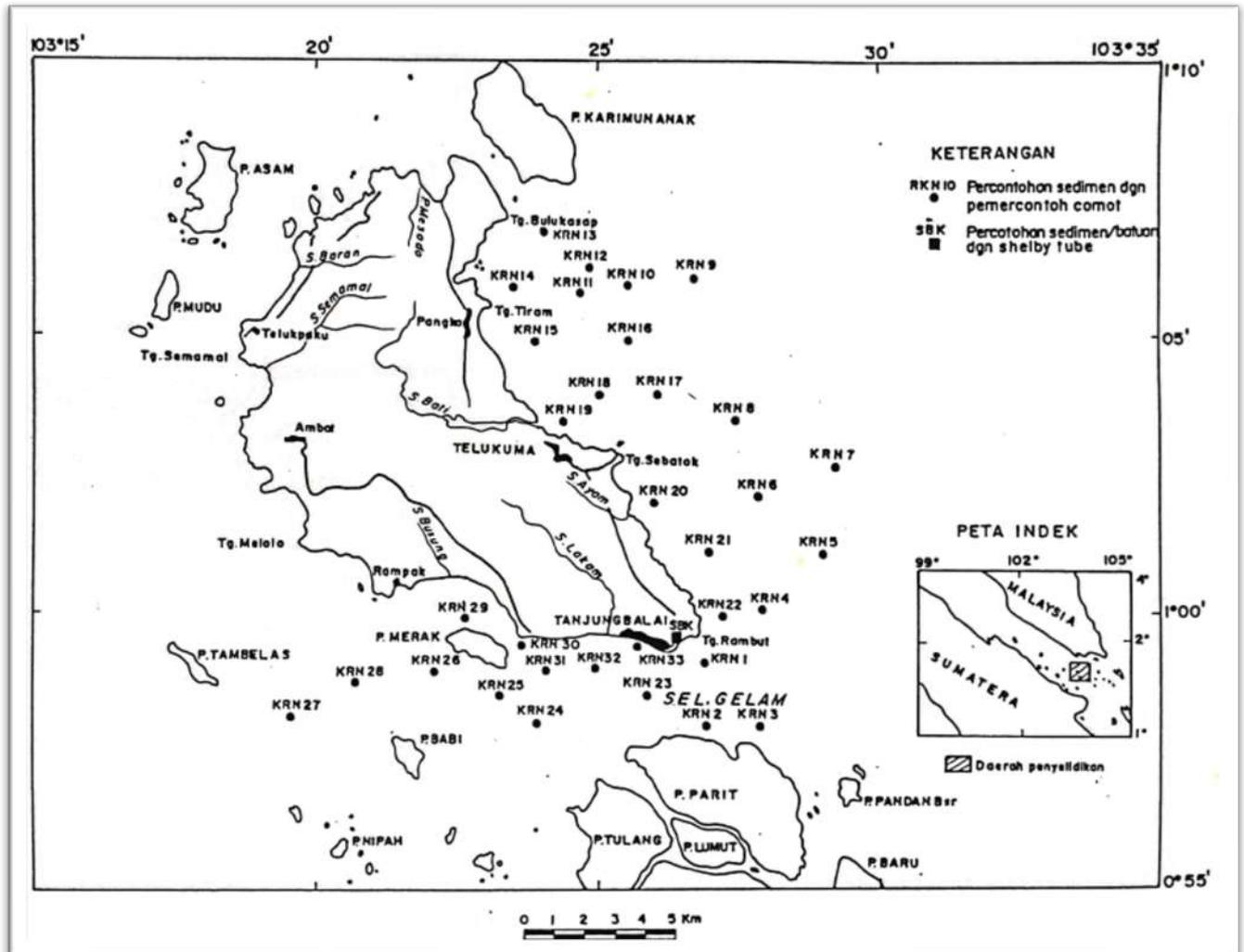
- Kerikil pasiran; satuan ini menempati sebagian besar permukaan dasar laut. material kerikil dan pasir merupakan pecahan dari karang dan batuan metasedimen yang berwarna coklat.
- Pasir lanauan; menempati bagian kecil di sekitar tepian pantai utara dan selatan Pulau Nipah.
- Boulder karang, juga menempati di sekitar tepian pantai dan di bagian dasar laut yang bermorfologi menonjol, yakni berupa *boulder* karang yang sudah mati.

Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa permukaan dasar laut di sekitar Pulau Nipah sebagian besar adalah bongkah-bongkah batuan. Material sedimen yang menutupi dasar laut di sekitar Pulau Nipah terdiri atas pasir kerikilan, dimana pasir kerikil ini merupakan hasil rombakan batuan dasar dan koral, ukurannya yang kasar dan bentuknya yang menyudut menunjukkan bahwa material tersebut berasal dari rombakan batuan di sekitarnya dan belum tertransport jauh atau sumber rombakan masih disekitar perairan Pulau Nipah.



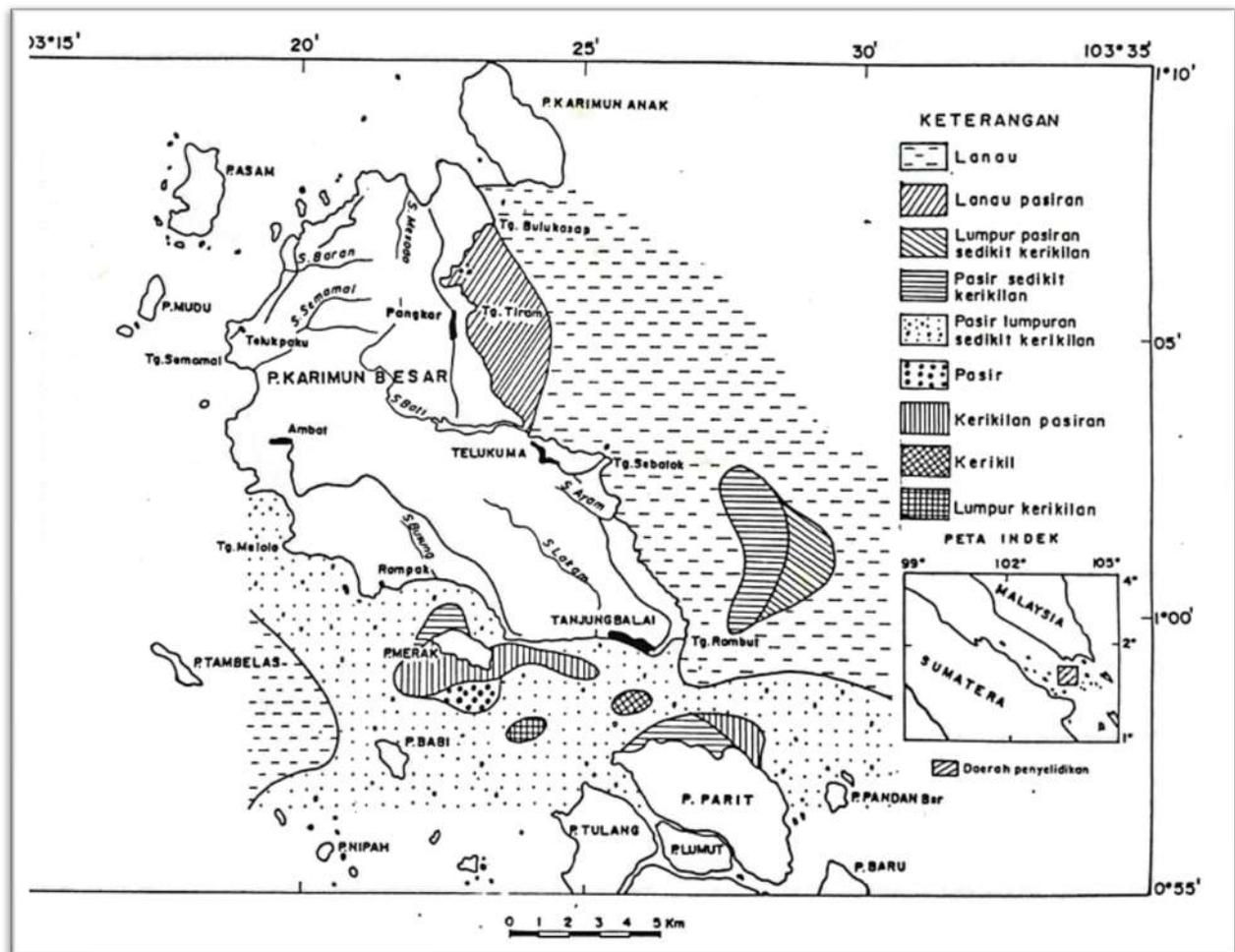
## 2.6 Sedimen Dasar Laut Perairan Karimun

Pengambilan contoh sedimen dasar laut menggunakan alat *grab sampler* berukuran kecil. Contoh yang diperoleh berjumlah 33 contoh yang kemudian dianalisis berdasarkan besar butirnya (Gambar 2.10).



Gambar 2.10 Lokasi percontohan sedimen daerah perairan P. Karimun Besar dan sekitarnya

Berdasarkan hasil analisis besar butir, secara tekstural sedimen permukaan dasar laut di daerah perairan P. Karimun Besar, Riau, dapat dibagi menjadi 9 satuan sedimen: lanau, lanau pasiran, lumpur pasiran sedikit kerikilan, pasir sedikit kerikilan, pasir lumpuran sedikit kerikilan, kerikil pasiran, pasir, lumpur kerikilan, dan kerikil. Sebaran masing-masing satuan sedimen tersebut disajikan pada peta sebaran sedimen permukaan dasar laut (Gambar 2.11).



Gambar 2.11 Peta sebaran sedimen permukaan dasar laut daerah perairan Karimun Besar dan sekitarnya

**Lanau:** Sebaran satuan sedimen ini menempati perairan sebelah timur dan barat daya P. Karimun Besar pada kedalaman yang dangkal di pinggiran pantai hingga lebih dari 14 m pada daerah lepas pantai. Secara megaskopik, sedimen ini berwarna abu-abu pucat (*olive gray* SY 4/2) hingga abu-abu kecoklatan (*grayish brown* 2,5 Y 5/2), mengandung serat-serat kayu berukuran halus berwarna hitam. Saluan sedimen ini tersusun oleh fraksi lanau berkisar antara 92,8 % - 98,8 %, pasir antara 0,1 % - 1,6 %, dan lempung antara 1,1 % - 6,7 %.

**Lanau pasiran:** Sebaran satuan sedimen ini menempati perairan sekitar pantai antara Tg. Bulukasap dan Telukuma pada kedalaman < 10 m. Secara megaskopik sedimen ini berwarna abu-abu kecoklatan (*grayish brown* 2,5 Y 5/2), mengandung fragmen cangkang moluska antara 20% - 45%. Satuan ini tersusun oleh fraksi lanau berkisar antara 60,0%- 81%, pasir antara 17,3% - 38,4%, dan lempung antara 1,0% - 1,6%.



**Lumpur pasiran sedikit kerikilan:** Satuan sedimen ini terdapat di perairan lepas pantai sebelah timur Tg. Rambut. Sebarannya tidak begitu luas pada kedalaman kurang dari 10 m. Secara megaskopik sedimen ini berwarna coklat keabu-abuan (*dark grayish brown 2,5Y 4/2*). Fraksi pasirnya terdiri dari kuarsa, mineral hitam, fragmen batuan, bentuk butir menyudut tanggung-membundar, mengandung sedikit sekali fragmen cangkang moluska. Satuan sedimen ini tersusun oleh fraksi lumpur (lanau dan lempung) 55,7%, pasir 44,1%, dan kerikil 0,2%.

**Pasir sedikit kerikilan:** Sebaran satuan sedimen ini terdapat di perairan lepas pantai sebelah timur Tg. Rambut, perairan sekitar pantai utara P. Parit, dan perairan utara P. Merak. Di sebelah timur Tg. Rambut, sebaran sedimen ini menempati perairan yang dangkal pada kedalaman 1 m hingga 7 m yang diduga merupakan bentuk morfologi gosong pasir pasir bawah laut yang memanjang dengan arah hampir utara - selatan. Secara megaskopik sedimen ini berwarna abu-abu terang (*light gray 5Y 7/2*), terdiri dari kuarsa berkisar antara 50%-90%, mineral hitam antara 5%-6%, bentuk butir menyudut - membundar tanggung, terpilah sedang-buruk, mengandung fragmen cangkang moluska berkisar antara 4%-45%. Satuan sedimen ini tersusun oleh fraksi pasir berkisar antara 89% - 98,9% dan kerikil antara 1,1% - 11%.

**Pasir lumpuran sedikit kerikilan:** Sebaran satuan sedimen ini menempati perairan selatan P. Karimun Besar mulai dari daerah dangkal sekitar pantai hingga kedalaman lebih dari 15 m pada daerah lepas pantai. Secara megaskopik, sedimen ini berwarna abu-abu pucat (*olive gray SY 4/2*), setempat kandungan kuarsanya hingga mencapai 75% berupa fraksi pasir dan kerikil, mineral hitam kurang dari 5%, terpilah sangat buruk, bentuk butir menyudut-membundar tanggung, fragmen cangkang moluska dijumpai lebih dari 25%, setempat terdapat fragmen kayu berwarna hitam dengan prosentase kurang dari 6%. Satuan sedimen ini tersusun oleh fraksi pasir berkisar antara 48,4% - 71%, lumpur (lanau + lempung) antara 28,6% - 48,9%, dan kerikil antara 0,1 %-4,1 %.

**Kerikil pasiran:** Sebaran satuan sedimen ini menempati perairan sekitar P. Merak dan perairan pantai utara P. Parit. Sedimen ini tersusun oleh fraksi kerikil berkisar antara 31,6% - 92,3% dan pasir antara 7,7% - 68,4%. Secara megaskopik, sedimen ini terdiri dari kuarsa dengan prosentase >90%, mineral hitam dan fragmen cangkang moluska umumnya kurang dari 5%, terpilah buruk - sangat buruk, bentuk butir menyudut-membundar tanggung. Fraksi kerikil terdiri dari kuarsa dan fragmen pecahan kuarsit/



berwarna abu-abu terang hingga berwarna hitam. Fraksi pasir berwarna abu-abu pucat (*light olive gray* SY 6/2) dan terdiri dari kuarsa sebagai penyusun utama.

**Pasir:** Sebaran satuan sedimen ini terdapat di selatan P. Merak. Sedimen ini tersusun oleh 100% fraksi pasir, berwarna abu-abu pucat (*light olive gray* SY 6/2). Terdiri dari kuarsa lebih dari 90%, mineral hitam 5%, bentuk butir menyudut -menyudut. tanggung, terpilah baik, fragmen cangkang moluska lebih besar dari 5%.

**Kerikil:** Satuan sedimen ini terdapat secara lokal di utara Tg. Busung, P. Parit, tersusun oleh lebih dari 95% fraksi kerikil dan fraksi pasir lebih dari 5%. Secara megaskopik, sedimen ini berwarna abu-abu pucat (*olive gray* SY 5/2), terpilah sangat buruk, terdiri dari kuarsa  $\pm 70\%$ , mineral hitam  $\pm 15\%$ , dan lumpur  $\pm 15\%$ , bentuk butir menyudut tanggung-membundar.

**Lumpur kerikilan:** Satuan sedimen ini terdapat secara lokal di bagian tenggara P. Merak, tersusun oleh lumpur (lanau + lempung)  $\pm 50\%$ , kerikil  $\pm 28,6\%$ , dan pasir  $\pm 21,3\%$ . Secara megaskopik sedimen ini berwarna abu-abu pucat (*olive gray* SY 5/2), terdiri dari campuran lumpur, kerikil dan pasir, terpilah sangat buruk, fraksi pasir dan kerikil didominasi oleh kuarsa, terdapat fragmen kuarsit berukuran kerikil- membundar tanggung, sedikit sekali mineral hitam, bentuk butir menyudut.

Secara keseluruhan, sedimen permukaan dasar laut di bagian timur P. Karimun Besar ini relatif homogen berupa endapan lanau dan lanau pasiran dimana komposisi fraksi lanau merupakan fraksi sedimen yang dominan sebagai penyusun sedimen tersebut, kecuali di perairan lepas/ pantai timur laut Tg. Rambut dimana terdapat daerah dangkal hingga kedalaman kurang dari 1 m yang merupakan morfologi gosong pasir bawah laut yang tersusun oleh endapan pasir sedikit kerikilan.

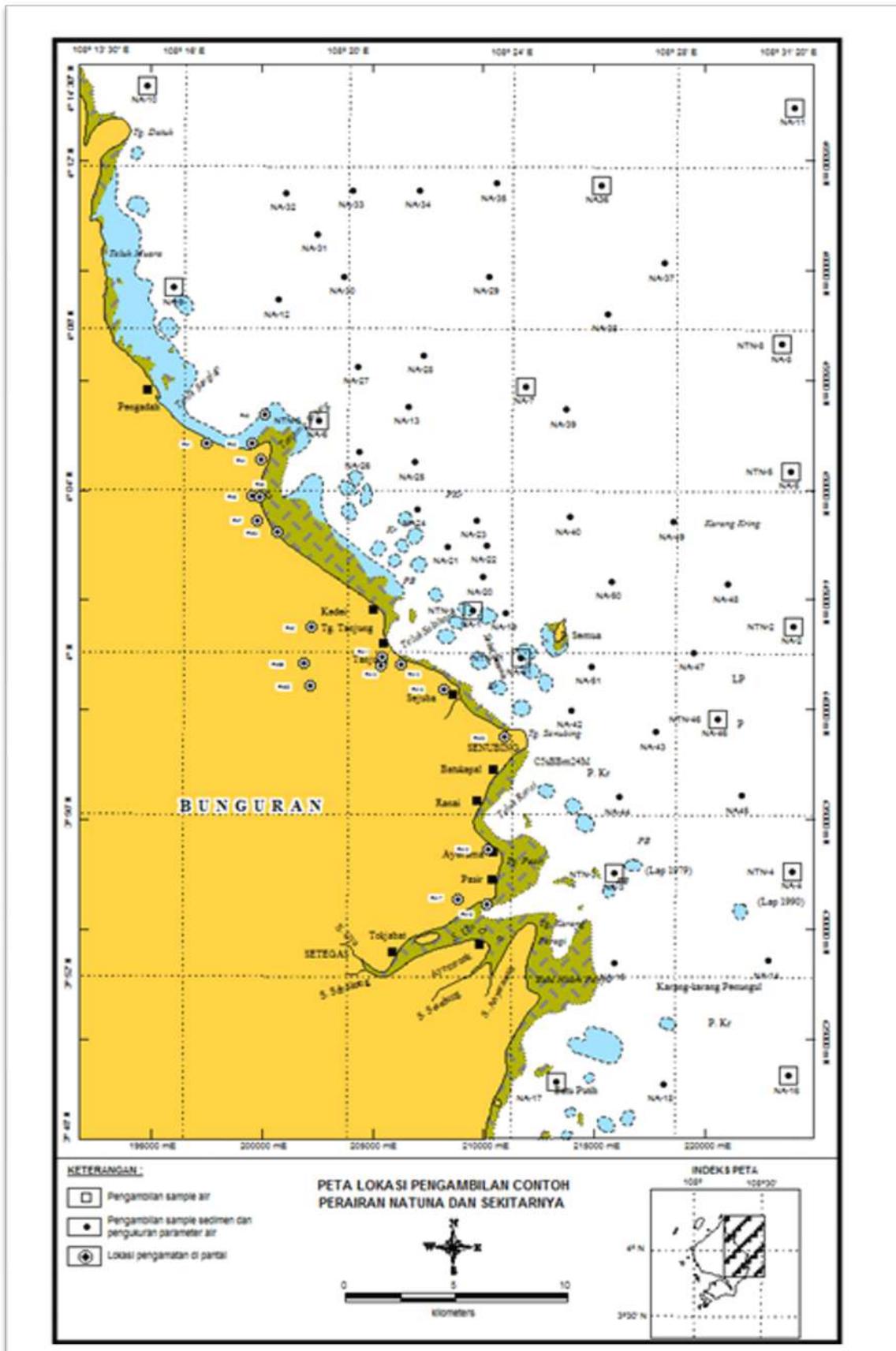
Lain halnya di bagian selatan pulau tersebut. yaitu di perairan Selat Gelam, sedimen permukaan dasar laut di perairan ini jauh lebih bervariasi, dimana fraksi pasir dan kerikil lebih banyak dijumpai, bahkan fraksi-fraksi sedimen tersebut setempat merupakan fraksi sedimen sebagai penyusun utama seperti dalam satuan pasir lumpuran sedikit kerikilan, pasir, pasir sedikit kerikilan, kerikil pasiran. Fraksi pasir dan kerikil dalam satuan-satuan sedimen tersebut didominasi oleh mineral kuarsa, terutama dalam satuan pasir, kerikil pasiran, dan kerikil, kandungan kuarsanya lebih dari 90%. Tingginya kandungan kuarsa dalam satuan-satuan sedimen tersebut merupakan potensi sumberdaya mineral yang bisa digali baik untuk bahan industri ataupun sebagai material konstruksi.

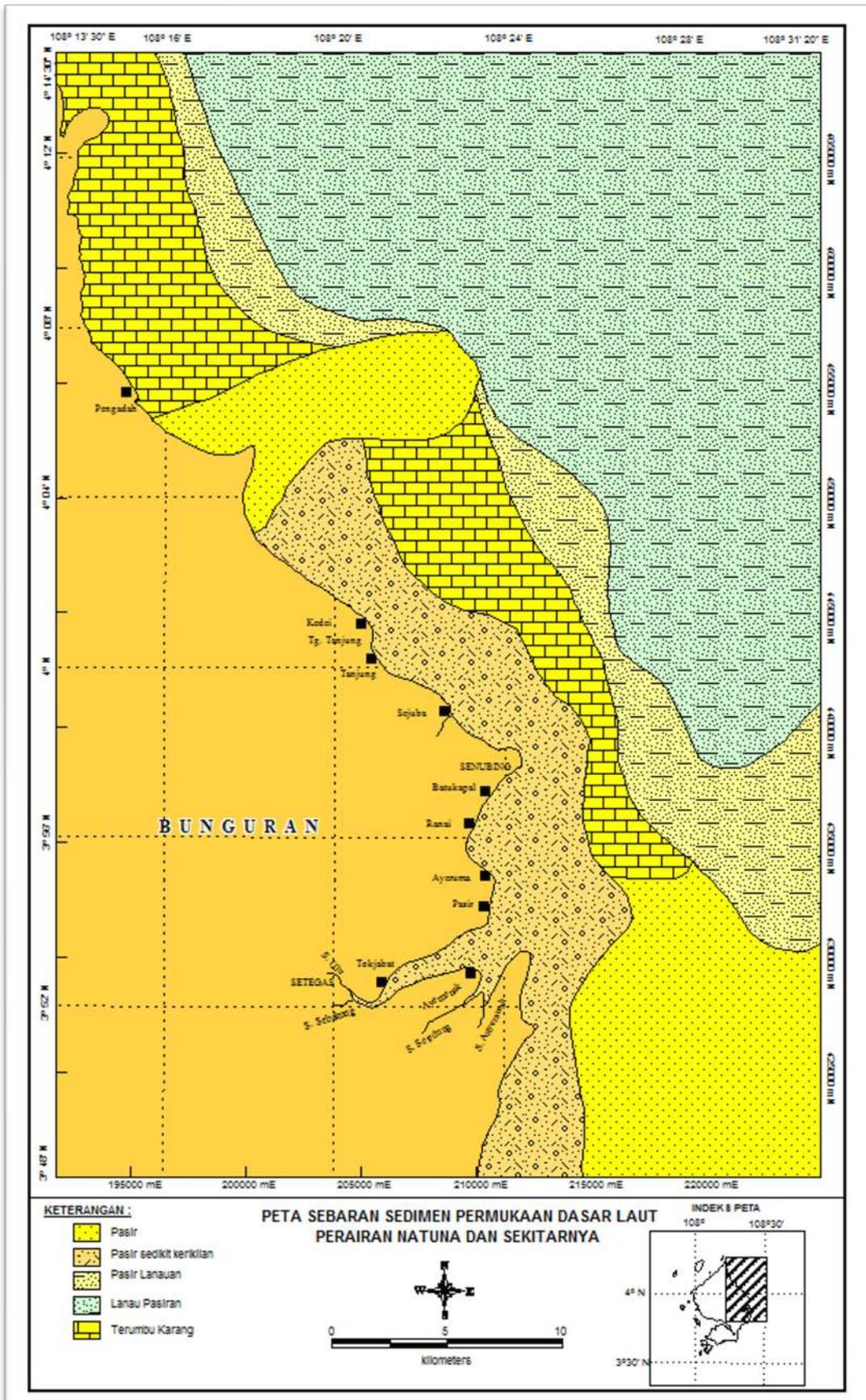


## 2.7 Sedimen Dasar Laut Perairan Natuna Besar

Sebaran sedimen di daerah penyelidikan ini pada kedalaman kurang dari 40 meter umumnya didominasi oleh sedimen dari fraksi kasar berupa pasir, pasir lanauan, pasir sedikit kerikilan dan terumbu karang beserta fragmen-fragmennya. Pada kedalaman lebih dari 40 meter fraksi halus berupa lanau mendominasi dan terdapat di utara daerah penyelidikan (tepatnya di timur Tanjung Datuk). Dengan demikian peta sebaran sedimen permukaan dasar laut di daerah penyelidikan terdiri dari : pasir, pasir sedikit kerikilan, pasir lanauan, dan lanau pasiran. Sampel sedimen hasil deskripsi besar butir selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan kesamaan ukuran besar butir yang selanjutnya diplot ke dalam peta untuk mendapatkan peta sebaran sedimen permukaan dasar laut (Gambar 2.12).

**Pasir.** Satuan pasir ini tersebar di bagian selatan daerah telitian dan timur Pengadah yang memanjang mengikuti bentuk tanjung yang merupakan bentuk dari garis pantainya pada kedalaman antara 30-50m serta di tenggara daerah penyelidikan. Hasil pemerian megaskopis terhadap satuan ini umumnya mempunyai warna abu-abu hingga abu-abu gelap, lunak, pemilahan sedang hingga baik, sedikit mengandung cangkang moluska, relatif homogen, di beberapa tempat terdapat lensa-lensa pasir dan cangkang dan sedikit fosil kayu. Hasil pemerian mikroskopis sayatan oles tipis (*smear slide*) memperlihatkan bahwa satuan ini mengandung material biogenik, non biogenik dan autigenik. Material biogenik yang dijumpai terdiri foraminifera dengan presentase 1-5%, fragmen gampingan 1-15% dan mikrit dengan presentase 30-75%. Material bukan biogenik terdiri dari lempung yang umumnya 30-50%, sedangkan untuk mineral kuarsa 5-30%, keberadaan mineral berat sangat jarang <1% dan Fe/Mn oksida umumnya jarang hanya 1-5%. Parameter statistik hasil analisis besar butir memperlihatkan bahwa endapan ini mempunyai nilai rata-rata besar butir 0,0-2,4 phi, sortasi 0,2-0,9, kurtosis 1,9-6.9 dan didapat nilai *skewness* -0,3 hingga 0,5. Satuan ini tersusun oleh fraksi pasir 100%.





**Pasir sedikit kerikilan.** Satuan sedimen ini mempunyai penyebaran di bagian tengah hingga selatan daerah penyelidikan dan relatif bersinggungan dan sejajar dengan garis pantai. Satuan ini terdapat pada kedalaman 10-20 meter. Secara megaskopis satuan ini mempunyai warna abu-abu hingga abu-abu tua, ukuran butir sangat halus hingga halus, pemilahan sedang hingga baik, banyak mengandung cangkang moluska, relatif homogen, di beberapa tempat terdapat lensa-lensa pasir kaya akan moluska.

Hasil pemerian mikroskopis sayatan oles tipis memperlihatkan material biogenik yang dijumpai terdiri foraminifera dengan persentase 1-15%, fragmen gampingan yang umumnya mempunyai presentase 1-30% dan mikrit dengan presentase 5-75%. Material bukan biogenik terdiri mineral kuarsa dengan persentase 1-75%. Untuk mineral berat keberadaannya jarang hanya 1- 5%. Dan untuk fragmen lempung pada umumnya mempunyai presentase 1-30%. Sedang untuk material autigenik hanya berupa dolomit dengan presentase 1-5%. Parameter statistik hasil analisis besar butir memperlihatkan bahwa endapan ini mempunyai nilai rata-rata besar butir 0,1-2,1 phi, sortasi 0,5-0,9, kurtosis 1,5-3,1, dan nilai *skewness* -0.4 - 0.3. Satuan ini tersusun oleh fraksi pasir di atas 90 % dan kerikil antara 3,3-10%.

**Pasir lanauan.** Satuan ini menempati bagian tengah di lokasi penyelidikan yang merupakan bagian batas dari satuan sedimen dengan fraksi kasar ke yang halus berupa satuan yang didominasi sedimen dari fraksi lanau. Satuan ini pada umumnya terdapat pada kedalaman 40 hingga 60 meter, dengan arah sebaran berarah barat laut-tenggara. Secara megaskopis satuan ini mempunyai warna abu-abu hingga abu-abu gelap, ukuran butir halus hingga sedang, bentuk butir menyudut tanggung sampai membundar, pemilahan sedang hingga baik, sedikit mengandung cangkang, relatif homogen. Hasil pemerian mikroskopis sayatan oles tipis memperlihatkan material biogenik yang dijumpai terdiri foraminifera dengan persentase 1-15%, fragmen gampingan yang umumnya mempunyai presentase 1-30% dan mikrit dengan presentase 5 - 50%. Material bukan biogenik terdiri mineral kuarsa dengan persentase 1-75%. Untuk mineral berat keberadaannya jarang hanya 1-5%. Dan untuk fragmen lempung pada umumnya mempunyai presentase 1-30%. Sedang untuk material autigenik hanya berupa dolomite dengan presentase 1-5%. Parameter statistik hasil analisis besar butir memperlihatkan bahwa endapan lanau pasiran sedikit kerikilan ini mempunyai nilai rata-rata besar butir



1,3-4,2 phi, sortasi 1,3-2,9, kurtosis 1,9-3,4, dan nilai *skewness* -0.8 - 0.8. Satuan ini tersusun oleh fraksi lanau berkisar antara 21,9-48 %, pasir antara 50-94 %.

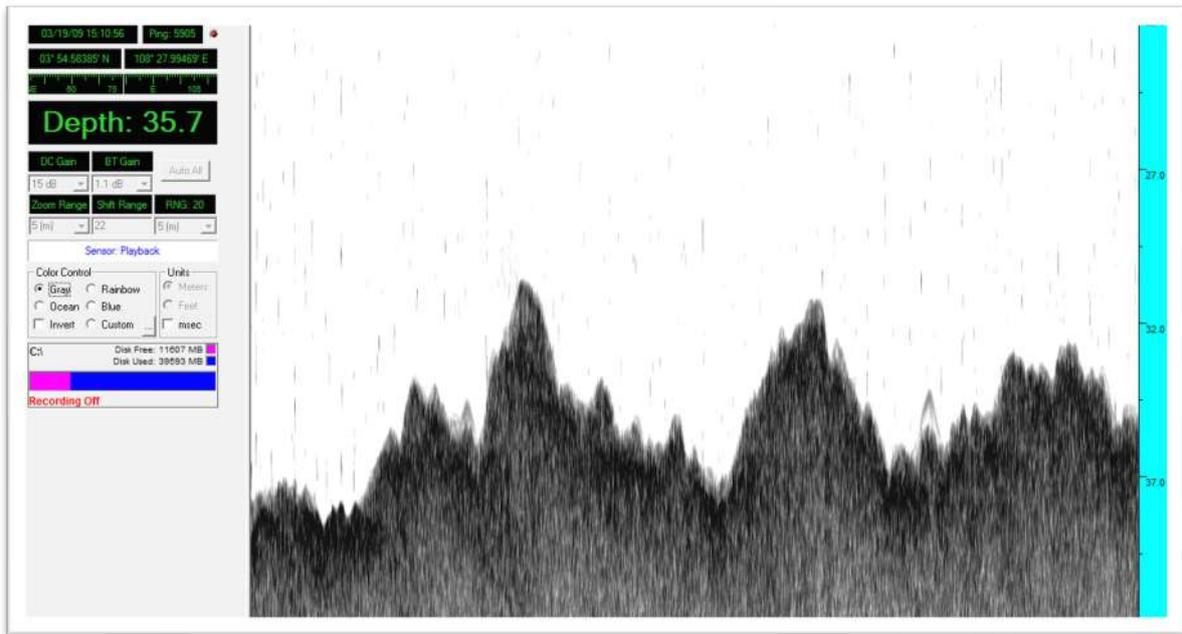
**Lanau pasiran.** Satuan Lanau Pasiran ini mempunyai penyebaran di bagian utara hingga timur laut daerah penyelidikan. Satuan ini merupakan satuan sedimen yang paling luas penyebarannya, hampir lebih dari 50 % daerah penyelidikan, satuan ini menempati penyebaran di utara dan timur laut dari lokasi penyelidikan dan terdapat pada kedalaman 40 hingga 76 meter. Secara megaskopis satuan ini mempunyai warna abu-abu hingga abu-abu tua, ukuran butir halus hingga kasar, pemilahan buruk hingga baik, banyak mengandung cangkang, homogen hingga tak homogen, di beberapa tempat terdapat lensa-lensa pasir kaya akan moluska. Hasil pemerian mikrokopis sayatan oles tipis memperlihatkan material biogenik yang dijumpai terdiri dari foraminifera dengan persentase 1-15%, fragmen gampingan yang umumnya mempunyai presentase 1-30% dan mikrit dengan presentase 1-30%. Material bukan biogenik terdiri mineral kuarsa dengan persentase 1-75%. Untuk mineral berat keberadaannya jarang hanya 1-5%. Parameter statistik hasil analisis besar butir memperlihatkan bahwa endapan pasir lanauan ini mempunyai nilai rata-rata besar butir 2,4-5,4 phi, sortasi 0,4-2,0, kurtosis 2,5-3,3, dan nilai *skewness* -0,1 - 0,4. Satuan ini tersusun oleh fraksi pasir berkisar antara 5-37,2 %, lanau antara 57,2 - 90,1 % %, dan lempung antara kurang dari 5,1%.

### **Kondisi Dasar Bawah Laut**

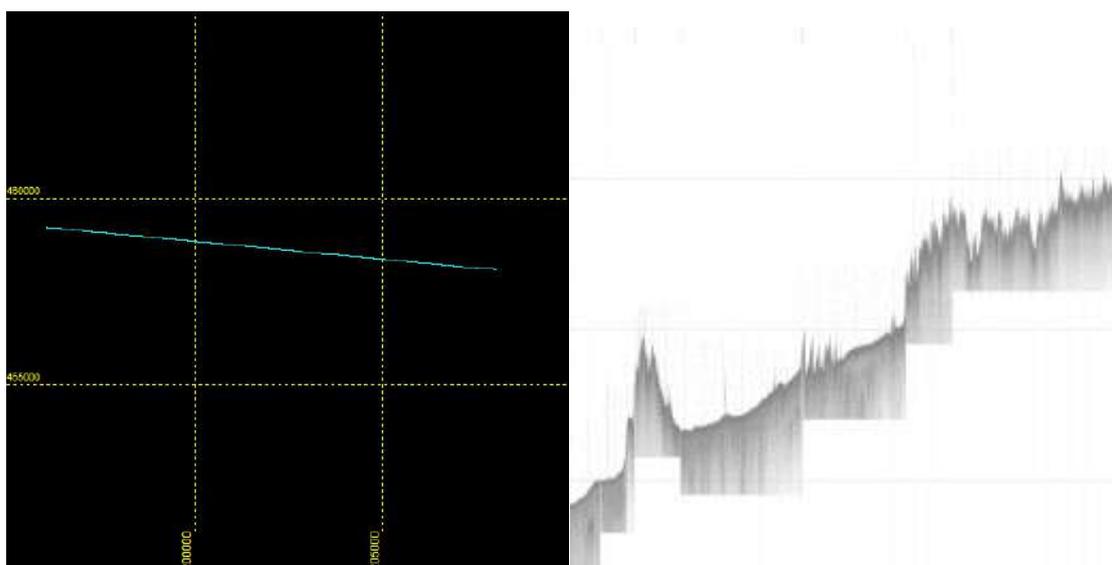
Panjang lintasan seismik sama dengan lintasan pemeruman sekitar 80 kilometer. Dari penampang seismik diperoleh beberapa pola reflektor, yaitu: *chaotic*, semi paralel dan pola yang berbentuk runcing. Pola *chaotic* menunjukkan batuan dasar laut perairan Pulau Nipah dan sekitarnya diperkirakan batuan metasedimen sama dengan batuan yang menyusun daratan.

Dalam lintasan umumnya tidak memperlihatkan pola reflektor berlapis perselingan batuan sedimen. Secara umum, perairan Natuna memiliki morfologi dasar laut yang berundulasi terlihat hampir diseluruh rekaman dengan didominasi oleh *built up reef* yang menyebar di seluruh lintasan daerah penyelidikan. Hasil rekaman *stratabox* seluruh lintasan menunjukkan kesamaan refleksi. Hal ini menunjukkan kondisi dasar perairan Natuna memiliki kesamaan material penyusunnya. Pola reflektor yang tegas dan homogen ke bawah dasarnya menunjukkan material penyusun batuan merupakan batuan keras dan

homogen. Indikasi proses sedimentasi kemungkinan tetap ada hanya saja relatif tipis dan bersumber dari terumbu karang disekitarnya saja (Gambar 2.12 dan 2.13). Kurangnya energi yang dipantulkan (dengan menggunakan *strata box*) di daerah penyelidikan menghasilkan kurangnya optimal dalam pengambilan data. Hal ini akibat dari ketebalan dari batuan dasar yang merupakan batuan dari Formasi Bunguran yang cukup tebal. Maka disarankan pada kegiatan selanjutnya di daerah penyelidikan disarankan menggunakan alat dengan source boomer atau sparker.



Gambar 2.12 Contoh Pola reflektor tegas dan homogen yang menunjukkan batuan keras dan homogen terekam dan mendominasi diseluruh lintasan.



Gambar 2.13 Lintasan Navigasi dan rekaman seismik lintasan 20090321150440 (arah rekaman seismik berlawanan dengan arah lintasannya)



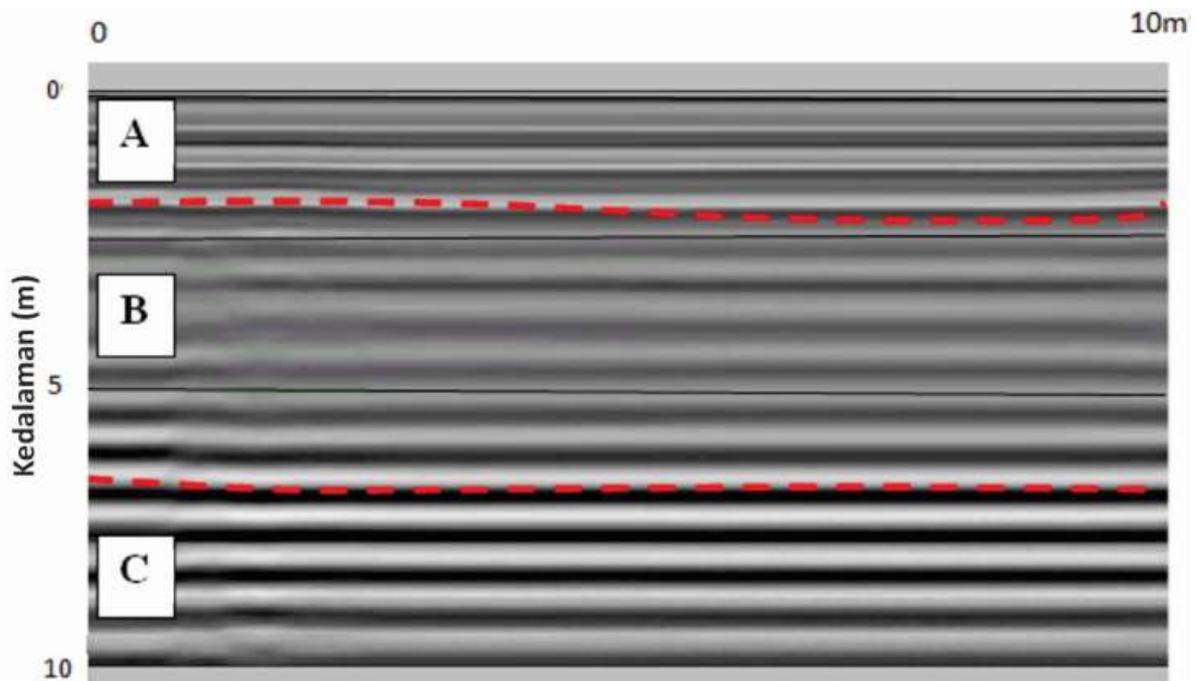
### Kondisi Bawah Permukaan Pantai

Berdasarkan hasil rekaman GEORADAR yang dilakukan pada lima lokasi dengan tiap lokasi lebih dari satu lintasan, di sekitar wilayah pantai, adapun lokasi tersebut berada di:

Pantai Cemaga, Pantai Sahi, Pantai Pring, Pantai Sepempang, dan Pantai Tanjung. Kondisi tanah dan batuan di sekitar daerah penyelidikan dilakukan interpretasi dari tiap lokasinya adalah sebagai berikut:

#### Rekaman Ground Probing Radar di Pantai Cemaga 0 – 10 m

Rekaman Ground Probing Radar (GPR) di pantai Cemaga telah dilakukan sepanjang 50 m dengan kedalaman penetrasi sekitar 10 meter (Gambar 2.14). Kondisi geologi bawah permukaan terdiri dari 3 sekuen yaitu sekuen A, B dan C. Sekuen A dicirikan oleh citra rekaman GPR *parallel*, medium amplitude, merupakan lapisan sedimen pasir, sekuen B amplitude lemah, *parallel* tidak menerus, merupakan lapisan pelapukan batuan sedimen sedangkan sekuen C amplitude kuat dan *parallel* yang menerus, merupakan batuan sedimen.

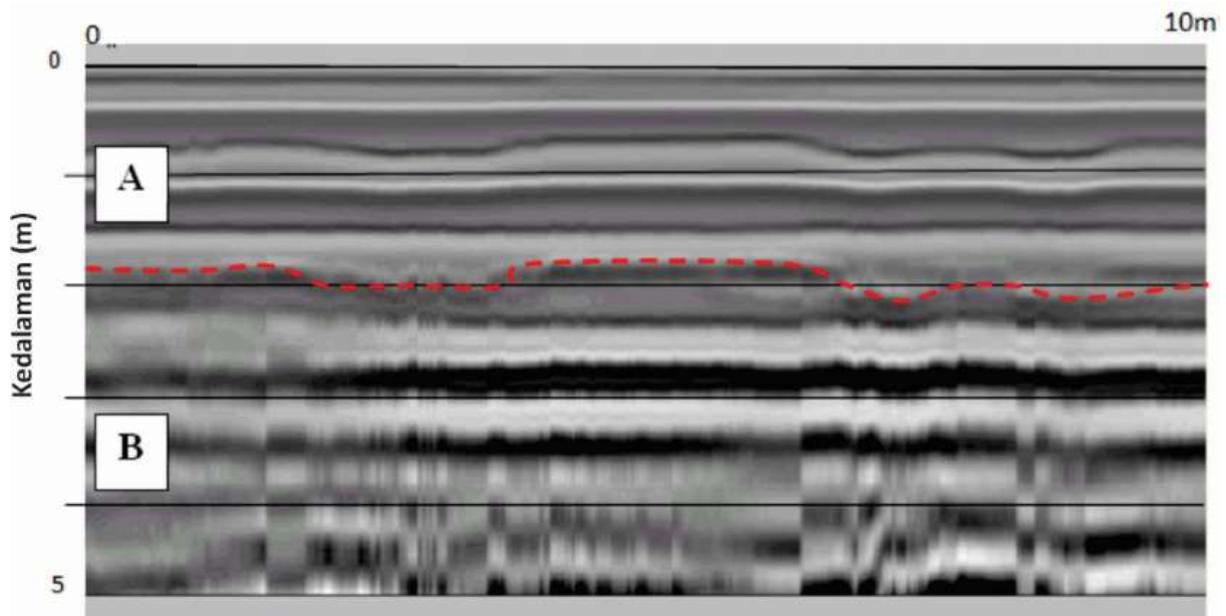


Gambar 2.14 Rekaman GPR di Pantai Cemaga

#### Rekaman Ground Probing Radar di Pantai Sahi 0 – 10 m



Rekaman Ground Probing Radar (GPR) di sekitar kawasan pantai Sahi telah dilakukan sepanjang 30 m dengan penetrasi sekitar 5 meter (Gambar 2.15). Citra rekaman GPR terdiri dari lapisan sekuen A dan B. Reflektor sekuen A terlihat *parallel* bergelombang dengan amplitude lemah sampai sedang yang merupakan sedimen pasir. Sekuen B dicirikan oleh reflektor *parallel*, amplitude kuat dan reflektor kuat yang kemungkinan merupakan batuan beku.

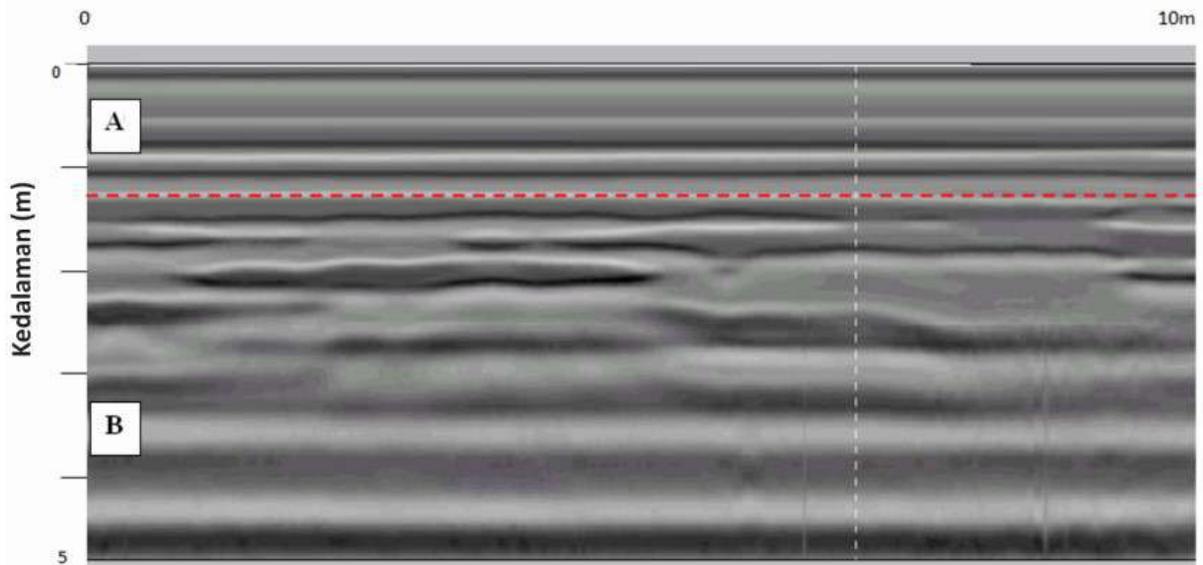


Gambar 2.15 Rekaman GPR di Pantai Sahi

#### Rekaman Ground Probing Radar di Pantai Pring 0 – 10 m

Perekaman data GPR di kawasan pantai Sahi telah dilakukan dengan jarak lebih kurang 50 m. Citra GPR dapat dibagi menjadi sekuen A dan B (Gambar 2.16). Sekuen A terdiri dari sedimen pasir yang dicirikan oleh citra reflektor *parallel*, menerus, amplitude tinggi. Di bawahnya sekuen B, *parallel* sampai *subparallel* dengan amplitude menengah. Kemungkinan sekuen B ini merupakan batuan sedimen.

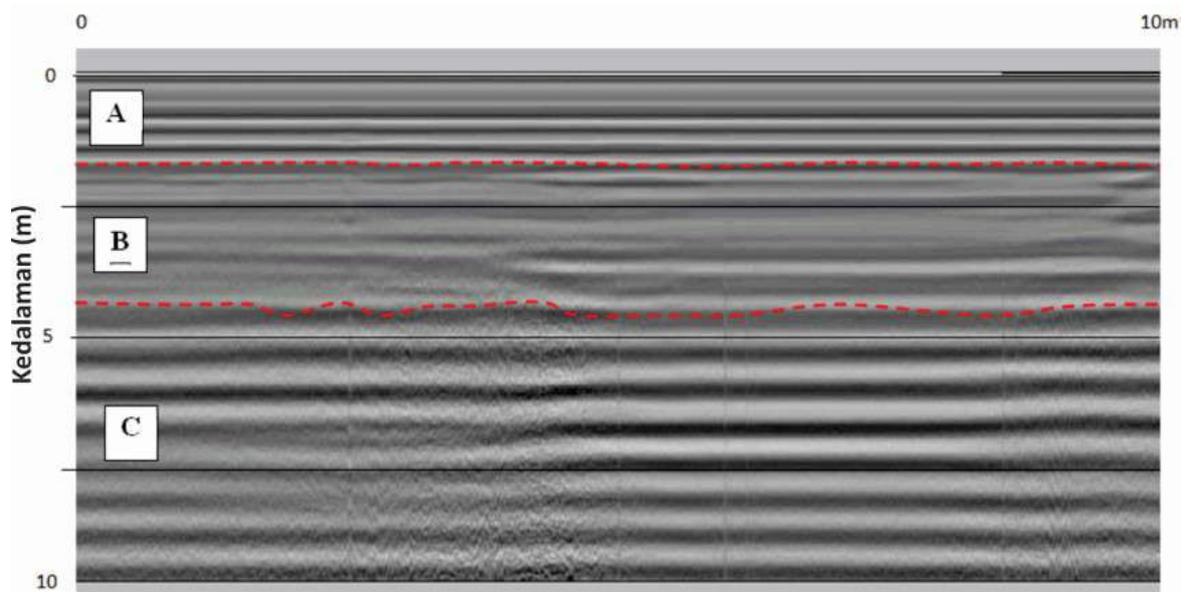




Gambar 2.16 Rekaman GPR di Pantai Pring

Rekaman Ground Probing Radar di Pantai Sepempang 0 – 10 m

Pencitraan GPR di kawasan Sepempang telah dilakukan sepanjang 40 m. Rekaman citra CPR terdiri dari sekuen A, B dan C (Gambar 2.17). Sekuen A merupakan tanah penutup dan pelapukan batuan beku dicirikan oleh reflektor paralel yang menerus, amplitude menengah. Sekuen B merupakan pelapukan batuan beku, mempunyai reflektor subparalel tidak menerus dan amplitude menengah. Sekuen C merupakan batuan beku dengan reflektor paralel sampai subparalel.

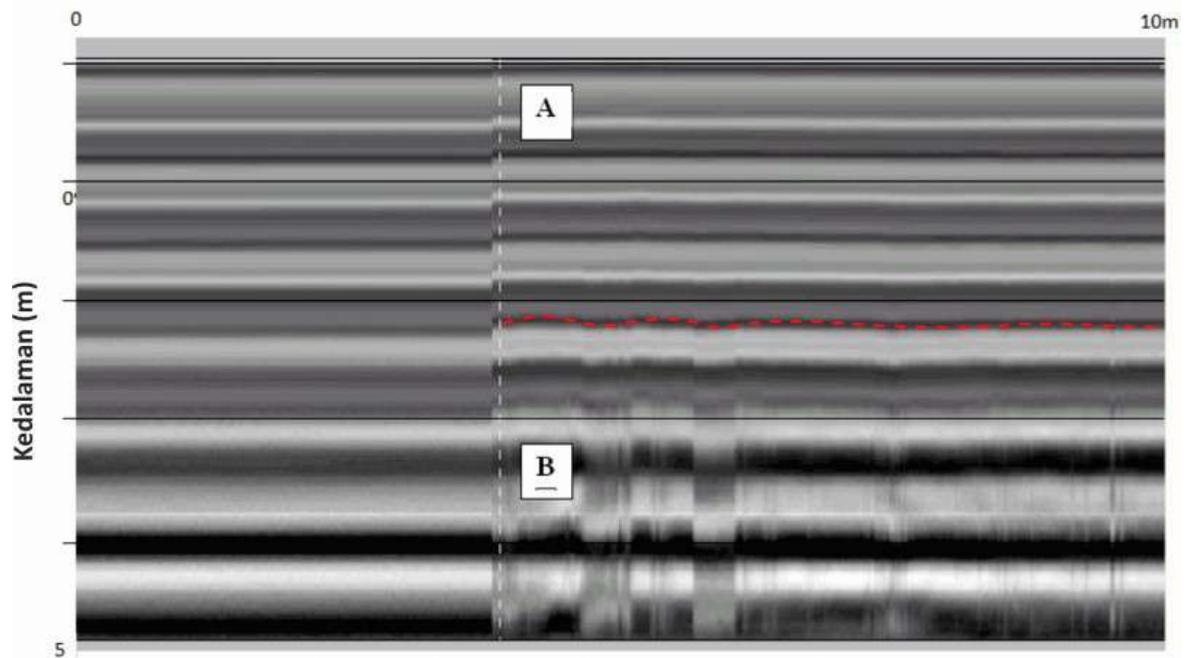


Gambar 2.17 Rekaman GPR di Pantai Sepempang

Rekaman Ground Probing Radar di Pantai Tanjung 0 – 10 m



Pencitraan GPR di sekitar pantai Tanjung dilaksanakan sepanjang 30 m memanjang pantai. Rekaman citra di kawasan pantai Tanjung terdiri dari sekuen A dan B. Sekuen A dicirikan oleh reflektor parallel dan menerus merupakan sedimen pasir. Di bawahnya merupakan sekuen B yang terdiri dari batuan beku.

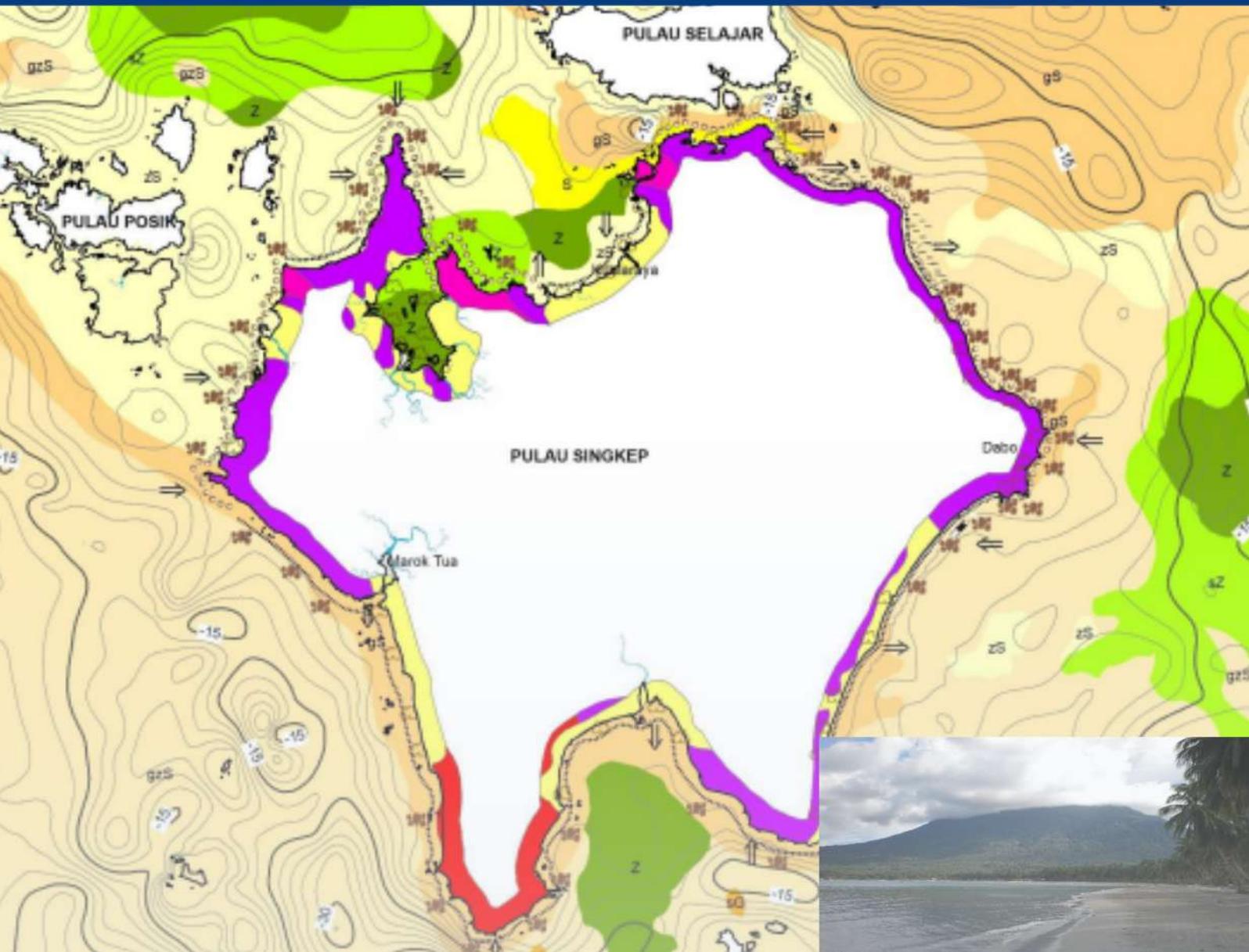


Gambar 2.18 Rekaman GPR di Pantai Tanjung



# BAB 3

## KARAKTERISTIK PANTAI PESISIR KEPULAUAN RIAU



## BAB 3 KARAKTERISTIK PANTAI PESISIR KEPULAUAN RIAU

Dalam bukunya, Pethick (1984) menyebutkan bahwa sedimen pantai berasal dari tiga sumber, yaitu erosi sungai, erosi pantai, erosi dasar laut dan pada kenyataannya justru sungai yang memberikan suplai yang relatif besar (kurang lebih 90%) terhadap pengangkutan sedimen yang terjadi di pantai. Konsentrasi sedimen terlarut pada saat bulan purnama lebih tinggi daripada pada saat bulan mati. Pada saat bulan purnama terjadi elevasi muka air yang lebih besar daripada pada saat bulan mati. Perbedaan elevasi permukaan akan menyebabkan pergerakan massa air dalam jumlah yang besar, yang akan mempengaruhi konsentrasi sedimen terlarut. Untuk mengetahui secara jelas tentang penyebab utama proses maju mundurnya garis pantai, dilakukan serangkaian penyelidikan dari segi oseanografi dan teknik pantai. Data yang diperoleh di lapangan tersebut diharapkan dapat membantu untuk menganalisa gejala perubahan garis pantai baik secara kuantitatif maupun kualitatif.

Tujuan dari pemetaan karakteristik pantai adalah untuk mengetahui berbagai jenis pantai berdasarkan parameter pengontrolnya seperti: litologi batuan dasar (geologi), relief pantai termasuk didalamnya besar lereng paras pantai dan lebarnya (morfologi), serta karakter garis pantainya (Dolan, drr., 1972).

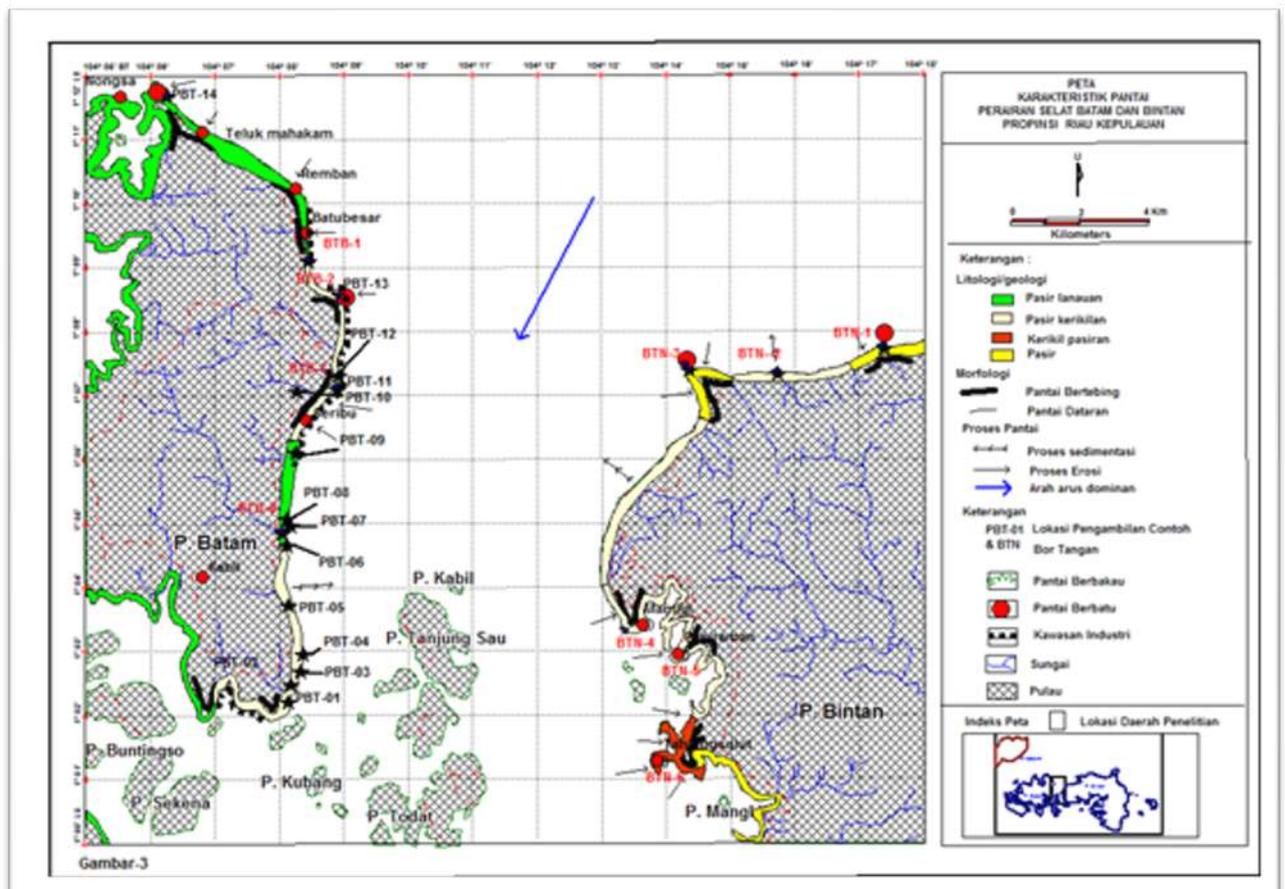
### 3.1 Karakteristik Pantai Batam Timur dan Bintan Barat

Berdasarkan hasil studi di lapangan dan pengklasifikasian kategori tipe pantai yang didasarkan pada klasifikasi Dolan (1975), variasi dari karakteristik pantai di daerah selidikan dapat diklasifikasikan ke dalam dua tipe pantai, yaitu:

Type I : tipe ini dapat dicirikan dengan singkapan granit dan endapan alluvial (*alluvial deposit*) berupa pasir, ke arah pantai granit sebagian tertutup oleh terumbu karang. Topografi umumnya mempunyai relief sedang sampai tinggi. Garis pantai sepanjang barat Pulau Batam dibangun oleh singkapan granit, dengan morfologi pantai bertebing (*beach cliff*) dan sebagian berupa pantai berbatu yaitu pada PBT-01, PBT-02, PBT-04, PBT-05, PBT-7, PBT-8, PBT-12, PBT-14, pasir pantai (*beach sand*), terumbu karang (*coral reef*) dan sedikit vegetasi (*cocunut plantation*). Daerah ini dikembangkan sebagian sebagai daerah pemukiman (*settlement*), industri (pabrik-pabrik), galangan kapal (pembuatan dermaga).



Type II : tipe ini dapat dicirikan dengan keterdapatannya yang sangat dominan dari seluruh daerah selidikan Pulau Batam. Dan Pesisir Pulau Bintan bagian selatan. Litologi didominasi oleh batupasir resistansi menengah dengan interkelasi batulempung dan endapan alluvial, ke arah garis pantai batupasir tertutup oleh terumbu karang (*coral reef*). Topografi dari garis pantai ini terutama mempunyai relief rendah sampai menengah. Pada garis pantai terdapat singkapan pedataran lumpur (*mud flat*) dan mangrove. Garis pantai ini dikembangkan sebagai pusat aktifitas urbanisasi (*built up areas*), dan pemukiman (*settlement*).



Gambar 3.1 Peta Karakteristik Pantai Batam Timur-Bintan Barat (Setiady, 2018)

Berdasarkan Peta Karakteristik pantai, arus yang bekerja di sekitar pantai Pulau Batam dan Pulau Bintan adalah akresi (sedimentasi), abrasi (erosi) dan arus sejajar pantai (*longshore current*). Sedimentasi umumnya terjadi di muara sungai dengan morfologi pantai datar dipengaruhi oleh arus sungai (*rip current*), sedangkan erosi terjadi pada morfologi perbukitan dipengaruhi gelombang arus dari laut (*mass transport*), sedangkan



arus sejajar pantai biasanya terjadi pada pantai relatif stabil, di mana arah gelombang tidak tegak lurus pantai, tetapi membentuk sudut.

Pada sedimen pantai ini telah diambil contoh pantai sebanyak 15 lokasi percontoh pantai yang terdiri dari 14 lokasi percontoh sedimen pantai (PBT) dari selatan ke utara di Pulau Batam dan 1 lokasi (BTN-4) di Pulau Bintan. Selain itu pengambilan percontoh pantai dilakukan dengan menggunakan bor tangan, untuk mengetahui kedalaman dari sedimen dalam hal ini untuk mengetahui jenis sedimen pantai di lokasi pemboran tangan (BTB) yaitu 4 lokasi di pantai P. Batam dan 3 lokasi (BTN-1, BTN-2 dan BTN-3)) di Pantai Pulau Bintan.

Pengambilan contoh sedimen pantai dengan menggunakan bor tangan *Hand Auger Eijelkamp* dan *hand specimen* di permukaan. Dari 4 lokasi data bor tangan sepanjang pantai P. Batam dan P. Bintan, dari hasil analisis besar butir terpilih dengan kedalaman yang diambil yang mewakili, didapatkan data sebagai berikut:

- BTB-1 kedalaman 0-120 cm adalah sedimen pasir kerikilan.
- BTB-2 kedalaman 0-60 cm adalah pasir kerikilan.
- BTB-3 kedalaman 0-40 cm adalah kerikil pasiran, kedalaman 40-100 cm pasir kerikilan, dan kedalaman 100-120 cm pasir
- BTB-4 kedalaman 0-120 cm adalah pasir lanauan, sedangkan 120-260 cm adalah lanau pasiran.
- BTN-1 kedalaman 0-60 cm adalah pasir 60-120 cm adalah kerikil pasiran.
- BTN-2 kedalaman 0-80 cm adalah kerikil pasiran.
- BTN-3 kedalaman 0-60 meter adalah sedimen pasir.

Dari data sedimen bor tangan tersebut dibuat korelasi peta karakteristik pantai Pulau Batam dan Pulau Bintan (Gambar 3.1) dan bor tangan (Gambar 3.4). Berdasarkan peta karakteristik pantai Pulau Batam jenis sedimennya yaitu pasir kerikilan, kerikil pasiran, pasir lanauan dan lanau pasiran, sedangkan di Pulau Bintan terdiri dari kerikil pasiran dan pasir.

### **Morfologi Pantai Pulau Batam dan Pulau Bintan**

Morfologi Pantai Pulau Batam Timur dan Pantai Bintan Barat merupakan daerah dengan bentang alam perbukitan memanjang, dengan arah relatif utara selatan, dan morfologi dataran.





Gambar 3.2 Satuan Perbukitan. Foto diambil dari Selat Batam ke arah Barat.

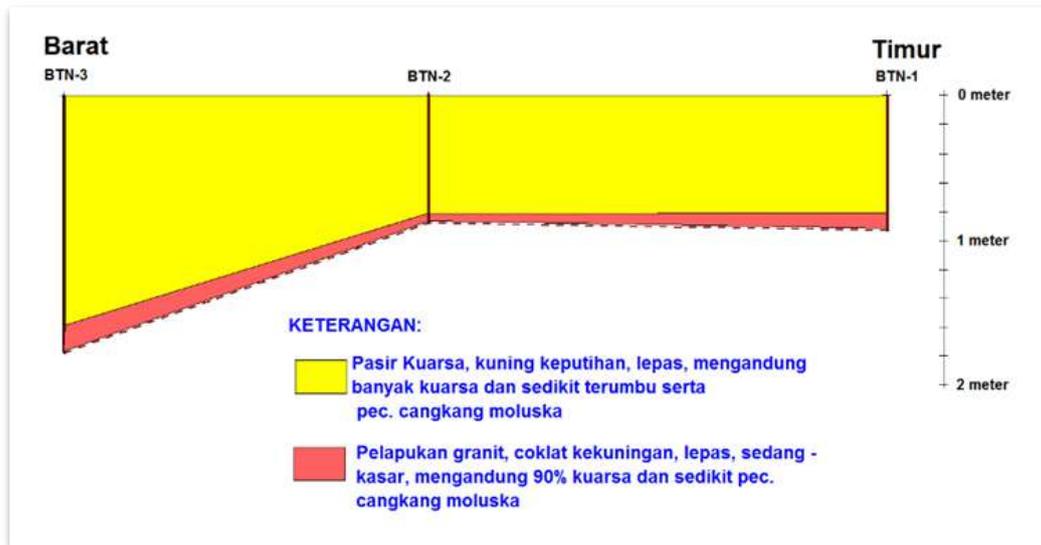


Gambar 3.3 Morfologi Dataran. Foto diambil di pantai Pulau Bintang sebelah utara

Morfologi perbukitan pantai terdapat di bagian selatan dan bagian utara Pulau Batam serta pulau-pulau di bagian selatan daerah selidikan, dengan ketinggian 30 m sampai 80 m di atas permukaan laut. Satuan ini dicirikan oleh pola kontur yang rapat, bentang alam berupa bukit - bukit terisolir dan punggung memanjang berarah utara-selatan yang terbentuk dari sisa erosi yang intensif dan perbedaan daya batuan, kemiringan lereng agak curam. Morfologi dataran terbentuk akibat proses erosi yang sangat intensif sehingga menghasilkan bentuk bentang alam yang datar atau hampir datar dengan kemiringan lereng  $0^{\circ}$  sampai  $2^{\circ}$ .

Litologi daerah ini tersusun oleh sedimen hasil proses pelapukan mekanik dan kimiawi, sehingga sedimen ini mudah sekali terbawa air hujan dan mengalir melalui sungai-sungai. Berdasarkan data bor tangan di 3 lokasi di Pulau Bintang ketebalan pasir kuarsa mencapai 1,8 meter, di bawahnya merupakan pelapukan granit (Gambar 3.4).

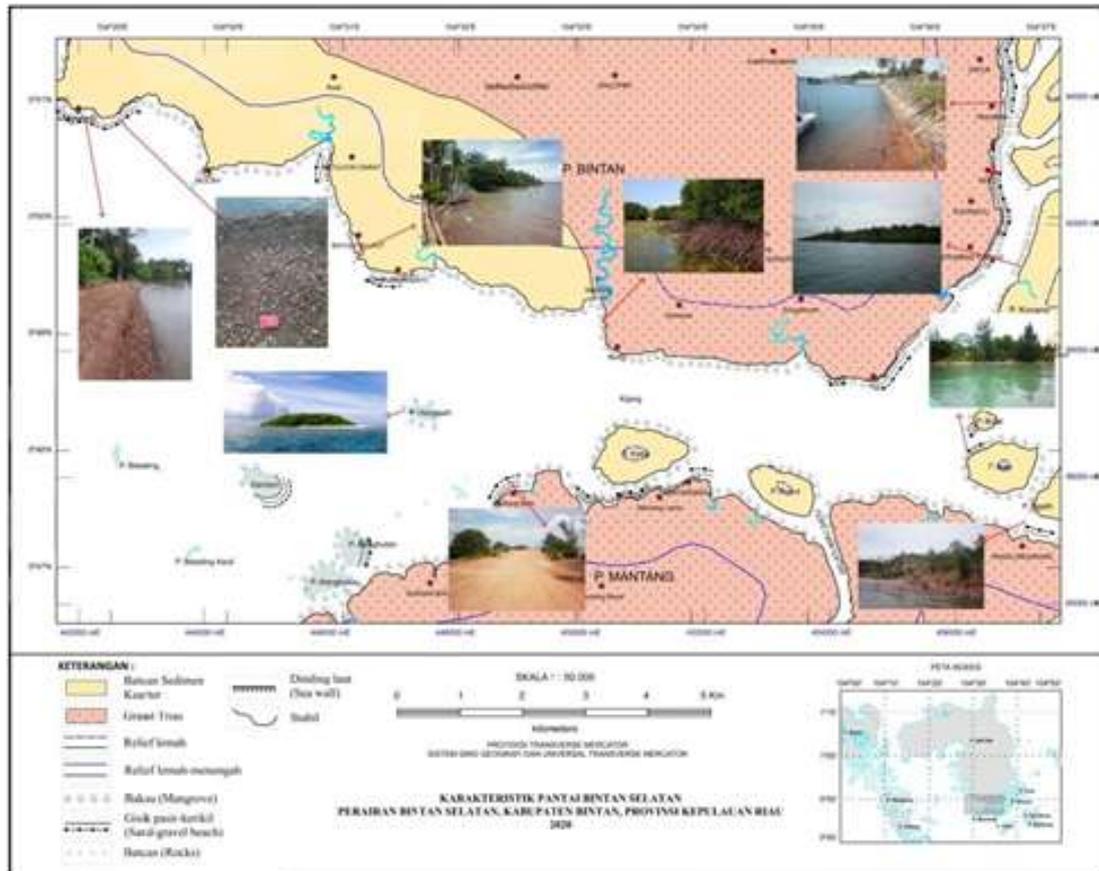




Gambar 3.4 Korelasi bor tangan di Pulau Bintan

### 3.2 Karakteristik Pantai Perairan Bintan Selatan

Berdasarkan kriteria Dolan dr. (1975), karakteristik pantai Bintan Selatan dan sekitarnya dapat dibedakan ke dalam dua jenis pantai meliputi pantai berpasir dan pantai berhutan bakau (Gambar 3.5).



Gambar 3.5 Peta Karakteristik Pantai Perairan Bintang Selatan

**Pantai Berpasir:**

Jenis pantai ini menempati sebagian kecil kawasan pantai di daerah penelitian, yaitu di daerah Pulau Ajab (Gambar 3.6), sebagian Pulau Siolong (Gambar 3.7), Bunut dan Kelayam pagi. Disamping itu dijumpai pantai berkerikil yang tidak begitu luas cakupannya dengan material sedimen berukuran kerikil sampai bongkah hasil oksidasi yang telah mengalami pelapukan, diduga mengandung bauksit. Sedimen pantai penyusun kawasan pantai ini berupa sedimen lepas berfraksi pasir dan batu pasir halus dari Formasi Goungon yang terkadang diselingi oleh material hasil oksidasi yang telah mengalami pelapukan berukuran kerikil-bongkah. Kenampakan pasir secara megaskopis berwarna dominan putih, terkadang sedikit putih keabuan, berukuran butir halus sampai sedang, komposisi mineral penyusunnya berupa kuarsa, feldspar, mineral hitam dan fragmen pecahan terumbu karang berukuran halus, bentuk butir menyudut tanggung sampai membundar tanggung, terpilah sedang-baik.



Gambar 3.6 Pantai berpasir di Pulau Ajab



Gambar 3.7 Pantai berpasir di Pulau Siolong

Material pasir ini diperkirakan berasal dari hasil pelapukan batuan granitik dan terumbu karang sebagai sedimen organik di perairan Bintang Selatan. Sedangkan sedimen penyusun pantai lainnya berupa material hasil oksidasi berwarna merah yang telah mengalami pelapukan berukuran dari kerikil sampai bongkah, kemungkinan mengandung bauksit.

Bentang alam bagian darat (*coastal land*) kawasan pantai ini berupa perbukitan landai dengan relief lemah. Karakter garis pantainya sebagian besar berupa pantai berpasir ataupun berkerikil yang memiliki kemiringan lereng landai berkisar  $2^{\circ}$  sampai  $5^{\circ}$ , lebar paras pantai berkisar 5-10 meter. Kondisi karakteristik pantai yang demikian menyebabkan pantai di Bintang Selatan, Kabupaten Bintang Timur, khususnya bagian utara berkembang sebagai kawasan wisata pantai seperti di daerah pantai Batu Licin dan sekitarnya. Vegetasinya berupa pohon kelapa, cemara, perdu dan tumbuhan laut lainnya (Gambar 3.8).

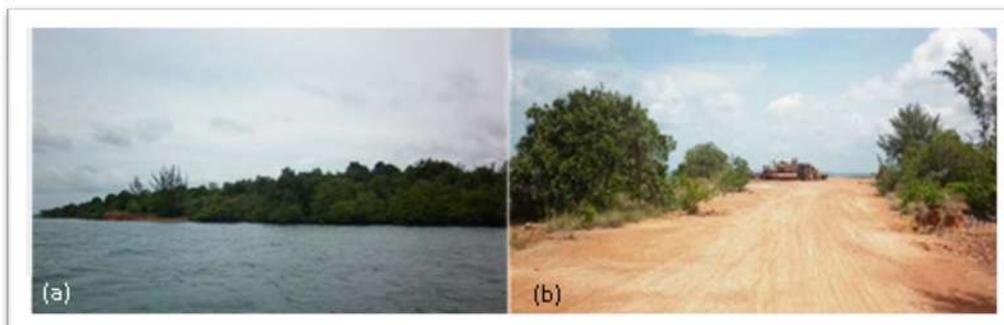




Gambar 3.8 Pantai berpasir di daerah Batu Licin yang dimanfaatkan sebagai kawasan wisata

#### **Pantai Berhutan Bakau:**

Karakteristik pantai berhutan bakau menempati sebagian besar dari daerah penelitian, dimulai dari kawasan pantai bagian selatan, yaitu Pulau Mantang Besar ke arah timur (Pulau Siolong), Pulau Alang Bakau, Pulau Alang Hutan, Pulau Kekip, Pulau Bunut, Pulau Bulat dan daerah pantai-pantai yang terlindung dari aktivitas gelombang besar dan pasang surut yang kuat. Sedimen pantai yang menyusun kawasan ini berupa batuan dari Formasi Goungon dan endapan lumpur yang berasal dari sungai-sungai kecil daratan sekitarnya.

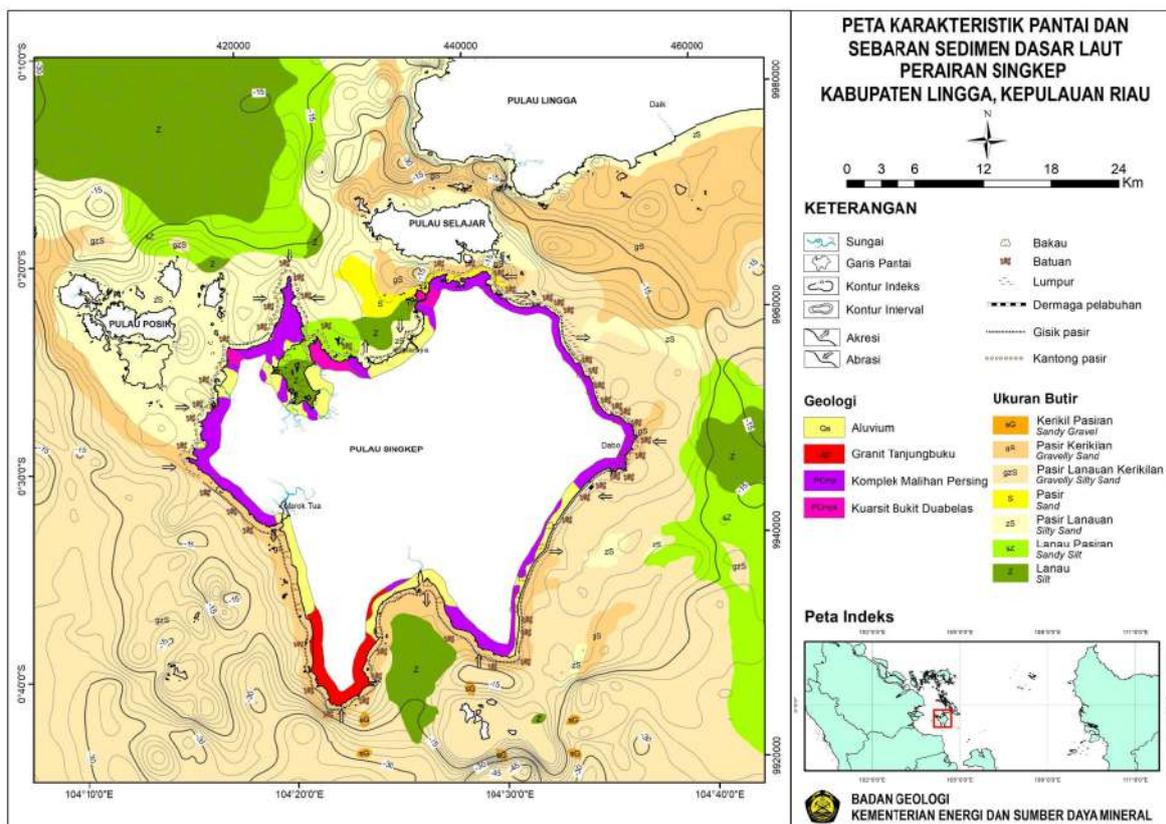


Gambar 3.9 Pantai berbakau di sebelah barat Pulau Koyang dengan tumbuhan bakau dan cemara, (b) Pantai berbakau di daerah Mantang Baru yang dimanfaatkan penduduk sebagai areal pertambangan bauksit

Bentang alam darat (*coastal land*) kawasan pantai ini umumnya berupa perbukitan bergelombang dengan relief sedang. Karakter garis pantainya berupa pantai yang tertutup oleh tumbuhan bakau (*mangrove*) dengan proses dominan fluvial dan pertumbuhan *mangrove*, dimanfaatkan penduduk sebagai pusat aktivitas urbanisasi (*built up areas*), permukiman, industri (pabrik-pabrik), galangan kapal (pembuatan dermaga) dan pertambangan bauksit dan sirtu (Gambar 3.9 a dan b). Vegetasi yang dijumpai berupa tumbuhan *mangrove* yang cukup tebal dengan jenis *Rhizophora mucronata*. Sedangkan vegetasi lainnya adalah pohon karet, pohon kelapa, pakis laut, pandan laut.

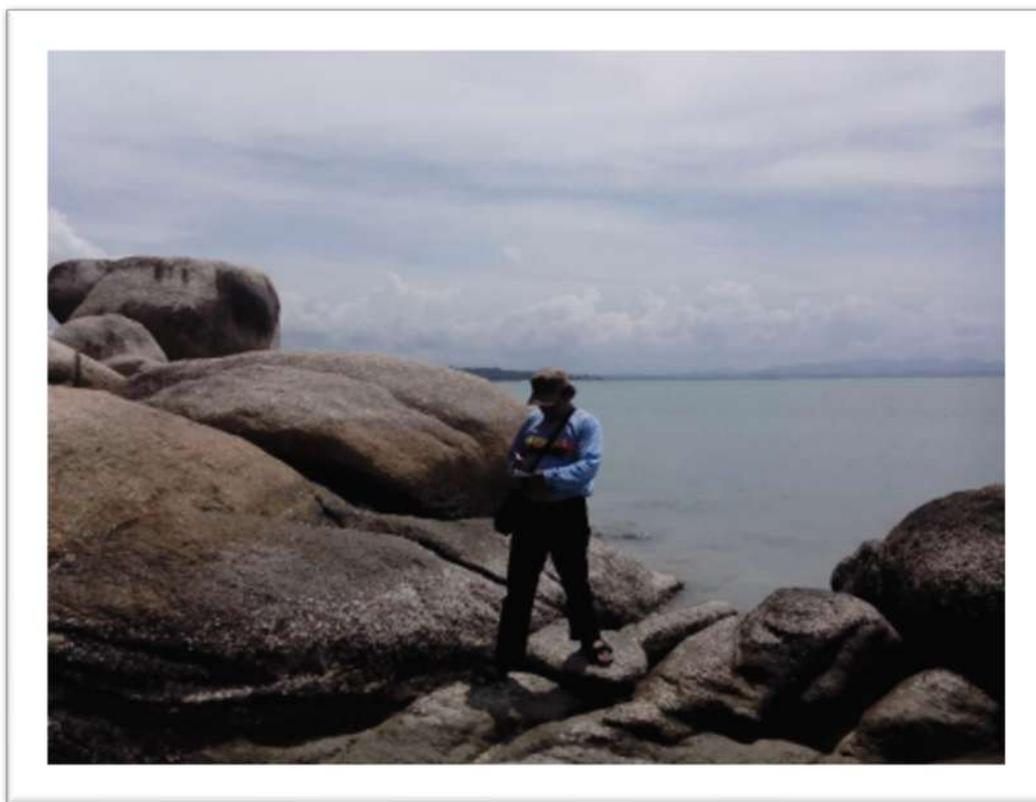
### 3.3 Karakteristik Pantai Perairan Singkep

Kawasan pesisir Pulau Singkep dapat diklasifikasikan dalam empat tipe pantai yaitu tipe pantai berbatu, pantai berpasir (*sand beach*), pantai berkantong pasir (*pocket beach*), dan pantai berbakau (Gambar 3.10). Litologi penyusun Pulau Singkep didominasi oleh Komplek Malihan Persing yang terdiri dari batuan malihan derajat rendah, yaitu filit dan sekis dengan perselingan kuarsit dan batusabak.



Gambar 3.10 Peta Karakteristik Pantai dan Sebaran Sedimen Dasar Laut Perairan Singkep

Tipe pantai berbatu dijumpai secara setempat-setempat (Gambar 3.11), umumnya hadir pada daerah tanjung, seperti: Tanjung Perpat, Tanjung Napau dan Tanjung Buku, serta dijumpai pula pada sisi yang mengapit bentuk pantai yang berkantong (*pocket beach*) seperti nampak di Pantai Porok, Panggak, dan Pantai Kruwing. Selain itu pantai berbatu juga dijumpai di bagian timur (Dabo), dan di barat laut dari Pulau Singkep. Komponen penyusun batuan umumnya merupakan bagian dari Satuan Komplek Malihan Persing dan Satuan Granit Tanjung Buku (sisi selatan daerah telitian) yang tersusun oleh granit yang telah mengalami ubahan dan deformasi. Secara umum pantai berbatu memperlihatkan kemiringan paras pantai (*beach face*)  $5^{\circ}$ - $15^{\circ}$  bahkan lebih dari  $15^{\circ}$ , karena litologinya merupakan batuan yang resisten terhadap hempasan gelombang, terpaan angin, dan proses pelapukan lainnya, sehingga kondisi pantainya umumnya berupa pantai stabil.



Gambar 3.11 Tipe pantai berbatu di Pantai Napau, Singkep selatan

Tipe pantai berpasir merupakan kawasan pantai dengan bentang alam landai yang dijumpai di bagian timur, yaitu di Pantai Todak dan sekitarnya, barat daya (Maroktua dan Genting), serta di utara (Teluk Raya) (Gambar 3.12). Pantai umumnya berwarna putih hingga kuning keruh dengan material yang didominasi oleh kuarsa, berukuran relatif

seragam (halus-sedang), bersifat lepas, dan pada beberapa pantai juga disusun oleh kuarsit.



Gambar 3.12 Pantai berpasir saat mendekati pasang dan surut air laut di Pantai Lanjut, Singkep Timur (Akrom, 2016)

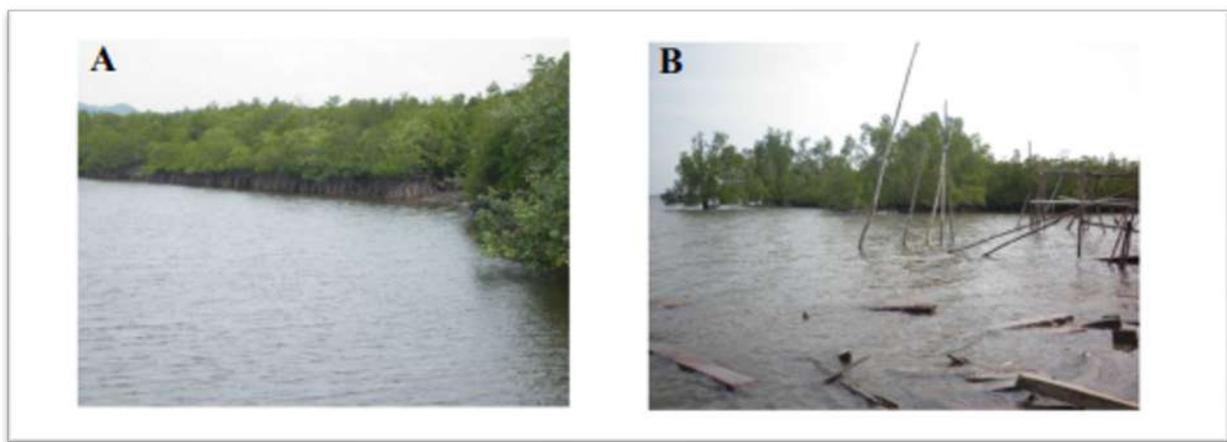
Tipe pantai berkantong pasir (*pocket beach*) terdapat di bagian timur dan barat laut Pulau Singkep. Tipologi pantai ini di lapangan memiliki karakteristik garis pantai campuran/heterogen yang kurang jelas dominasinya, sehingga menyulitkan untuk dibedakan. Namun demikian diambil ciri khasnya, yaitu keberadaan kantong pasir. Dikatakan pantai berkantong pasir oleh karena keberadaan pasirnya relatif tidak begitu luas, menempati tanjung berbentuk cembung dan celah sempit teluk berbentuk cekung yang tersebar cukup merata diantara singkapan batuan, baik Komplek Malihan Persing maupun Kuarsit Bukit Duabelas.

Pantai berkantong pasir umumnya disusun oleh batuan Komplek Malihan Persing dan sebagian Kuarsit Bukit Duabelas yang berdaya tahan tinggi, menempati morfologi pedataran pantai sampai lereng perbukitan bertebing berrelief menengah dengan proses dominan marin. Hamparan bongkah kuarsit diduga akibat proses marin berupa abrasi. Hal tersebut karena saat surut air laut akan tampak kantong pasir mengisi celah/tepihan ratahan singkapan batuan malihan dan bongkah-bongkah kuarsit yang permukaannya relatif kasar. Rataan batuan ini diduga terbentuk oleh agitasi gelombang yang sekaligus menunjukkan jejak tinggi muka laut pada saat abrasi batuan tersebut berlangsung. Secara kumulatif proses abrasi tetap lebih aktif dengan dijumpainya ratahan batuan malihan hasil



erosi sebagai jejak garis pantai sebelumnya dan tercabutnya sebagian akar-akar pohon kelapa.

Tipe pantai berbakau dapat dijumpai terutama pada Teluk Sekanak, Teluk Raya, dan Teluk Baruk, muara Sungai Maroktua, dan muara Sungai Labuh. Material penyusun pantai berbakau umumnya merupakan bagian dari satuan aluvial berupa pasir halus, lanau dan pasir kerikilan berwarna putih keabuan dan tidak terkonsolidasi. Komponen pasir umumnya terdiri dari kuarsa, litik dan pecahan cangkang. Daya tahan pantai terhadap hempasan gelombang sangat rendah, sehingga rentan terhadap proses abrasi. Secara umum pantai berbakau memperlihatkan kemiringan paras pantai (*beach face*)  $< 5^\circ$  dengan lebar pantai 5-12 meter (Gambar 3.13).



Gambar 3.13 Pantai berhutan bakau muda di Pantai Langkap (A) dan Pantai Berhutan bakau lama (B)

### 3.4 Karakteristik Pantai Natuna

Pantai timur Pulau Natuna / Bunguran Besar dan sekitarnya merupakan bagian pulau terbesar yang terletak di bagian utara dari kepulauan Natuna. Pantai timur Pulau Bunguran besar tersusun atas tiga formasi batuan yaitu: (1) Formasi Pengadah yang tersebar di bagian utara hingga tengah daerah telitian, (2) Formasi Bunguran yang menempati wilayah tengah ke arah selatan. Formasi tersebut diintrusi oleh (3) satuan batugranit Ranai. Batholit batugranit yang sangat luas muncul ke permukaan membentuk Gunung Ranai dengan bentuk morfologi yang curam dengan tonjolan bongkahan-bongkahan batugranit yang tersingkap di puncak Gunung Ranai dan menerus hingga sebagian kawasan pantai timur Pulau Bunguran Besar, bongkahan-bongkahan tersebut membentuk morfologi pantai landai berbatu dan pantai curam berbatu.

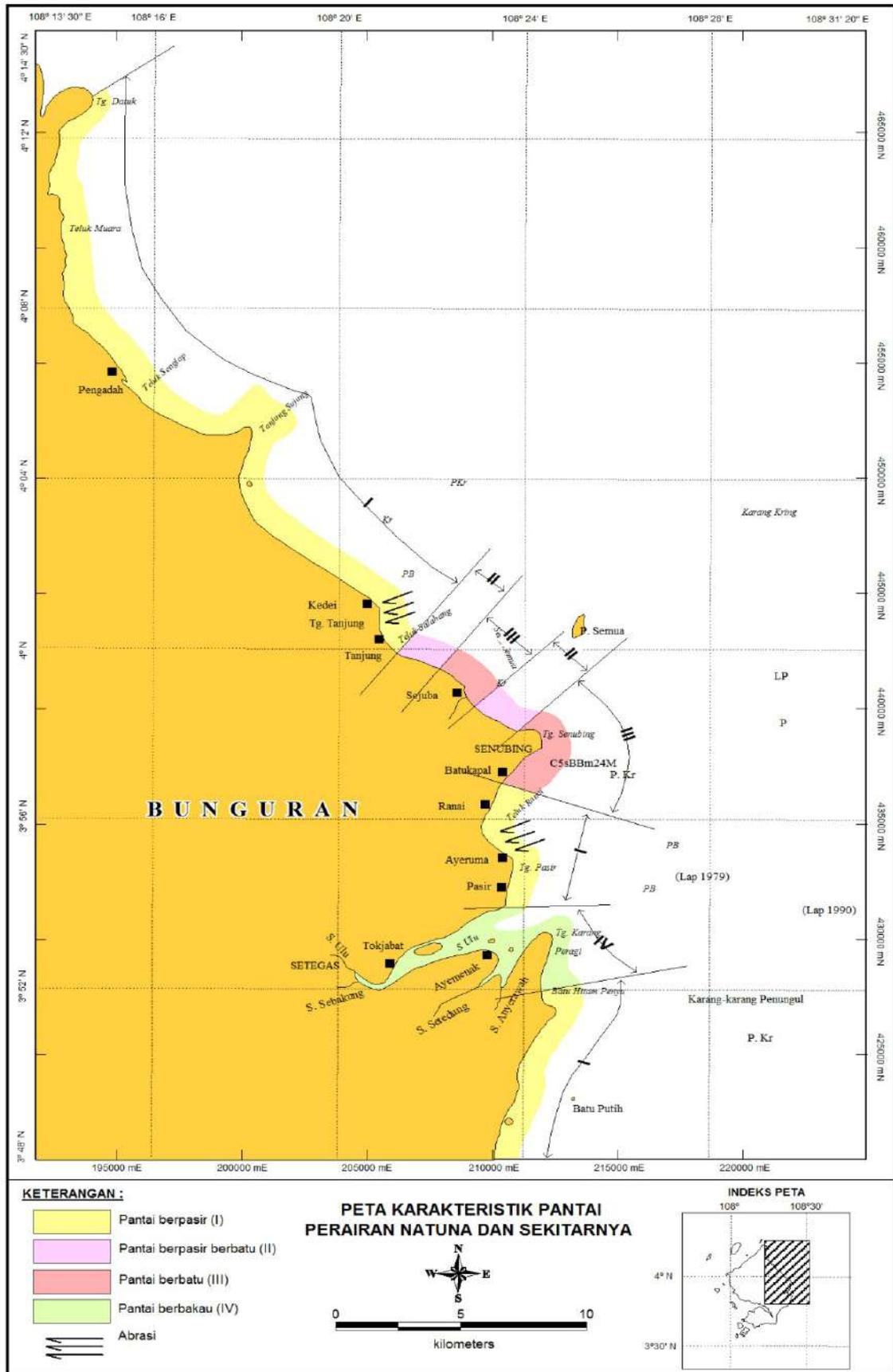
Formasi Bunguran yang tersingkap di kawasan selatan daerah telitian merupakan endapan batuan sedimen lingkungan laut dalam yang tersusun atas perselingan batulanau malih, tuf dan rijang. Batulanau berwarna putih kekuningan hingga kemerahan, sangat kompak dan keras, terkadang disisipi dengan batupair halus. Tuf berwarna putih hingga kelabu, di beberapa tempat tampak kemerahan yang pada umumnya sangat kompak, berselingan dengan rijang sebagai ciri endapan laut dalam yang mengandung radiolaria. Rijang berwarna putih kelabu dan coklat kemerahan, sangat keras, beberapa singkapan menunjukkan urat-urat silika berwarna putih susu dan sebagian transparan, berlapis baik setebal 5 hingga 6 cm.

Satuan Granit Ranai adalah batugranit batholit yang tersingkap sangat besar membentuk gunung Ranai yang menjulang tinggi hingga puncaknya mencapai ketinggian kurang lebih 700 meter di atas muka laut. Batugranit tersebut berwarna putih kotor sangat keras dan kasar, tekstur porfiritik, holokristalin mengandung kuarsa, ortoklas, plagioklas, biotit berwarna hitam dan lembaran-lembaran muskovit transparan. Umur batugranit ini adalah *Late Cretaceous* atau dengan menggunakan pentarikhan K-Ar menunjukkan satuan batugranit tersebut terbentuk pada  $71.56 \pm 0.32$  juta tahun lalu. Satuan Batugranit Ranai ini ditafsirkan sebagai betuan intrusi tetapi tidak dijumpai sentuhan metamorfosa dengan batuan di sekitarnya.

Formasi Pengadah merupakan endapan sedimen sungai (*fluviatil*) dengan ketebalan mencapai 300 meter yang tersusun atas konglomerat, batupasir dan batulanau. Konglomerat berwarna putih kotor dan keras, terdiri atas beraneka bahan, endapan sedimen parit sebagai masa dasar yang terpilah buruk dengan komponen kuarsa, rijang, batulempung malih dan terkadang batuanbeku. Batupasir berwarna putih kecoklatan terkadang sedikit kelabu, keras dan butiran terpilah sedang hingga baik, bersifat karbonan menunjukkan struktur gelembur gelombang dan terkadang silangsiur. Batulanau berwarna kelabu muda dan agak keras, membentuk perlapisan yang sejajar dan terkadang tersingkap sebagai sisipan.

Karakteristik pantai timur Pulau Bunguran Besar didominasi oleh pantai berpasir dan sebagian pantai barpasir berbatu, berbatu serta berbakau (Gambar 3.14). Kawasan pesisir dari Teluk Sengiap di batas daerah telitian bagian utara hingga pesisir Desa Cemaga batas daerah telitian bagian selatan tersebar sangat luas pantai berpasir yang landai, hanya di beberapa kawasan pesisir saja yang memiliki tipe pantai berbatu dan berbakau.





Gambar 3.14 Peta Karakteristik Pantai Natuna (Astjario dan Setiady, 2010)

**Pantai Berpasir (tipe pantai I)**, karakter tipe pantai ini menempati kawasan pesisir yang sangat luas di daerah telitian, dari bagian utara hingga selatan. Pantai berpasir yang landai, bersudut antara  $3^{\circ}$ - $5^{\circ}$ , tersusun atas kuarsa dan rombakan cangkang biota laut dengan pemilahan baik hingga sedang, tidak kompak (*unconsolidated*). Persentase kuarsa dominan akan memberikan warna lebih putih pada sebaran material pasir, sementara material pasir akan berwarna kekuningan jika didominasi oleh rombakan cangkang biota laut. Pada umumnya kawasan pantai landai tersebut dijadikan kawasan wisata bahari oleh masyarakat maupun pemerintah daerah.



Gambar 3.15 Kawasan Pantai Sengiap yang terdapat di daerah telitian bagian utara, di klasifikasikan sebagai pantai berpasir (tipe pantai I).

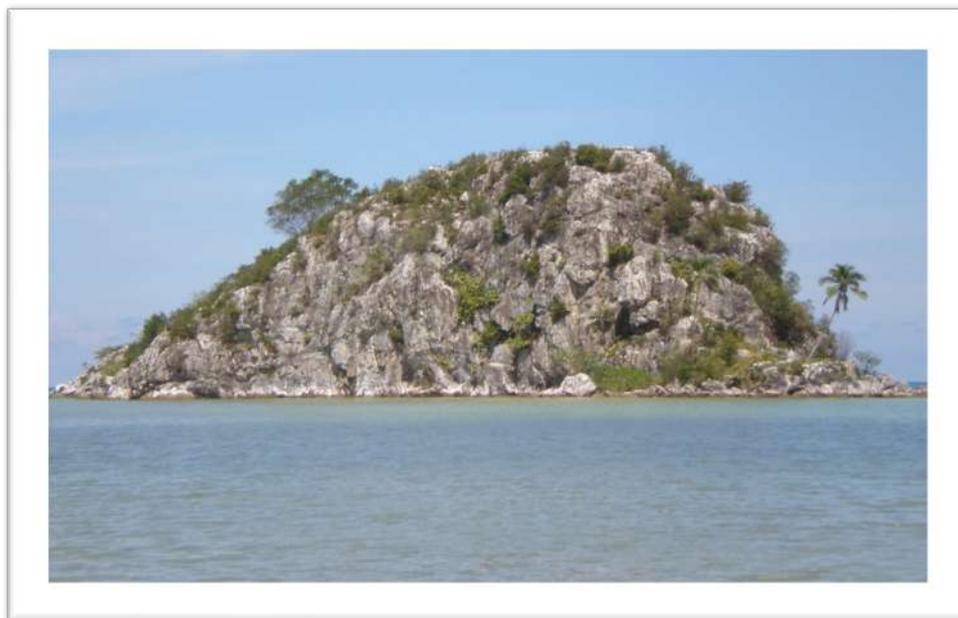
Kawasan Pantai Sengiap memiliki energi gelombang yang sangat kuat dan tinggi, khususnya jika musim angin utara yang terjadi pada bulan Desember hingga Maret. Teluk Sengiap berpotensi sebagai kawasan wisata bahari khususnya bagi peselancar. Dasar laut teluk Sengiap terdiri dari pasir berukuran halus hingga sedang, tidak ditemukan terumbu karang dikawasan ini.

Muara sungai di Pantai Sengiap yang cenderung mengarah ke utara memberikan gambaran bahwa arus sejajar garis pantai mengarah ke utara. Searah dengan aliran air sungai yang tertuang ke laut ditemukan beberapa sebaran kerakal berukuran antara 10 hingga 20 cm yang terdiri atas rombakan material batuan konglomerat dasar yang berasal



dari Formasi Pengadah. Sementara Sungai Sengiap sendiri merupakan sungai *intermittent* yang merupakan sungai yang landai dan terpengaruh oleh aktivitas pasang surut.

Kawasan Pantai Karangsahi adalah pantai berpasir berwarna kekuningan, sebagian merupakan lahan tutupan vegetasi cemara dan sedikit bakau. Pada garis pantai ini tersingkap batu konglomerat yang merupakan konglomerat dasar dari Formasi Pengadah. Jarak kurang lebih 300 hingga 400 meter, di depan kawasan Pantai Karangsahi, adalah Pulau Karangsahi yang memiliki morfologi curam dan tinggi hingga mencapai ketinggian kurang lebih 100 meter di atas muka laut (Gambar 3.16). Pulau ini tersusun oleh batugamping kristalin, kompak, berwarna putih keabuan, tampak kekar-kekar (*fractures*) yang menjulur dari atas ke bawah terisi mineral kalsit dan di beberapa tempat menunjukkan perlapisan dengan ketebalan antara 5 – 10 cm. Di tepi-tepi pulau ini berserakan rombakan batugamping berukuran bongkah, dengan ukuran berkisar 50 cm hingga 3 meter. Batugamping terumbu yang telah mengalami rekristalisasi dan merupakan sisipan pada Formasi Pengadah.



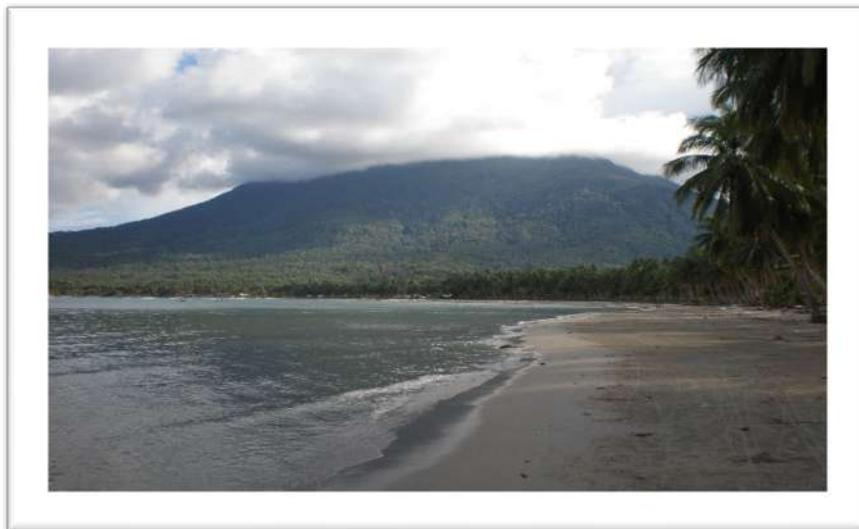
Gambar 3.16 Pulau Karangsahi yang terletak di depan pantai berpasir daerah Karangsahi, menyingkapkan batugamping kristalin (Astjario dan Setiady, 2010)

Karakter Pantai Karangsahi hingga pantai teluk Tanjung merupakan pantai berpasir berwarna kekuningan, berbutir halus hingga sedang. Dasar laut ditempati silih berganti dari material pasir dan terumbu karang. Pada Pantai Tanjung yang landai dan berbentuk



teluk yang sangat luas tersusun dari pasir lepas berwarna putih kekuningan karena mengandung banyak silika. Kawasan pantai ini mengalami abrasi oleh aktivitas gelombang yang terjadi pada musim angin utara. Walaupun demikian kawasan pantai ini merupakan kawasan wisata bagi masyarakat kota Ranai dan sekitarnya.

Pantai di kawasan kota Ranai, khususnya di dekat jalan menuju ke bandara udara mengalami abrasi yang sangat kuat. Dari hasil pengamatan lapangan abrasi yang terjadi pada musim angin utara di kawasan ini dapat mengerosi garis pantai hingga 4 - 6 meter dalam kurun waktu satu tahun. Dinding penangkal gelombang dibangun oleh pihak pemerintah daerah bekerjasama dengan AURI guna mengurangi kecepatan erosi garis pantai di kawasan ini di masa mendatang.

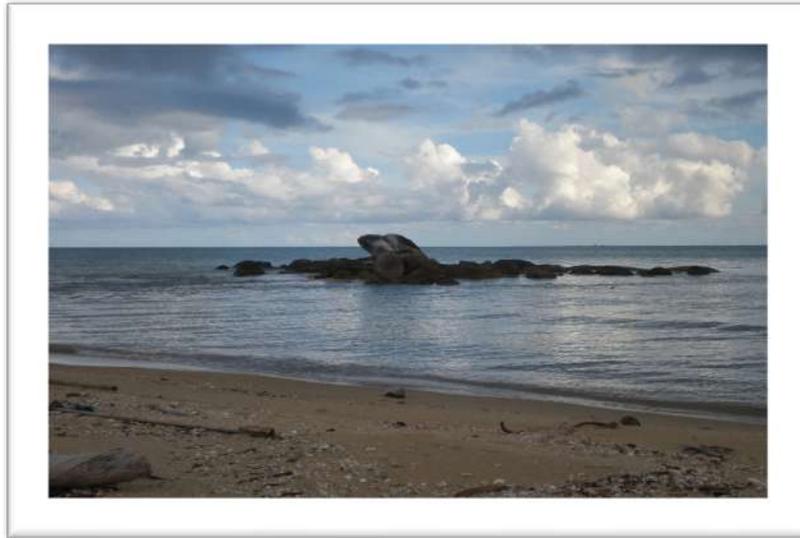


Gambar 3.17 Pantai berpasir di kawasan wisata pantai Sujung yang terletak disebelah utara kota Ranai (Astjario dan Setiady, 2010)

Kawasan pesisir di selatan dermaga hingga pantai Desa Cemaga tersusun oleh pantai berpasir berwarna kekuningan karena material rombakan cangkang biota laut lebih dominan, berukuran halus hingga sedang. Pada muara sungai material pantai bercampur antara pasir dan cangkang biota laut yang utuh, berukuran 0,5 - 1 cm. Pantai Cemaga di manfaatkan mesyarakat sebagai perkebunan kelapa dan pemukiman.

**Pantai Berpasir Berbatu (tipe pantai II)**, karakter pantai tipe II sebarannya tidak luas, pantai ini hanya merupakan transisi dari pantai berpasir dan tonjolan-tonjolan batholit batugranit. Kawasan pesisir di sebelah selatan Pantai Sujung mulai tersingkap bongkah-bongkah batugranit dari darat hingga kawasan pasang surut, kurang lebih 100 meter dari garis pantai, yang tersebar secara acak (Gambar 3.18).





Gambar 3.18 Pantai berpasir berbatu (tipe pantai II), garis pantainya tersusun dari pasir halus hingga sedang tetapi tersingkap pula bongkah-bongkah batugranit (Astjario dan Setiady, 2010)

Kawasan pantai ini adalah pantai berpasir yang hampir 70% tersusun oleh material silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang merupakan hasil rombakan dari batugranit, berwarna keputihan berukuran butir kasar hingga sedang. Bongkah-bongkah batugranit tersingkap dari kaki Gunung Ranai hingga daerah perairan Desa Ceruk membentuk pantai landai dengan tonjolan-tonjolan batugranit yang dapat diklasifikasikan sebagai pantai berpasir berbatu.

Pada kawasan pantai sebelah selatan dermaga nelayan di Desa Sejuba, tampak tipe pantai ini tersingkap kembali diantara pantai berbatu di Pantai Sampelan dan Pantai Senubing yang curam. Pantai ini memiliki pantai berpasir yang tersusun atas pasir halus hingga sedang, berwarna kekuningan dijadikan masyarakat sebagai perkebunan kelapa.

**Pantai Berbatu (tipe pantai III)**, tipe pantai berbatu sebarannya cukup luas dan mudah untuk dikenali. Batas utara dari kota Ranai telah menyingkapkan bongkah-bongkah batugranit yang berukuran sangat besar, ditafsirkan hingga lebih dari 10 meter diameternya, membentuk morfologi pantai yang terjal serta curam. Pada kawasan Pantai Senubing, pantai berbatu ini membentuk tebing yang tinggi dan pada puncak bukitnya berdiri mercusuar sebagai alat petunjuk pantai bagi nelayan atau kapal asing yang melintas di kawasan tersebut. Dasar laut dari Pantai Senobeng ini tersebar terumbu karang yang cukup luas dan belum terganggu.

Bongkah batugranit yang menyusun tebing Pantai Senubing yang sangat curam berwarna putih dengan fragmen kasar (Gambar 3.19). Mineral biotit berwarna hitam dan lembaran-



lembaran mika berwarna putih transparan merupakan ciri khas dari mineral penyusun batugranit tersebut dan terkadang ortoklas dengan warna kemerahan memiliki ukuran kristal yang besar serta kasar juga ditemukan.



Gambar 3.19 Kawasan pantai Senubing yang curam tersusun dari bongkahan batugamping. Kawasan ini berpotensi dijadikan kawasan wisata pantai (Astjario dan Setiady, 2010)

Di Desa Sampelan pantai berbatu tersebar cukup luas memiliki morfologi pantai yang landai. Pada garis pantai ini banyak bongkahan-bongkahan batugranit yang saling tumpang tindih. Bongkahan-bongkahan tersebut berdiameter kurang lebih 5 – 10 meter tersebar dari kaki Gunung Ranai menerus hingga ke laut (Gambar 3.20). Tipe pantai ini sangat menarik dan berpotensi untuk dikembangkan kawasan wisata bahari. Terumbu karang dengan beragam jenisnya berkembang dengan baik di kawasan pantai ini dan memiliki daya tarik tersendiri untuk melakukan penyelaman.



Gambar 3.20 Kawasan pantai tipe pantai III yang tersusun dari bongkahan-bongkahan batugranit berukuran besar.

**Pantai Berbakau (tipe pantai IV)**, tipe pantai IV ini tersebar sangat terbatas. Bentuk morfologi yang landai dan merupakan kawasan pantai genangan karena bentuknya yang menjorok ke arah darat sebagai muara Sungai Uju, Sebakung, Setedung dan Anyerawah. Tipe pantai ini dilandasi oleh lumpur yang sangat tebal maka aktivitas pasang surut di kawasan pantai ini tampak jelas. Saat air laut surut kawasan ini menjadi daratan yang sangat luas dan lunak, tetapi saat air laut pasang kawasan pantai ini merupakan daerah genangan hingga jauh ke darat (rawa-rawa).

Pantai ini ditumbuhi oleh tumbuhan bakau jenis *Rhizophora Stylosa*. Tumbuhan bakau ini memiliki akar bercabang di atas permukaan air, berdaun lebar, berwarna hijau dan pada bagian belakangnya berwarna hijau muda. Bakau jenis ini dapat mencapai ketinggian 20 meter atau lebih, tumbuh di pesisir dan gosong pasir, karena tumbuhan bakau ini membutuhkan salinitas air laut yang tinggi. Akar bercabang pada tumbuhan ini berfungsi sebagai jebakan material sedimen serta tempat pemijahan ikan (Gambar 3.21).



Gambar 3.21 Pantai berbakau (tipe pantai IV) yang terdiri dari jenis *Rhizophora Stylosa*

Kawasan pantai ini pada bagian tepi muaranya dijadikan dermaga kapal bertonase besar tempat bersandarnya kapal-kapal dangang mengangkut berbagai bahan kebutuhan pokok. Pada saat pasang naik kapal-kapal kayu nelayan berukuran besar yang mengalami kerusakan dibawa masuk jauh ke daerah genangan untuk diperbaiki. Pembuatan jalan

baru yang melingkar dari kota Ranai barat (Desa Tokjabat) menuju Desa Penagih dengan cara menimbun tepian kawasan genangan dan memusnahkan sebagian hutan bakau dengan cara membakar. Hal tersebut dilakukan guna memberikan jalan alternatif bagi penyebaran kiriman barang-barang kebutuhan pokok dari dermaga ke daerah-daerah lain selain kota Ranai.

Sebelah dermaga terdapat Desa Penagih yang merupakan desa yang terdiri dari berbagai etnis dengan rumah-rumah kayu yang berada di atas laut (desa terapung). Desa Penagih adalah desa tempat tinggal penduduk dengan matapencaharian sebagai nelayan dan pedagang. Keberadaan desa pengaduh dapat mengancam kelestarian tumbuhan bakau di sekitar muara karena berbagai kepentingan. Penebangan tumbuhan bakau tak terhindarkan untuk kebutuhan kayu bakar, pembuatan jalan baru dan galangan guna perbaikan kapal-kapal kayu yang rusak. Sebaran hutan bakau di kawasan pantai timur pulau Bunguran besar cukup luas tetapi pembasmian tumbuhan tersebut dilakukan masyarakat guna alih fungsi lahan untuk perkebunan kelapa. Angin utara yang sangat kuat yang menerpa kawasan pantai timur Pulau Bunguran besar pada setiap bulan Desember hingga Maret dapat mengakibatkan erosi garis pantai yang sangat kuat. Hal tersebut dapat ditangkal dengan tumbuhan bakau yang tumbuh di kawasan pesisir, tetapi masyarakat lebih mengutamakan perkebunan kelapa untuk menopang kebutuhan hidupnya.

Pulau Senoa yang merupakan salah satu pulau terluar wilayah Indonesia menyingkapkan Formasi Bunguran yang sudah mengalami perlipatan sangat kuat, bahkan terkesan adanya sesar-sesar yang berkembang hingga mengoyak-ngoyak Formasi Bunguran ini menjadi beberapa segmen dengan kemiringan yang carut-marut (Gambar 3.22). Banyak di jumpai kekar-kekar yang terisi mineral silika di antara batuan yang berlapis. Diduga singkapan tersebut merupakan salangseling tufa dan rijang yang kompak dan keras berwarna putih kelabu hingga kehitaman karena sudah termetamorfosa.





Gambar 3.22 Pantai utara pulau Senoa yang menyingkapkan Formasi Bunguran dengan tebing yang sangat curam (Astjario dan Setiady, 2010)

Dapat dimengerti jika untuk mengukur ketebalan Formasi Bunguran ini sangat sulit karena telah mengalami deformasi berulang kali serta beragam orientasi struktur yang berkembang. Walaupun secara stratigrafi Formasi Bunguran bersentuhan langsung dengan batholit granit Ranai tetapi tidak dijumpai kontak yang jelas di antara keduanya. Hampir seluruh karakter pantai di pulau ini terdiri dari pantai bertebing curam yang tersusun dari batuan sedimen yang telah termalihkan. Hanya pada bagian selatan dari pulau ini yang tersusun dari pantai berpasir dengan morfologi landai (Gambar 3.23).



Gambar 3.23 Pantai selatan Pulau Senoa yang tersusun dari pantai berpasir dengan ukuran butir sedang.

Dasar laut di pantai selatan Pulau Senoa ini banyak ditumbuhi oleh terumbu karang. Beberapa jenis terumbu karang yang dapat dikenali adalah, *Pectinia lactuca*, *Acropora pulchra*, *Pseudosiderastrea tayami* serta banyak lagi lainnya. Terumbu karang jenis *Pseudosiderastrea tayami* (bercabang) dan *Acropora pulchra* (berbentuk meja) juga berkembang dengan sangat luas pada kedalaman 2 - 10 meter (laut dangkal yang terlindung) pada kawasan pantai berpasir (Gambar 3.24 dan 3.25).



Gambar 3.24 Terumbu karang yang tersebar di dasar laut Pulau Senoa bagian selatan yang memperlihatkan banyaknya terumbu karang meja atau disebut sebagai *Acropora pulchra* (Astjario dan Setiady, 2010)

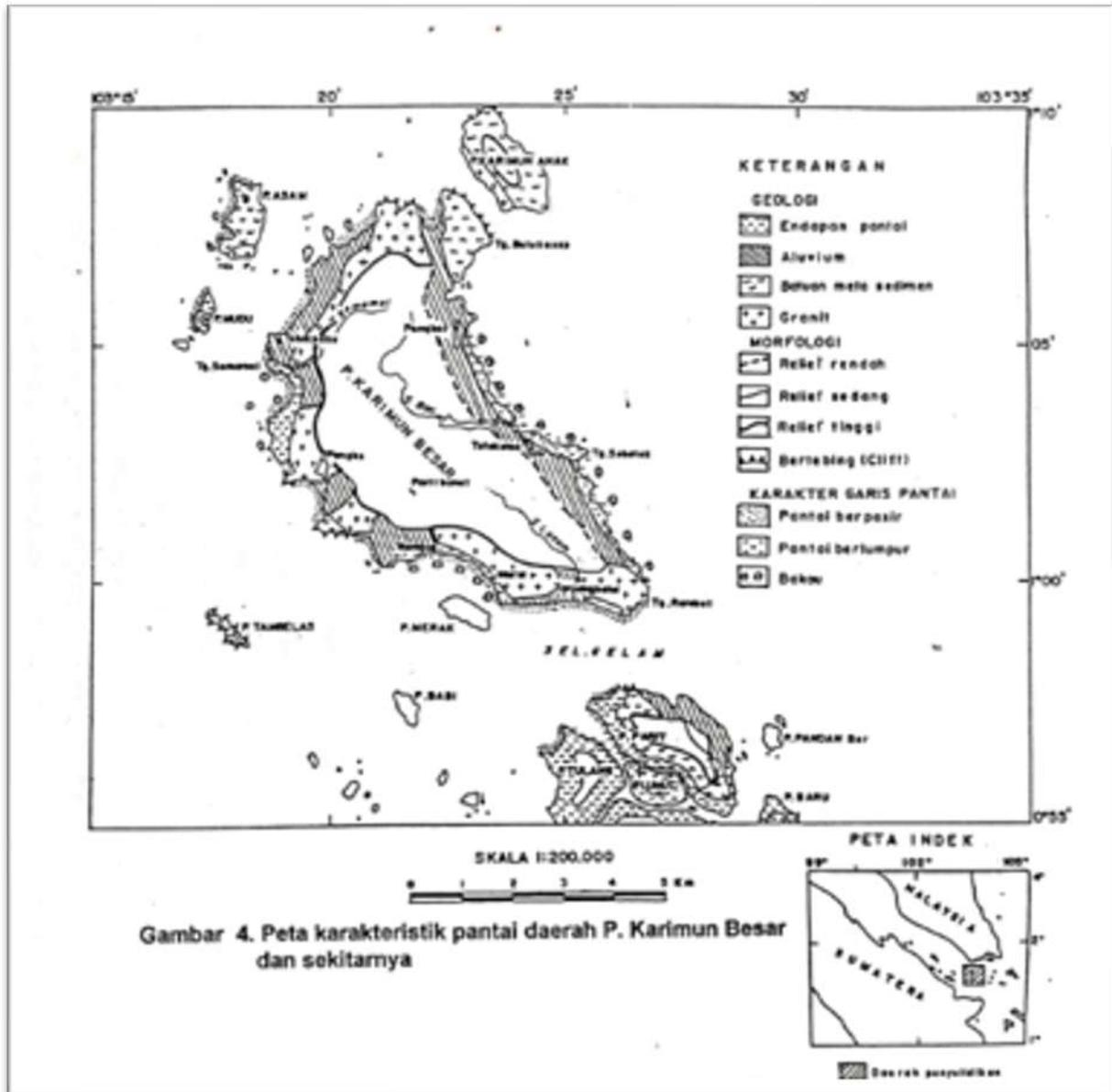


Gambar 3.25 Penulis melakukan pengamatan terumbu karang dengan melakukan duckdive dari permukaan hingga dasar laut.



### 3.5 Karakteristik Pantai Pulau Karimun

Karakteristik pantai daerah P. Karimun Besar dan sekitarnya dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu pantai berpasir, pantai berbakau, dan pantai bertebing (Gambar 3.26).



Gambar 4. Peta karakteristik pantai daerah P. Karimun Besar dan sekitarnya

Gambar 3.26 Peta karakteristik Pantai Pulau Karimun Besar

Pantai berpasir dicirikan oleh pantai yang ditutupi oleh pasir dengan sudut kelerengan landai. Bagian *berm* pantai jenis ini umumnya ditumbuhi oleh vegetasi pantai. Sedimen pantai berupa pasir berwarna kuning sampai kuning kecoklatan, berukuran halus

hingga kasar, terpilah sedang sampai baik dan tersusun oleh kuarsa (70%-90%), fragmen batuan (5%- 10%), cangkang (5%-10%) dan mineral hitam (1%-5%). Batuan di daerah ini disusun oleh satuan batuan Granit Karimun berwarna merah muda dan jarang ditemukan megakristal muskovit dan K-Feldspar, serta batuan metasedimen yang diwakili oleh Formasi Malarco, Formasi Papan, dan Formasi Bintang.

Pantai jenis ini dijumpai di daerah berelief sedang hingga tinggi, yaitu P. Karimun Anak, daerah Pedas hingga Pelambung, dan daerah Pangke. pantai berpasir secara umum mengalami perubahan positif, yaitu garis pantai menuju ke arah laut. Hal ini disebabkan rejim arus laut sejajar pantai yang dominan berasal dari angin barat yang membawa sedimen untuk diendapkan di sekitar pantai. Fenomena ini memperkuat tafsiran bahwa penyebaran pantai berpasir banyak ditemukan pada pantai yang berada di sebelah barat daerah selidikan.

Pantai bertebing mempunyai karakter batuan penyusun granit dan metasedimen dengan tingkat konsolidasi dan resistensi yang sangat tinggi, pada tempat-tempat tertentu membentuk tanjung. Morfologi berelief tinggi dan di beberapa tempat ditemukan jatuhnya batuan akibat pengaruh abrasi. Pantai jenis ini relatif stabil, walaupun terjadi perubahan garis pantai ke arah dataran lebih banyak disebabkan karena aktifitas pertambangan bahan galian golongan C yang tumbuh subur di daerah ini.

Pantai berbakau banyak dijumpai di sebelah timur dan selatan daerah selidikan, yaitu di sekitar P. Parit, P. Tulang dan P. Lumut serta sebagian kecil di sebelah barat P. Karimun Besar. Penyebaran pantai berbakau dikontrol oleh morfologi rawa dan endapan pantai, yang berelief rendah. Pantai jenis ini cenderung mengalami abrasi. Hal ini disebabkan oleh penebaran bakau serta sifat alami sedimen pantai yang belum terkonsolidasi.

Kawasan pariwisata yang ada meliputi daerah-daerah:

- Tanjung Melolo sampai Tanjung Jepun di bagian barat daya, merupakan daerah wisata teluk dengan pantai berpasir putih. Di daerah wisata ini dikenal dengan nama Pantai Pelawan.
- Daerah Tanjungbalai, daerah di sekitar pelabuhan laut, tempat jalur keluar dan masuk ke P. Karimun Besar.
- Daerah Pongkar, di bagian timur laut daerah selidikan, terdapat tempat wisata Air



Terjun Pongkar.

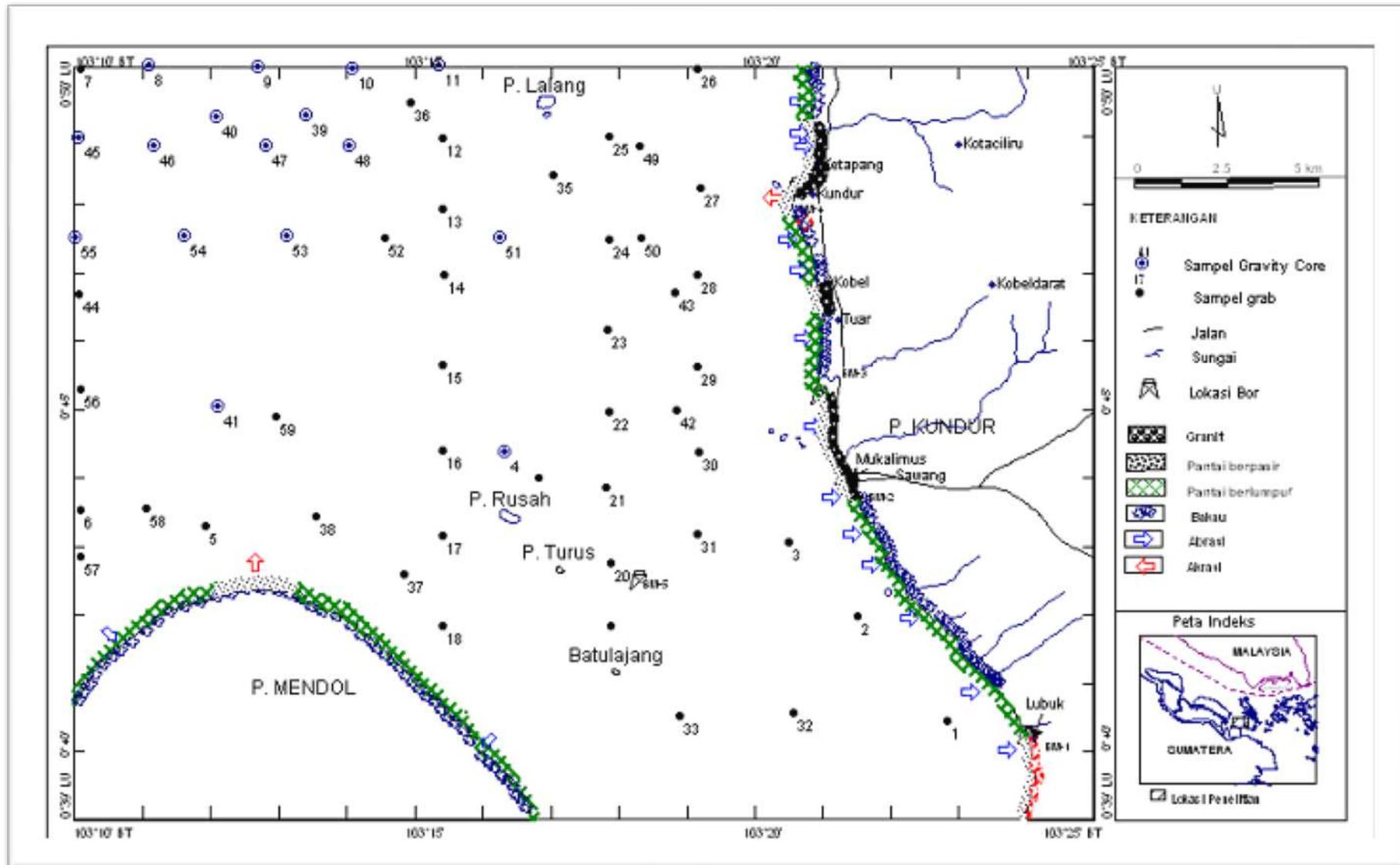
### **3.6 Karakteristik Pantai Perairan Kundur**

Berdasarkan karakteristik pantai di perairan Kundur (Gambar 3.27), pantainya terdiri dari pantai berpasir dan pantai berlumpur, contoh sedimen yang diambil untuk dianalisis adalah sedimen berpasir untuk di pantai. Kawasan pantai berpasir di Pulau Kundur terbentang di bagian utara mulai dari Ketapang, Kundur sampai Kobel dan Tuar, di bagian tengah mulai dari Layang sampai Sawang dan di bagian selatan mulai dari Lubuk sampai akhir daerah selidikan. Sedangkan di Pulau Mendol pantai berpasir terdapat di bagian ujung.

Jenis pantai berlumpur di daerah selidikan terdapat di bagian utara tengah dan selatan Pulau Kundur dan sebagian besar Pulau Mendol, yaitu pada daerah Kobel, antara Tuar dan Layang kemudian antara Sawang dan Lubuk. sedangkan di Pulau Mendol hampir sebagian besar berupa pantai berlumpur.

Analisis data bor mesin dilakukan di sepanjang pesisir perairan Pulau Kundur pada lima lokasi, yaitu:

- Lokasi Bor mesin BM 1 di Desa Tanjung Batu, kampung Muara, sedalam 20 meter, terdiri dari pasir kerikilan (0-1 m), pasir kuarsa (1-3 m) (10-13 m) (16-18 m), pasir sedikit kuarsa (5-8 m), pasir sedikit kerikilan (8-9 m), lempung (9-9,75 m) (18,75- 20 m), dan pasir (9,75-10 m) (13-16 m) (18-18,75 m)
- Lokasi Bor mesin BM 2 sedalam 9 meter, terdiri dari pasir sedikit kerikilan (0-1,3 m), selang-seling pasir dengan pasir lempungan (1,3-4 m), pasir kuarsa (4-5 m), kerikil pasiran (5-8 m), pasir (8-9 m).
- Lokasi Bor Mesin BM 3, kedalaman 12 meter terdiri dari: pasir sedikit kerikilan (1-2 m), lempung pasiran (2-6 m), pasir (6-8 m), kerikil pasiran (8-9 m), lempung (9-12 m)
- Lokasi Bor Mesin BM 4, kedalaman 20 m terdiri dari, lumpur pasiran sedikit kerikilan (0-2 m), pasir lempungan (2-2,5 m), pasir lempungan (2,5-13 m), pasir (13-20 m)
- Lokasi Bor Mesin BM5, kedalaman 20 meter terdiri dari: lumpur (0-1,8 m), lempung (1,8-5,8 m) (10-10,5 m), pasir lempungan (5,8-10 m) (15-17 m), pasir (10,5-15 m), lempung pasiran (17-21 m)

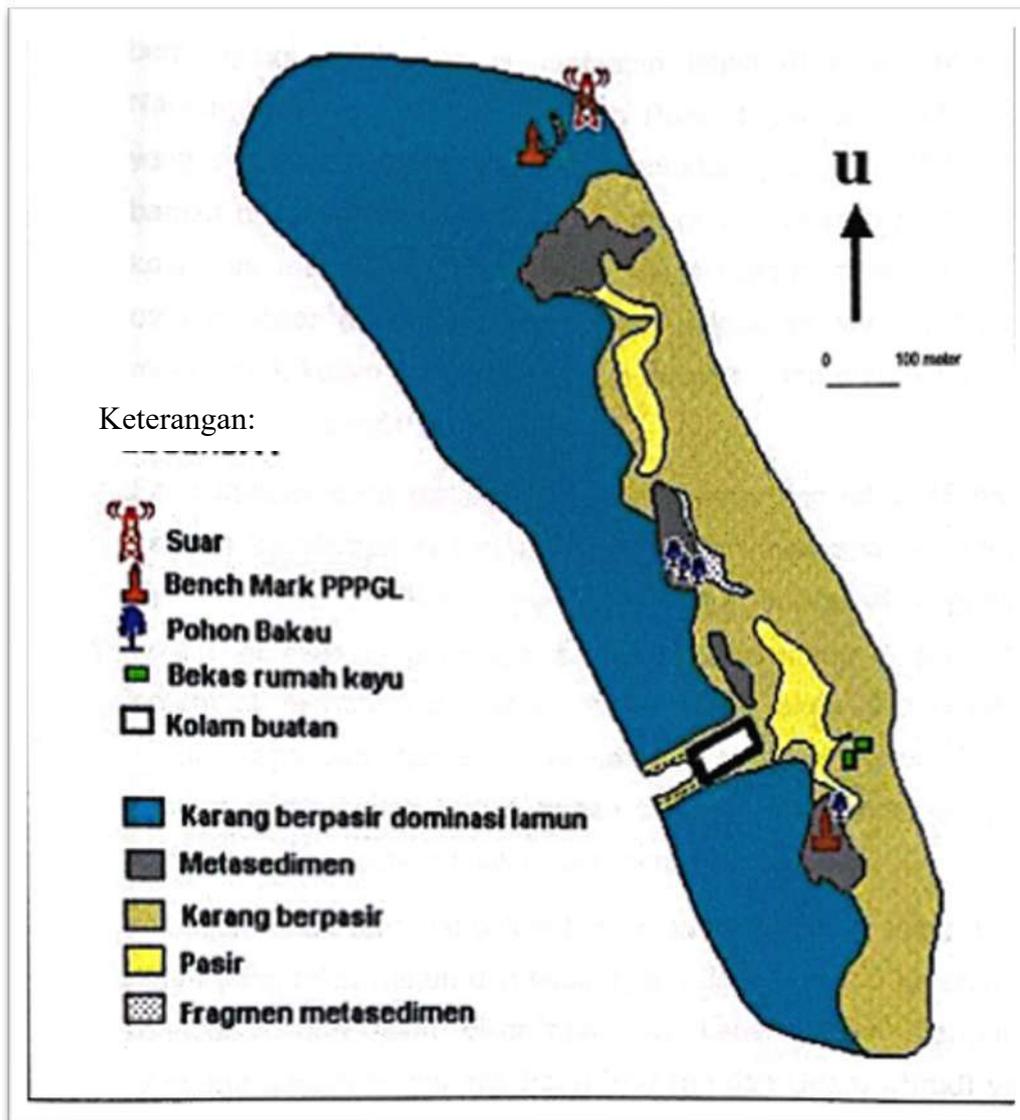


Gambar 3.27 Peta lokasi penelitian, peta pengambilan sedimen dasar laut, dan peta karakteristik pantai



### 3.7 Karakteristik Pantai Pulau Nipah

Pulau Nipah yang memiliki luas lebih kurang 63 hektar saat surut terendah, hanya memiliki satu tipe pantai yaitu pantai berbatu. Batuan yang menyusun pantai adalah batuan dasar penyusun tubuh Pulau Nipah yang terdiri atas batuan metasedimen. Panjang garis pantai kira-kira 4 km, sumbu panjang sekitar 1,6 km dan sumbu lebar kurang lebih 0,4 km. Pada kondisi pasang pulau ini sebagian besar tergenang, yang terlihat hanya beberapa tonjolan singkapan batuan metasedimen, kolam, beberapa pohon bakau dan mercusuar (Gambar 3.28).



Gambar 3.28 Peta Karakteristik Pantai Pulau Nipah

Pulau Nipah yang memiliki morfologi berupa suatu pedataran (*penepplain*), diduga merupakan hasil dari proses penepplainisasi tinggian batuan dasar. Beda tinggi antara bagian pinggir dan tengah pulau mencapai sekitar 2 (dua) meter. Saat pasang tertinggi sebagian besar tubuh pulau yang rendah tergenang air, yaitu bagian pinggir, sedang bagian tengah yang relatif tinggi tidak terjangkau oleh permukaan air pasang.

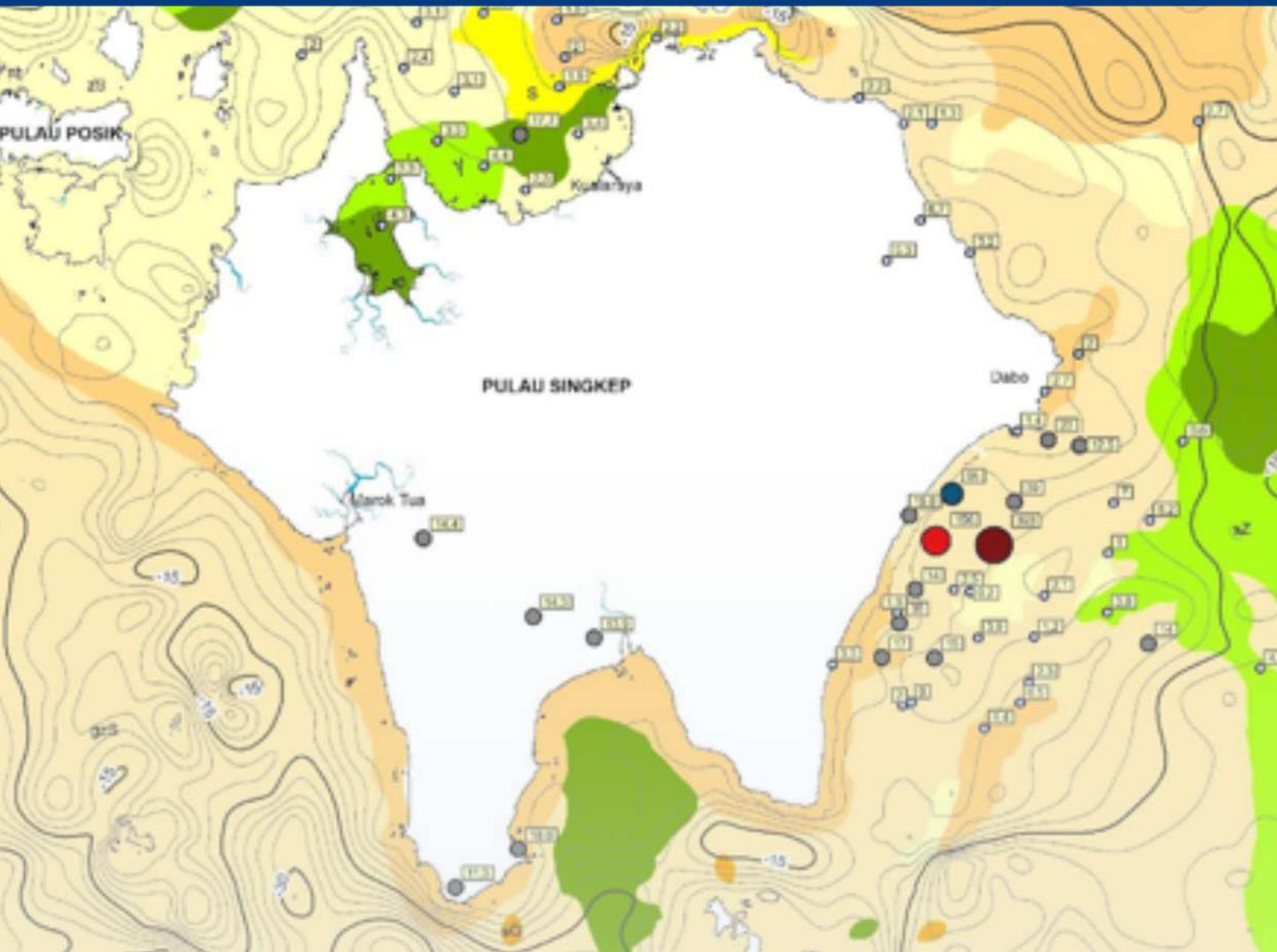
Daratan di bagian barat tertutup oleh biota laut berupa lamun, yang tumbuh di atas sedimen pasir, sedangkan di bagian timur tidak terdapat lamun karena didominasi oleh batuan dasar dengan sedikit sedimen pasir. Keberadaan kolam di bagian selatan pulau ini yang dibuat dengan cara menimbun bongkah-bongkah batuan dasar dan ditutupi dengan material pasir telah mempercepat kerusakan pulau ini. Gelombang yang datang dari arah barat laut merusak pinggir kolam bagian barat dan utara.

Proses yang dominan terjadi di pulau ini adalah proses marin, yaitu proses-proses yang diakibatkan oleh aksi gelombang dan arus laut. Permukaan batuan penyusun pulau yang kasar diakibatkan oleh proses pencucian oleh air laut, disini tubuh Pulau Nipah tengah mengalami proses pemotongan (*truncation*) permukaan batunya (*ground surface*) oleh gelombang.



# BAB 4

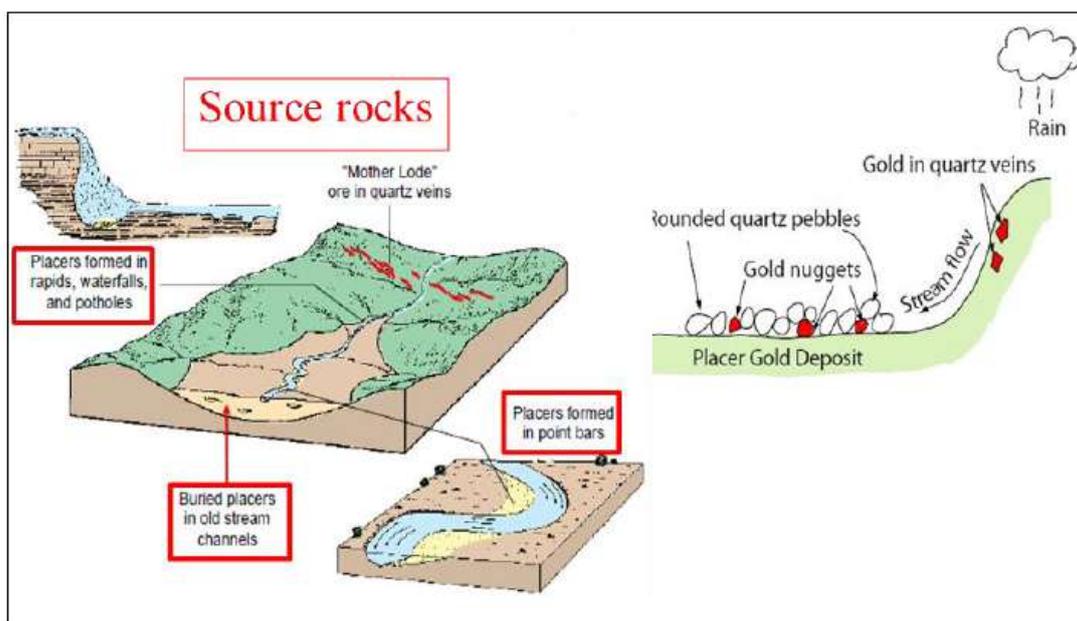
## KANDUNGAN MINERAL DAN UNSUR TANAH JARANG DALAM SEDIMEN DASAR LAUT PERAIRAN KEPULAUAN RIAU



## BAB 4 KANDUNGAN MINERAL DAN UNSUR TANAH JARANG DALAM SEDIMEN DASAR LAUT PERAIRAN KEPULAUAN RIAU

Mineral lepas pantai pada saat ini merupakan endapan ekonomis dan tidak ekonomis. Pasir di perairan Riau banyak mengandung mineral yang ekonomis seperti kuarsa, kasiterit, magnetit, ilmenit dan unsur tanah jarang (zirkonium, itrium, barium, stronsium). Apabila kandungan mineral dalam pasir tersebut dapat diperhitungkan, maka harga jual dari pasir tersebut tidak hanya sebagai pasir urug tetapi mempunyai nilai tambah karena mineral-mineral ekonomisnya. Batuan asal dari pasir laut di Perairan Riau adalah batuan yang termasuk ke dalam kelompok granit yang banyak tersebar di sekitar Kepulauan Riau. Granit dari jalur timah Asia Tenggara termasuk Kepulauan Riau ditemukan di sepanjang zone dengan panjang sekitar 4000 km dari Myanmar sampai ke kepulauan Bangka dan Belitung.

Endapan letakan terbentuk oleh proses pelapukan permukaan dan oleh aktivitas laut, sungai, atau angin yang menghasilkan konsentrasi mineral-mineral yang resisten. Mineral letakan dapat terakumulasi karena pemisahan secara gravitasi selama proses sedimentasi. Jenis endapan letakan terdiri dari aluvial (ditransportasi oleh sungai), koluvial (ditransportasi oleh gravitasi), eluvial (material masih berada atau di dekat asalnya), plaser pantai (pasir kasar yang terendapkan sepanjang tubuh air), dan paleoplaser (batuan yang terkubur dan berubah dari yang awalnya berupa sedimen lepas) (Haldar, 2014).



Gambar 4.1 Konsentrasi mineral berat di dalam endapan plaser (Mupaya, 2020)

Mineral terlepas dari batuan asalnya melalui pelapukan mekanis dan kimia, dan kemudian ditransportasikan oleh air atau angin. Pelapukan mineral primer dan transportasi oleh sungai dengan kecepatan arus rendah, seperti pada endapan *point bar*. Kecepatan aliran air menentukan apakah mineral dibawa dalam suspensi atau diendapkan. Ketika kecepatan air melambat, mineral besar atau mineral dengan kepadatan lebih tinggi diendapkan. Mineral berat seperti emas, intan, Ti, Cr, Sn, dan magnetit dengan ukuran yang sama dengan mineral dengan densitas rendah seperti kuarsa akan diendapkan lebih cepat daripada kuarsa, sehingga mineral berat akan terkonsentrasi di daerah dengan kecepatan aliran air rendah (Gambar 4.1). Endapan plaser yang umum dijumpai yaitu emas, mineral golongan platinum, batu mulia, pirit, magnetit, kasiterit, wolframit, rutil, monazit, dan zirkon. Saat ini endapan plaser laut berupa rutil, monazite, ilmenite, dan zircon banyak dieksploitasi di sepanjang pantai timur Australia, India, dan Indonesia.

Seperti diketahui kasiterit termasuk *resistant* terhadap pengangkutan air, sehingga memungkinkan dapat terkumpul sebagai endapan plaser. Di dalam plaser, kasiterit berasosiasi dengan kuarsa, mika, monasit dan turmalin. Pada daerah tersebut, granit menghasilkan mineralisasi timah dengan mineral ikutan, seperti monasit, xenotim, dan zirkon yang mengandung unsur tanah jarang. Pada proses penambangan dan pengolahan timah, mineral ikutan akan terpisahkan menjadi produk sampingan.

Karakteristik utama mineral kritis / *critical raw material* (dimodifikasi dari Simon *et al.* 2014):

1. Sangat penting untuk teknologi kunci dan utama,
2. Kekurangan pasokan yang berdampak pada ekonomi,
3. Kemungkinan besar adanya gangguan pasokan,
4. Sedikit atau tidak ada bahan pengganti yang memuaskan.

Dalam kaitannya dengan berbagai permasalahan yang menyangkut kumpulan mineral berat pada suatu endapan sedimen Holosen di Paparan Sunda, maka mineral berat yang ada di daerah penyelidikan apakah berasal dari pulau-pulau disekitarnya atau merupakan rombakan sedimen dari suatu sistem paparan. Sumber sedimen dapat ditentukan dengan cara membandingkan kumpulan mineral berat dalam sedimen di daerah penyelidikan dengan kumpulan mineral berat yang ada dalam batuan disekitarnya yang diperkirakan merupakan sumber dari sedimen tersebut. Jenis mineral berat yang muncul dalam

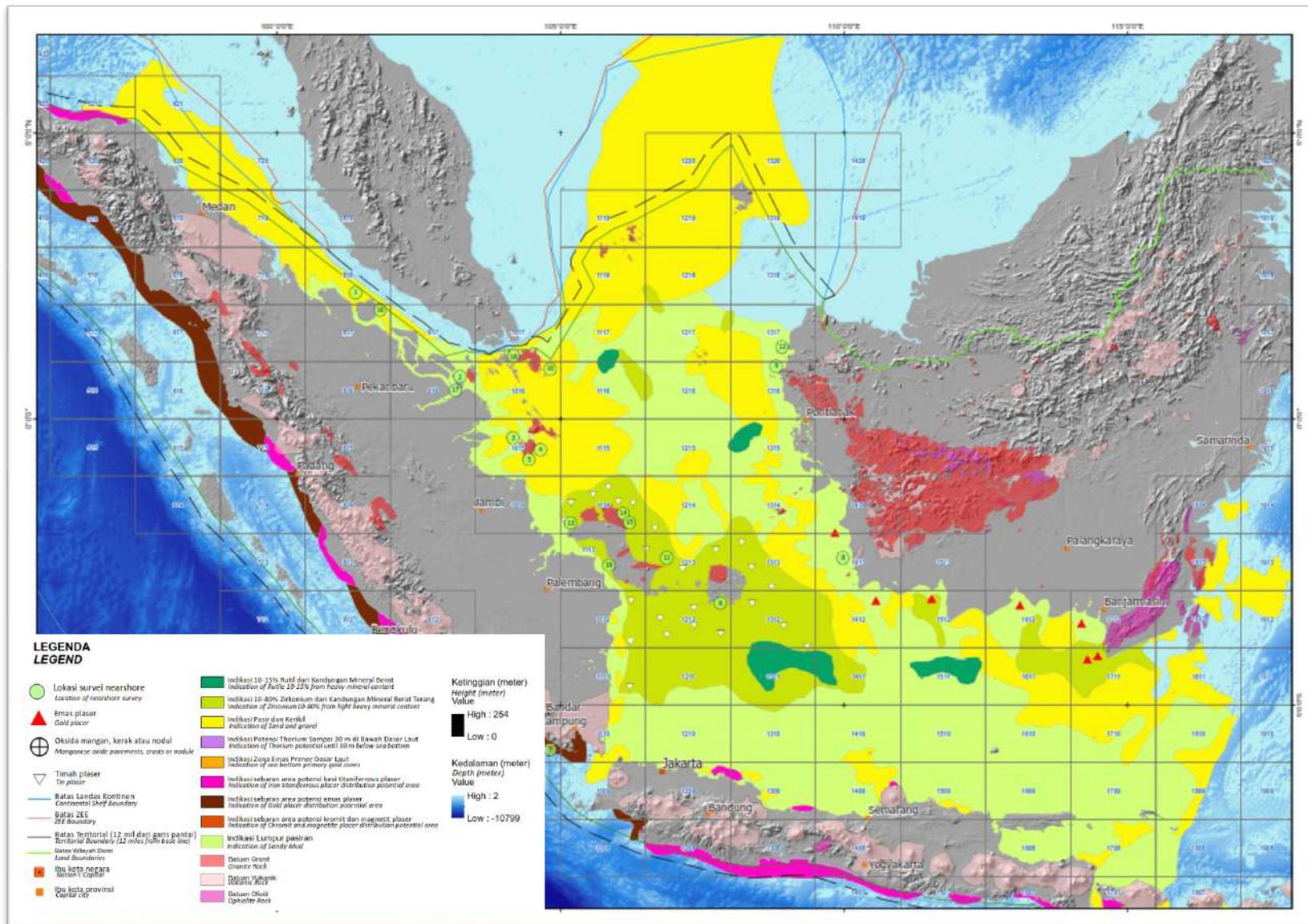


sedimen secara khusus sangat bermanfaat untuk menentukan sumber sedimen karena suatu kumpulan mineral berat tertentu cenderung untuk hadir hanya dalam satu batuan sumber.

Berdasarkan Peta kandungan mineral dan logam tanah jarang pada sedimen permukaan dasar laut di Paparan Sunda) (Gambar 4.2), terdapat lokasi hasil penyelidikan di pesisir (*nearshore*) dan laut lepas (*offshore*). Pada tabel 4-1 memperlihatkan potensi kandungan mineral dan unsur tanah jarang dasar laut di 19 lokasi Paparan Sunda. Sedangkan pada tabel 4.2, memperlihatkan potensi kandungan mineral dan unsur tanah jarang dasar laut di 18 lokasi Paparan Sunda. Lokasi kegiatan yang akan dilaporkan terletak pada 7 lokasi di Perairan Kepulauan Riau (bagian dari Paparan Sunda) yaitu:

1. Kandungan Mineral di Perairan Batam Bintan (Selat Riau)
2. Kandungan Mineral di Perairan Bintan Selatan
3. Kandungan Mineral di Perairan Singkep
4. Kandungan Mineral di Perairan Natuna
5. Kandungan Mineral di Perairan Karimun
6. Kandungan Mineral di Perairan Kepulauan Kundur
7. Kandungan Mineral di Perairan Kepulauan Nipah





Gambar 4.2 Peta Kandungan Mineral dan Logam Tanah Jarang Pada Sedimen Permukaan Dasar Laut Perairan Paparan sunda

Tabel 4.1 Potensi mineral dasar laut dan unsur tanah jarang di pesisir (*nearshore*) Paparan Sunda di 19 Lokasi

No.	Lokasi survei ( <i>nearshore</i> )	Jumlah Sampel	Komoditas	Volume (m <sup>3</sup> )	Kadar	Analisis
1	Perairan Rupat, Riau	87	Mineral non logam	18.184.500.000	Kuarsa (95,38%)	AAS
2	Laut Kundur, Kepulauan Riau	73	Mineral non logam dan Mineral logam	811.313.276	Kuarsa (87,6%), Kasiterit (0,0036%), Monasit (0,0037%), Senotim (0,0036%)	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
3	Perairan Singkep Baratlaut	50	Mineral Logam	184.780.000	Kasiterit (100 ppm)	XRF dan Mineralogi Butir
4	Perairan Dabo, Singkep	74	Mineral Logam	201.620.000	Kasiterit (100 ppm)	XRF dan Mineralogi Butir
5	Perairan Todak, Singkep Selatan	65	Unsur Tanah Jarang dan Unsur Jejak	2.509.200.000	Mo (0,29-0,76%), Zr (0,007-0,018%), Ce (2,3-12,2 ppm), La (1,1-5,6 ppm)	XRF dan ICP-MS
6	Laut Belitung, Babel	92	Mineral Logam	41.616.000	-	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
7	Teluk Semangko, Lampung	92	Mineral Logam	Area prospek I: 6.566.807 Area prospek II: 8.046.212 Area prospek III: 3.879.341	Au (0,6 ppm) Au (0,3 ppm) Au (0,1 ppm)	AAS
8	Perairan Kendawangan,	53	Mineral Non Logam dan Mineral Logam	1.041.464.143	Zirkon (10.000-256.000 ppm), Kasiterit (3.000-150.000 ppm), Rutil (20.000-223.000 ppm)	ICP-MS



No.	Lokasi survei (nearshore)	Jumlah Sampel	Komoditas	Volume (m <sup>3</sup> )	Kadar	Analisis
	Kalimantan Barat					
9	Perairan Singkawang, Kalimantan Barat	36	Mineral non logam dan Mineral Logam	2.170.912.974	Kasiterit (1-15%), Zirkon (0,5-10,5%)	Pemisahan mineral berat (bromofom) dan mineralogi butir
10	Perairan Bintan Selatan, Kepulauan Riau	93	Mineral non logam dan Unsur Tanah Jarang	1.071.130.000	Kuarsa (63-87%, rata-rata 76%), Ce (13,7- 54,8 ppm)	Mineragrafi dan ICP-MS
11	Perairan Tanjung Berikat, Bangka	62	Mineral non logam dan Unsur Tanah Jarang	3.583.300.000	Kuarsa (87-90%), Ce (1,5-21,3 ppm), La (0,8-10,6 ppm), Nd (0,6-9 ppm), Y (0,8-5,3 ppm), Pr (0,16-2,55 ppm)	Mineragrafi dan ICP-MS
12	Perairan Sambas, Kalimantan Barat	46	Mineral Logam dan Unsur Tanah Jarang	180.660.000	Au (0,07-0,21 gr/ton), Ag (9,75-13,36 gr/ton), Ce (0,6-4,1 ppm), Zr (15,6-70,4 ppm), Nb (2,1-13,1 ppm)	XRD, ICP, AAS
13	Perairan Tanjung Ular, Bangka	95	Logam dasar dan Unsur Tanah Jarang	50.355.000	Base metal (ppm): Al (2.440-122.000), Fe (6.100-51.300), Mg (1.250-18.800), Ti (181-5.580), Mn (5-539), Sn (0,3-22), Zr (6,1-111), Ni (0,9-8,7), Cu (3-14) REE (ppm): Ce (4-86,5), La (2-49,3), Nd (1,6-33,7), Sc (0,9-11)	ICP-MS dan ICP-OES

No.	Lokasi survei (nearshore)	Jumlah Sampel	Komoditas	Volume (m <sup>3</sup> )	Kadar	Analisis
14	Perairan Deniang, Bangka	135	Logam dasar dan REE	49.185.000	<p>Base metal (ppm): Al (1.820-127.000), Mg (960-12.900), Mn (32-411), Ti (199-2.970), Sn (0,1-21,1), Zr (4,4 -153)</p> <p>REE (ppm): Ce (3,4-92,8), La (0,6-34), Pr (0,1-9,44), Y (1,6-20,3)</p>	ICP-MS dan ICP-OES
15	Perairan Sinar Baru, Bangka	123	Logam dasar dan REE	125.140.000	<p>Base metal (ppm): Al (970 -150.000), Fe (4.100-33.400), Mg (80-11.200), Ti (153-3.620), Sr (4,5-830), Cr (23-608), Mn (41-309), Zr (7,6-239), Th (2,59-78,8), Li (6,2-63,7), Pb (2-67), Nb (0,8-48,9), Zn (5-40), Sn (0,7-27,9), W (0,4-23,3), Ni (3-20), As (2-16), Cu (1-14), U (0,65-11,7), Bi (0,07-2,59), Ag (0,1-2)</p> <p>REE (ppm): Ce (3,4-126), La (1,6-60,2), Nd (1,4-41,8), Y (1,2-22,8)</p>	ICP-MS dan ICP-OES
16	Perairan Rupat Timur, Riau	31	Mineral logam, non logam dan Unsur Tanah Jarang	595.600.000	Kuarsa (96,14-98,20 %), Sn (0,9-5,9 ppm), Zr (14,6-90 ppm), La (10,6-90 ppm), Y (3,5-46,9 ppm), Ce (28,8-73,4 ppm)	ICP-MS dan ICP-OES
17	Perairan Kampar, Riau	49	Unsur Tanah Jarang dan Unsur Jejak	32.082.000	Zr (2,8-130 ppm), Y (4,1-39,3 ppm), Ne (0,06-15,3 ppm), Th (1,43-19,3 ppm)	XRF dan ICP-MS
18	Selat Riau (Batam-Bintan),	72	Mineral non logam dan Mineral Logam	197.800.000	Zirkon (6-14,5 ppm), Kasiterit (3,4-78 ppm), Monasit (7-52 ppm)	Pemisahan mineral berat (bromofom) dan mineralogi butir



No.	Lokasi survei ( <i>nearshore</i> )	Jumlah Sampel	Komoditas	Volume (m <sup>3</sup> )	Kadar	Analisis
	Kepulauan Riau					
19	Selat Gundi, Bangka Selatan	60	Mineral non logam dan Mineral Logam	28.620.000	Kasiterit (1,1-100 ppm), Hematit (0,1-14 ppm), Ilmenit (0,1-33 ppm), Rutil (0,1-4 ppm)	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir

Tabel 4.2 Potensi mineral dasar laut dan unsur tanah jarang di laut lepas (offshore) Paparan Sunda

Lembar Peta	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Jumlah Sampel	Kadar (ppm)	Komoditas	Analisis
0718-0719	17.358.676.171	86.793.380.856	30	Kasiterit (9-34,6), Zirkon (1,3-11,6), Hematit (9-43,2)	Mineral non logam dan Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1015	15.584.941.201	93.509.647.207	50	Kasiterit (9,3-12,34), Zirkon (6-16,6)	Mineral non logam dan Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1213	14.897.659.388	-	50	Kasiterit (13-362), Kuarsa (95-99 %), Zirkon (120.000-197.000), Monasit (1-195.000), Xenotim (1-63.200)	Mineral non logam dan Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1215	18.462.695.841	-	35	Kasiterit (7,6-55), Limonit (2,8-13,9)	Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1313	17.313.720.409	-	70	Kasiterit (22-1.466), Piloklor (18-42), Monasit (11-43), Xenotim (3-59)	Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1314	17.961.035.559	-	50	Kasiterit (6-23), Rutil (2), Monasit (4), Chamosit (10), Xenotim (5)	Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1316	12.078.814.119	96.630.512.956	67	Kasiterit (15-185), Limonit (5-98), Rutil (13), Ilmenit (105)	Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1140	-	-	20	Kasiterit (1-30), Limonit (3-35), Zirkon (3-10)	Mineral non logam dan Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1309-1310	30.112.981.958	150.564.909.789	58	Hematit (10-25), Limonit (10-20)	Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir



Lembar Peta	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Jumlah Sampel	Kadar (ppm)	Komoditas	Analisis
1409	14.192.775.115	-	40	Hematit (10-15), Limonit (1-5)	Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1315	14.850.299.511	103.952.096.579	16	Kasiterit (0,3 -241,4), Zirkon (10,2), Hematit (8,5 - 51,9)	Mineral non logam dan Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1410	18.335.650.703	-	18	Hematit (10.000 - 300.000), Limonit (10.000 - 300.000), Dolomit (10.000 - 150.000)	Mineral non logam dan Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1610	18.182.309.232	181.823.092.322	51	Hematit (10.000 - 300.000), Limonit (10.000 - 300.000), Dolomit (10.000 - 150.000)	Mineral non logam dan Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1411	18.407.980.591	73.631.922.364	38	Limonit (2,7 - 508,7), Hematit (2 - 209,7), Kasiterit (5,9 - 832)	Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1511	18.407.980.591	-	48	Limonit (1,2 - 1.163), Hematit (0,4 - 54,5), Kasiterit (1 - 1.893)	Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1611	18.407.980.591	-	25	Limonit (4 - 221), Hematit (1 - 11), Ilmenit (2 - 293), Kasiterit (1 - 35), Zirkon (1 - 15), Kuarsa (1 - 82)	Mineral non logam dan Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir
1114	14.431.021.219	72.155.106.096	36	Limonit (0,4 - 1.071), Hematit (0,1 - 1.112), Ilmenit (4,8 - 5.554), Kasiterit (0,3 - 11.611), Rutil (1 - 614), Zirkon (2,1 - 1.954), Topas (5,5 - 167,5), Kuarsa (4,8 - 67,9)	Mineral non logam dan Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir

Lembar Peta	Luas (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Jumlah Sampel	Kadar (ppm)	Komoditas	Analisis
1010	10.288.676.243	-	14	Hematit (0,1 - 133,1), Rutil (0,4 - 1.689), Dolomit (2 - 1.486,3), Zirkon (7,6 - 153,4), Kasiterit (4,1 - 1.197), Monasit (4,1 - 280,4), Kuarsa (11,6 - 225)	Mineral non logam dan Mineral logam	Pemisahan mineral berat (bromoform) dan mineralogi butir



## **4.1 Kandungan Mineral dan Unsur Tanah Jarang Dasar Laut di Perairan Selat Riau dan Batam Utara**

### **4.1.1 Kandungan Mineral dan Unsur Tanah Jarang Dasar Laut di Perairan Batam Bintang (Selat Riau)**

Didapatkan 15 jenis mineral terdiri dari 12 jenis mineral berat dan 3 non mineral berat yaitu kuarsa, biotit dan dolomit yang terbawa pada waktu proses pemisahan mineral berat. Kedua belas jenis mineral berat tersebut adalah: magnetit, kasiterit, zirkon, monasit, hornblende, turmalin, pirit, ilmenit, hematit, leokosen, augit, diopsid. Mineral magnetit dominan terdapat pada sedimen Pasir lanauan (BT-34), dan pasir (BT-11), sedangkan mineral kasiterit dominan terdapat pada sedimen pasir kerikilan (BT-4) dan pasir lanauan (BT-34) (Tabel 4.3). Hal ini menunjukkan bahwa mineral berat dominan terdapat pada sedimen berbutir pasir sampai pasir halus. Mineral kasiterit dominan terdapat di daerah sekitar pantai P. Batam dan berkurang ke arah lepas pantai menunjukkan bahwa sumber dari batuan tersebut berasal dari P. Batam (Batuan Granit). Mineral magnetit dominan terdapat di tengah atau pada arus pasang surut yang kemungkinan terbawa oleh arus yang bersumber dari selatan atau utara daerah selidikan. Sedimen permukaan dasar laut perairan Pulau Bintang Barat mengandung semua mineral berat yang ada di daerah penelitian. Diperkirakan mineral-mineral berat ini berasal dari sungai hasil erosi asal dari daratan Sunda dahulu maupun hasil erosi saat sekarang terutama dari pulau Bintang. Kedua pulau ini merupakan tinggian asal daratan/paparan Sunda pada waktu itu yang terbentuk oleh batuan terobosan Granit yang mengalami erosi sejak zaman es hingga saat ini dan sebagai sumber terdapatnya mineral kasiterit dan magnetit. Selain mineral berat dari sedimen permukaan dasar laut asal pulau Bintang, juga terdapat 2 mineral berat monasit dan hornblenda yang tidak ditemukan di pantai P. Bintang. Kedua mineral tersebut karena tidak ditemukan di pantai daerah selidikan kemungkinan berasal dari luar daerah penyelidikan yang terbawa oleh arus pasang surut yang dominan berarah utara-selatan.

Tabel 4.3 Kandungan mineral berat pada sedimen permukaan dasar laut

Pasir Kerikilan (%)	Pasir (%)	Kerikil Pasiran (%)	Pasir Lanauan (%)	Lanau Pasiran (%)
Magnetit (0,0349)	Magnetit(0,0044)	Magnetit(0,0106)	magnetit (0,0115)	magnetit(0,0106)
Kasiterit (0,0049)	kasiterit (0,0088)	Kasiterit(0,0037)	kasiterit(0,003)	Kasiterit (0,0078)
Hematit (0,0145)	hematit (0,00009)	hematit(0,0002)	hematit (0,00142)	hematit (0,00006)
Zirkon (0,0014)	Zirkon (0,00007)	zirkon(0,00007)	zirkon (0,00006)	
Ilmenit (0,00007)	Ilmenit (0,00025)	ilmenit (0,0003)	-	
Turmalin (0,0029)		Turmalin (0,002)	augit (0,0016%)	
Pirit (0,00059)		pirit (0,0021)	pirit (0,0012)	

Mineral magnetit dan kasiterit merupakan mineral berat yang banyak terdapat di daerah selidikan dengan kandungan yang tinggi serta mempunyai berat jenis yang tinggi. Terdapatnya kandungan mineral magnetit dan kasiterit yang tinggi pada tengah-tengah selat Batam –Bintan dengan kandungan yang bervariasi menunjukkan bahwa sumber dari sedimen tersebut berasal dari Pulau Batam dan Pulau Bintan. Kedua pulau tersebut merupakan tinggian yang terbentuk dari batuan terobosan Granit yang biasanya kandungan mineral kasiterit dan magnetitnya tinggi. Kandungan mineral magnetit dan kasiterit pada sedimen kerikil pasiran yang semakin ke timur semakin besar, maka sumbernya diduga berasal dari Pulau Bintan (Tabel 4.3).

Kandungan mineral berat yang terdapat di pantai Pulau Batam terdiri dari mineral: magnetit, kasiterit, zirkon, turmalin, pirit, ilmenit, hematit, leokosen, augit, diopsid, sedangkan di Pantai Pulau Bintan terdiri dari magnetit, kasiterit, zirkon, turmalin, pirit, ilmenit, hematit, dan leukosen. Kandungan mineral berat pada sedimen dasar laut perairan selat Batam - Bintan terdiri dari mineral magnetit kasiterit, illmenit, zirkon,



turmalin, pirit, ilmenit, hematit, leokosen, augit, diopsid, monasit, dan hornblenda. Asosiasi antara mineral berat yang ada di perairan selat Batam - Bintan dengan sedimen pantai secara ringkas diperlihatkan pada tabel 4.4 yaitu mineral berat yang terletak di sebelah barat pantai P. Batam, di perairan selat Batam-Bintan, dan di sebelah timur pantai P. Bintan.

Tabel 4.4 Kandungan mineral di Pantai Pulau Batam dan Pulau Bintan dan di Permukaan dasar laut Selat Riau

	Pantai P. Batam	Permukaan Dasar Laut	Pantai P. Bintan
Mineral Berat	Magnetit,	magnetit	magnetit,
	Kasiterit,	kasiterit,	kasiterit,
	Zirkon,	zirkon,	zirkon,
	Tourmalin,	tourmalin,	tourmalin,
	Pirit,	pirit,	pirit,
	Ilmenit,	ilmenit,	ilmenit,
	Hematit,	hematit,	hematit,
	leokosen,	leokosen,	leokosen
	augit,	augit,	-
	diopsid	diopsid,	-
-	monasit	-	
-	hornblenda	-	

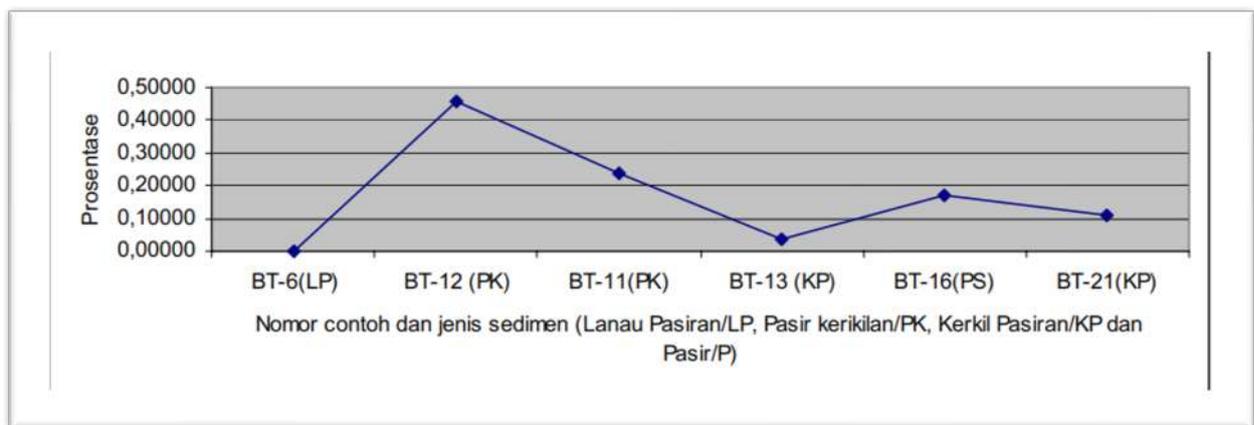
Selain itu terlihat bahwa mineral berat di permukaan dasar laut selain dari pantai P. Batam dan P. Bintan juga terdapat 2 mineral berat monasit dan hornblende yang tidak ditemukan di pantai P. Batam dan pantai P. Bintan maka sumber mineral tersebut kemungkinan berasal dari luar P. Batam dan P. Bintan. Kandungan mineral berat yang dominan di daerah selidikan adalah mineral magnetit dan kasiterit, dimana ke dua mineral tersebut mempunyai berat jenis dan prosentasi keterdapatan relatif paling tinggi dibandingkan mineral berat lainnya. Berdasarkan hal tersebut, maka penulis mencoba membuat data grafik mineral magnetit dan kasiterit yang berarah barat-timur dan utara-selatan untuk mencoba menganalisa arah sedimentasi dari mineral berat di Perairan selat Batam-Bintan.

Gambar 4.3, grafik kandungan mineral magnetit pada sedimen permukaan dasar laut memperlihatkan bahwa kandungan mineral magnetit yang terbesar terdapat pada sedimen pasir kerikilan sebesar 0,4585 % dan 0,2395% kemudian pada sedimen pasir sebesar 0,17150 %, sedimen kerikil pasiran sebesar 0,03440 % dan 0,11280 %, dan yang paling kecil pada lanau pasiran sebesar 0,0014.%. Pada sedimen pasir kerikilan semakin ke timur kandungan mineral berat semakin rendah berarti sumber sedimentasi berasal

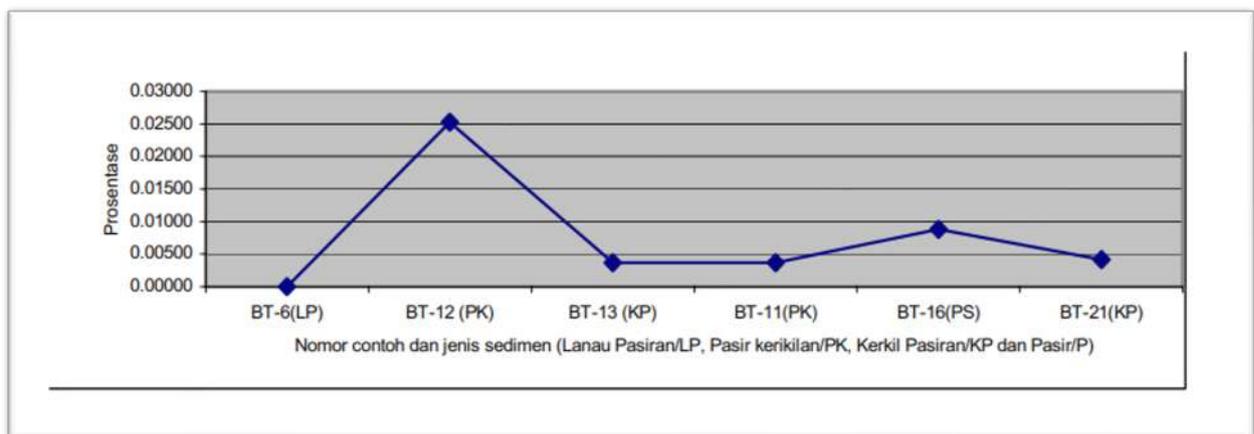


dari Pulau Batam, sedangkan pada sedimen kerikil pasiran semakin ke timur semakin besar, maka sumbernya kemungkinan berasal dari P. Bintan.

Gambar 4.4, grafik kandungan mineral kasiterit, kandungan terbesar pada sedimen pasir kerikilan sebesar 0,02522 %, kemudian pada sedimen pasir sebesar 0,0081 %, setelah itu pada sedimen kerikil pasiran dan lanau pasiran. Pada sedimen pasir kerikilan kandungan mineral berat semakin ke timur semakin rendah, menunjukkan bahwa asal sumber sedimen dari P. Batam. Sedangkan sedimen kerikil pasiran kandungan mineral beratnya semakin rendah, menunjukkan bahwa asal sedimen dari Pulau Bintan.



Gambar 4.3 Grafik kandungan magnetit dari barat ke timur Selat Riau

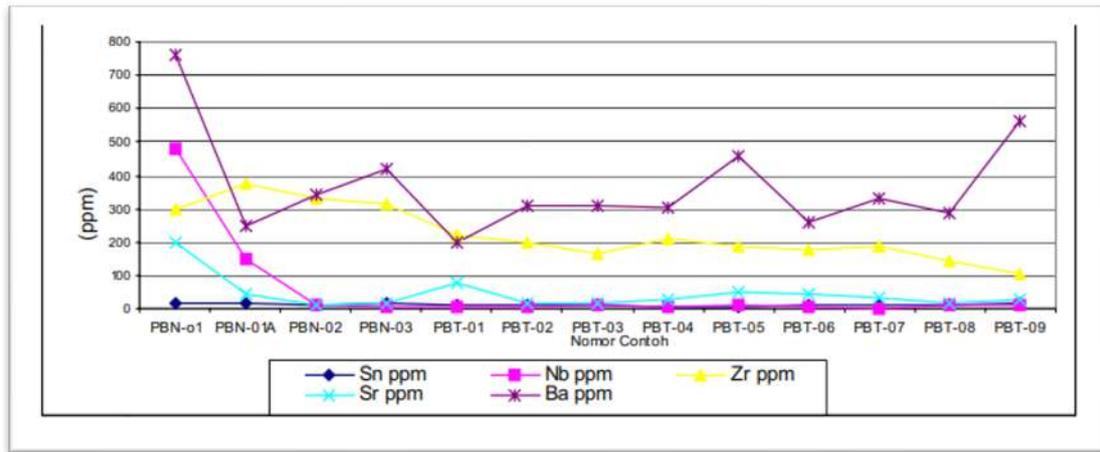


Gambar 4.4 Grafik kandungan kasiterit dari barat ke timur Selat Riau

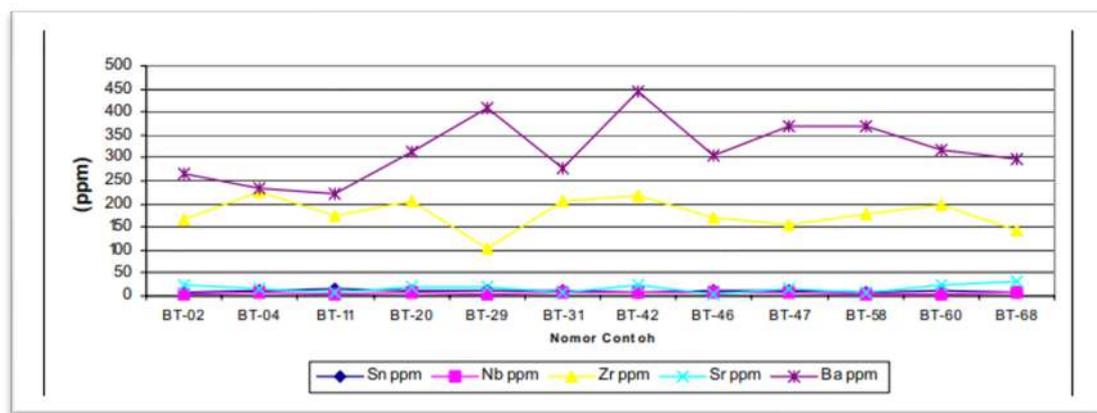
Berdasarkan hasil analisis kimia di Perairan Selat Riau Unsur tanah jarang (Nb, Zr, Sr dan Ba) dan mineral kritis (Sn) terdiri dari Nb ( 3ppm – 480 ppm), Zr (104 ppm – 376 ppm), Sr (4 ppm – 200 ppm), Ba (250 ppm – 761 ppm). Kandungan unsur Ba mempunyai nilai yang paling tinggi, sedangkan kandungan zirkonium lebih tinggi dibandingkan unsur Nb, dan



Sr, sedangkan di pantai Pulau Bintang kandungan unsur Ba, Nb, Sr, dan Zr paling tinggi pada PBN-1 (Gambar 4.5).



Gambar 4.5 Kandungan Unsur Tanah Jarang Sepanjang Pantai Pulau Batam (PBT) dan Bintang (PBN)



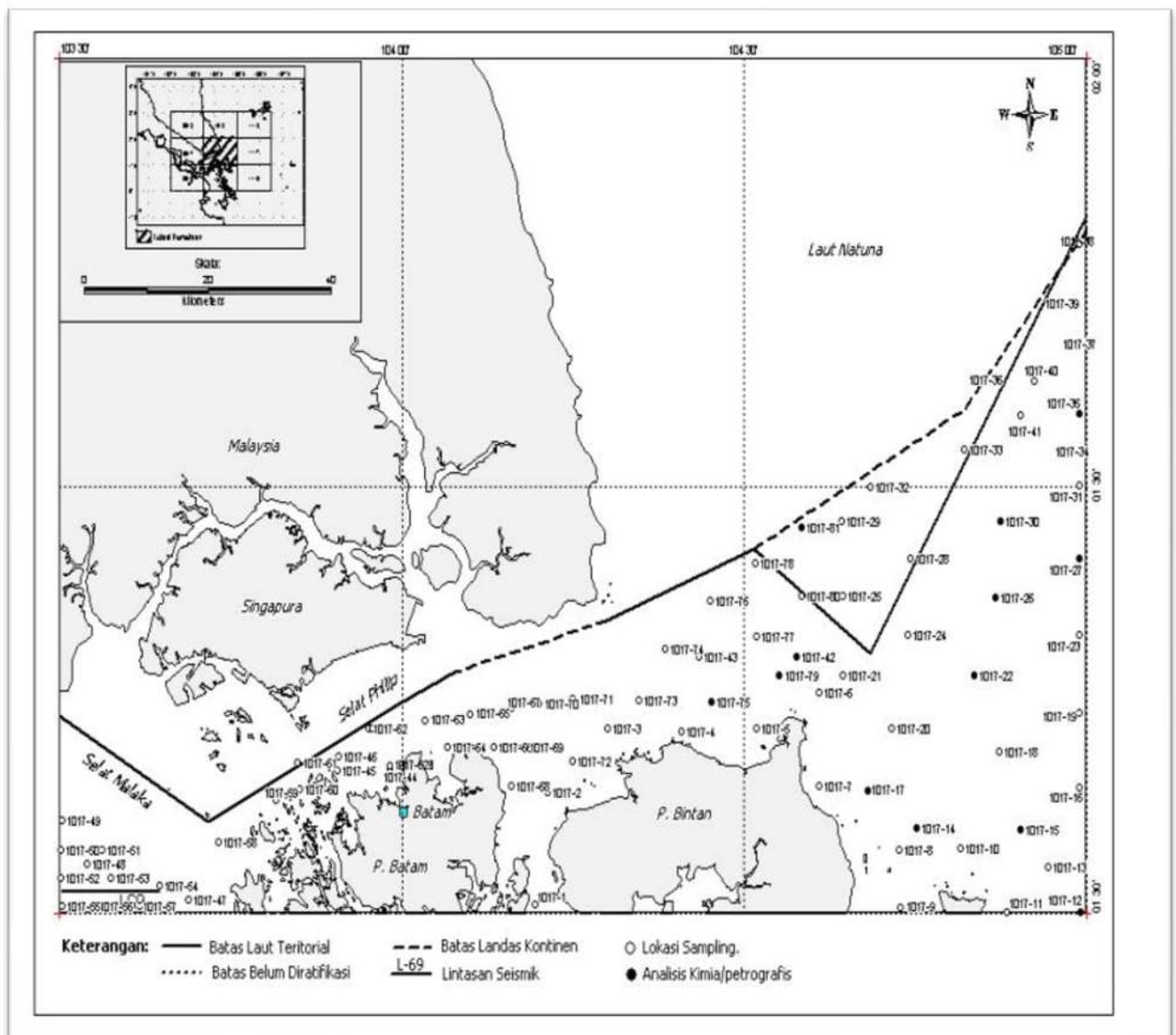
Gambar 4.6 Kandungan unsur tanah jarang di permukaan dasar laut Selat Riau

#### 4.1.2 Kandungan Mineral di Batam Utara

Kandungan mineral kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) di dalam sedimen permukaan permukaan dasar laut Perairan Batam Utara mencapai rata-rata 79,72%, berdasarkan analisis mineral di dalam satuan pasir sedikit lempung dan lanau. Mineral ini, kandungannya akan lebih tinggi lagi bila terdapat di fragmen kasar (pasir-kerikil) dan kandungannya bisa mencapai lebih dari 90%. Mineral kuarsa ini sangat umum terdapat di dalam batuan granit atau batuan felsik. Batuan granit di daerah penyelidikan juga mengandung mineral kasiterit dan mineral berat lainnya. Mineral kasiterit adalah pembentuk logam timah yang mengandung 10 hingga 150 ppm. Kandungan tertinggi terdapat di contoh nomor 1017-75 dan terendah terdapat di contoh nomor 1017-15 dan 1017-35. Mineral kuarsa dan kasiterit diendapkan

sebagai endapan letakan dan mineral-mineral ini berhubungan erat dengan proses pelapukan batuan granit yang akhirnya diendapkan di dalam sedimen permukaan dasar laut.

Analisis Kimia Pemeriksaan terhadap unsur logam dan non-logam dilakukan untuk mendapatkan data kandungan mineral timah (Sn) dan kuarsa (SiO<sub>2</sub>) dalam sedimen dasar laut (lanau – kerikil). Kandungan Sn berkisar antara 10–150 ppm; Sn tertinggi terdapat di lokasi 1017-75 dengan kandungan 150 ppm dan terendah di lokasi 1017-15 dan terendah di lokasi 1017-35 dengan kandungan 10 ppm. Mineral kuarsa (SiO<sub>2</sub>) umumnya dengan kandungan di atas 74,54% (Gambar 4.7).



Gambar 4.7 Lokasi Pengambilan contoh sedimen permukaan dasar laut Perairan Utara Batam-Bintan

Berdasarkan hasil pemetaan regional yang telah dilakukan oleh P3GL di sekitar Perairan Kepulauan Riau pada tahun 2002, memperlihatkan kandungan mineral timah dengan persentasi 0,08% – 2,54%. Sedangkan hasil kompilasi pekerjaan survei potensi mineral di pantai di sekitar Perairan Kepri yang dilakukan selama kurun waktu 2009-2015 di Jalur Granitoid memperlihatkan potensi sumberdaya untuk volumetrik pasir laut pembawa timah dan LTJ sebesar 386.400.000 m<sup>3</sup> (Aryanto, drr., 2017).

## 4.2 Kandungan Mineral dan Unsur Tanah Jarang di Perairan Bintang Selatan

### 4.2.1 Kandungan Mineral di Perairan Bintang Selatan

Dari hasil analisis mineragrafi terhadap 7 sampel sedimen lepas permukaan laut, didominasi oleh kandungan kuarsa dengan persentase rata-rata 76 %. Kandungan tertinggi persentase 88% dan terendah 63% (Tabel 4.5).

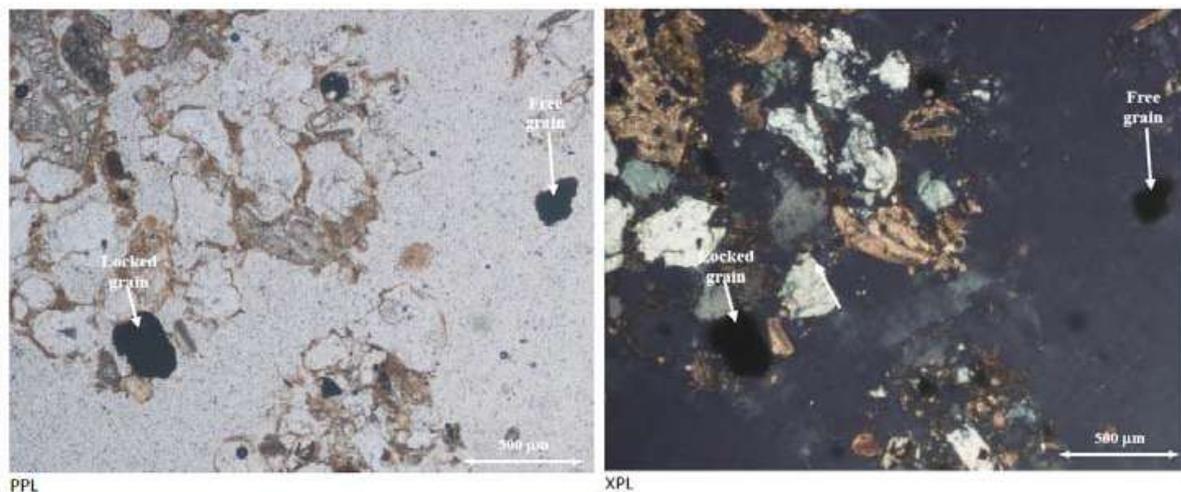
Tabel 4.5 Hasil Mineragrafi Terhadap 7 Sampel Sedimen Lepas Permukaan Laut di Perairan Bintang Selatan

Mineral	Mineralogy (% volume)						
	SB-03	SB-07	SB-17	SB-19	SB-22	SB-25	SB-30
Non Opaque mineral grains :							
Bioclast-quartz lithic	70						
Quartz (as in lithic and grain)		63	70	72	88	87	82
Carbonate (bioclast fragments)	27	35	28	25	10	10	15
Opaque mineral grains :							
fe-oxide masses	1	1	1	<1	<1	<1	<1
Hematite	<1		<1	<1	<1	<1	<1
Magnetite	<1						
Chalcopyrite		<1		<1		<1	<1
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Kandungan mineral opak yang teramati yaitu besi oksida, hematit, magnetit dan kalkopirit pada semua sampel paling banyak adalah dalam kadar 1%. Kandungan mineral opak sebagai mineral logam yang terdapat pada daerah penyelidikan persentase lebih kecil dari 1%. Bentuk butir menyudut (*angular*) sampai menyudut tanggung (*subangular*), ukuran



butir 0,1-2,6 mm dengan sortasi baik-buruk. Butiran mineral bukan opak terdiri dari sebagian besar silikat dan karbonat (bioklas). Mineral opaknya terdiri dari hematit, magnetit dan Fe-oksida/hidroksida (Gambar 4.8). Butiran silikat umumnya memperlihatkan refleksi lemah (R%) dengan warna abu sampai kecoklatan. Karbonat bioklas berwarna krem (*cream*), refleksi lemah sampai sedang dan umumnya memperlihatkan struktur bagian dalam bioklas. Hematit berwarna abu muda (*light-gray*), refleksi medium dan bagian dalam kuat berwarna merah (*strong deep red internal reflection*), umumnya dijumpai sebagai butiran bebas dan jarang sebagai butiran yang mengandung hematit (*hematite-bearing grains*). Hematit umumnya memiliki ukuran lebih kecil daripada butiran silikat dan karbonat (bioklas). Butiran ilmenit umumnya lebih kecil daripada hematit dan beberapa bagian mengalami alterasi hematit. Butiran magnetit sangat halus terkadang hadir mengisi bagian dalam cangkang bioklas dan bersama dengan butiran silikat.



Gambar 4.8 Fotomikrograf memperlihatkan mineral opak ditemukan sebagai butiran yang terkunci dalam fragmen litik kuarsa, dan ditemukan juga sebagai butiran bebas

Semua sampel menunjukkan bahwa sedimen lepas permukaan laut Bintang Selatan dan sekitarnya disusun oleh kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) sebagai penyusun utama. Kuarsa umum dijumpai dalam batuan beku plutonik (*granites, granodiorites, tonalites*), batuan hipabisal (*granite prophyries, pegmatites*) dan batuan vulkanik (*quartz porphyry, rhyolites*) yang bersifat asam sebagai mineral utama (*essential minerals*). Kuarsa terbentuk dari kristalisasi magma yang membeku, mulai dari *pegmatite-pneumatolytic* sampai *hydrothermal* tingkat temperatur rendah. K-feldspar, plagioklas, biotit, hornblende dan piroksen juga merupakan mineral utama pembentuk batuan beku. Selain dalam batuan beku asam,



kuarsa dapat ditemukan dalam batuan ubahan, batuan sedimen dan sebagai urat (*vein*) di dalam batuan. Kuarsa memiliki daya tahan tinggi dalam lingkungan sedimen, juga stabil di bawah lingkungan metamorfik tingkat rendah-tinggi, seperti pasir aluvium, pasir marin dan pasir gurun atau tersemenkan di dalam pematatan batuan (batu pasir). Kehadiran mineral ruah (*bulk minerals*) kuarsa, K-feldspar dan plagioklas dalam inti sedimen, sedimen pantai dan sedimen permukaan dasar laut, berkaitan erat dengan keberadaan Granit (Trg) yang batuan terobosan, berwarna kelabu kemerahan-kehijauan, berbutir kasar, berkomposisi felspar, kuarsa, hornblende dan biotit. Mineral umumnya bertekstur primer dan membentuk suatu pluton batolit yang tersingkap luas, terutama di Pulau Batam dan Bintan.

Pelapukan dan penneplenisasi menghasilkan mineral ekonomis seperti cebakan bauksit. Granit ini berdasarkan lokasi tipe dan komposisi mineralnya dikelompokkan menjadi beberapa pluton, seperti Pluton Granit Kawal di Bintan dan Pluton Granit Nongsa di Batam yang berumur Trias. Fragmen karbonat-bioklas yang terdiri dari butiran batu gamping dan cangkang moluska diduga berasal dari hasil aktivitas marin dan pengerjaan ulang batu gamping terumbu mati yang tersingkap pada paras/muka pantai di Pantai Bintan selatan.

Dominasi kandungan kuarsa pada semua sampel menunjukkan bahwa sedimen lepas permukaan laut Bintan Selatan dan sekitarnya disusun oleh kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) sebagai penyusun utama. Kuarsa umum dijumpai dalam batuan beku plutonik (*granites, granodiorites, tonalites*), batuan hipabisal (*granite porphyries, pegmatites*) dan batuan vulkanik (*quartz porphyry, rhyolites*) yang bersifat asam sebagai mineral utama (*essential minerals*).

Magnetit/*iron oxide* ( $\text{Fe}^{+2}\text{Fe}^{+3}_2\text{O}_4$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan kalkopirit ( $\text{CuFeS}_2$ ) termasuk kedalam kelompok mineral opak. Hasil analisis mineragrafi, magnetit dan kalkopirit sangat jarang (*trace*) dengan kadar tertinggi hematit hanya 1%. Begitu pula unsur logam Fe hasil analisis *inductively coupled plasma* (ICP-MS) distribusi frekuensinya jatuh pada nilai antara 1%. Magnetit memiliki berat jenis tinggi, stabilitas menengah dan tidak terlarut dalam lingkungan oksidasi. Dengan berat jenis tinggi kemungkinan pengendapan secara mekanik sebagai terigenous sedimen tidak akan terangkut jauh dari sumbernya. Magnetit ditafsirkan berasal dari hasil pelapukan dan erosi yang diangkut sungai dan diendapkan di pantai dan dasar laut, juga berasal dari hasil proses marin yang terbentuk di sepanjang garis pantai oleh pemusatan gelombang dan arus



air laut di sepanjang pantai. Gelombang melemparkan partikel-partikel membentuk cebakan ke pantai dan air yang kembali membawa bahan-bahan ringan untuk dipisahkan dari mineral berat. Partikel yang bertambah besar dan berat akan diendapkan/terkonsentrasi di pantai, kemudian terakumulasi sebagai batas yang jelas dan membentuk lapisan.

Perlapisan menunjukkan urutan terbalik dari ukuran dan berat partikel, di lapisan dasar berukuran halus dan/atau kaya akan mineral berat dan ke bagian atas berangsur menjadi lebih kasar dan/atau sedikit mengandung mineral berat. Hematit di bawah kondisi tropik dapat terbentuk dari hasil oksidasi mineral yang mengandung besi (alterasi magnetit) atau residu setelah batuan silikat/granodiorit (*laterite*) terlarut. Di lingkungan litoral atau marin dapat terbentuk sebagai hasil *flocculation* besi hidroksid yang disebabkan oleh aktivitas bakteri. Pirit selain sebagai terigenous sedimen, dapat pula terbentuk insitu (*autigenic*) pada kondisi reduksi karena kehadiran sulfur yang berasosiasi dengan organik dan fosil atau anaerob sedimen.

#### **4.2.2 Kandungan Unsur Tanah Jarang / REE Bintan Selatan**

Analisis lanjutan untuk kandungan unsur tanah jarang dilakukan pada 7 sampel sedimen permukaan laut terpilih. Hasil yang didapatkan dari ke tujuh sampel tersebut menunjukkan hasil yang bervariasi dengan kandungan Ce tertinggi 54,8 ppm dan terendah 13,9 ppm. Secara umum, jika dibandingkan dari kandungan keseluruhan maka sampel SB-17 memiliki kandungan semua unsur REE yang lebih tinggi dari semua sampel yang dianalisis (Tabel 4.6).



Tabel 4.6 Hasil Analisis Unsur Tanah Jarang di Perairan Batam Selatan

Ident	Unit	Det. Lim	Sampel						
			SB-03	SB-07	SB-17	SB-19	SB-22	SB-25	SB-30
Ce	PPM	0,1	17,5	13,9	54,8	13,7	16,2	21,5	34,5
Dy	PPM	0,1	1	0,9	1,1	0,7	0,9	1	1,9
Er	PPM	0,1	0,6	0,5	0,6	0,4	0,5	0,6	1,2
Eu	PPM	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4
Gd	PPM	0,1	1,3	1,4	1,3	0,8	1	1,1	2
Ho	PPM	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4
La	PPM	0,1	8,7	7,1	11,5	6,9	8	11	18,6
Lu	PPM	0,05	0,1	0,07	0,09	0,05	0,06	0,07	0,19
Nd	PPM	0,1	7,4	5,7	8,8	5,5	6,3	8,1	12,9
Pr	PPM	0,1	1,79	1,41	2,24	1,26	1,57	2,05	3,26
Sm	PPM	0,1	1,3	1	1,6	0,9	1,2	1,5	2,1
Tb	PPM	0,05	0,17	0,15	0,16	0,11	0,13	0,15	0,34
Tn	PPM	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Yb	PPM	0,1	0,7	0,5	0,7	0,3	0,5	0,5	1,1

Hasil analisis *inductively coupled plasma (ICP-MS)* terhadap sedimen permukaan dasar laut (SB) umumnya mengandung lengkap unsur tanah jarang, kecuali prometium (Pm). Distribusi frekuensi Lantanum (La), Serium (Ce), Praseodimium (Pr), Neodimium (Nd), Itrium (Y), Samarium (Sm) dan Gadolinium (Gd) jatuh pada kisaran nilai antara 1- 54,8 ppm dengan kadar Ce, La dan Nd lebih besar dibandingkan dengan Pr, Sm dan Gd. Unsur tanah jarang Ce, La, Nd dan unsur radioaktif Thorium (Th) dikenal sebagai pembentuk utama monasit.

Monasit merupakan senyawa fosfat yang dibentuk oleh 50-70% oksida UTJ. Xenotim (YPO<sub>4</sub>) merupakan senyawa itrium fosfat yang mengandung 54-65 % UTJ (Erbium, Serium dan Thorium). Demikian pula zirkon (ZrSiO<sub>4</sub>) merupakan senyawa silikat yang didalamnya dapat ditemukan Thorium, Itrium dan Serium. Kehadiran Ce, La, Nd dan Y diduga merupakan indikasi adanya mineral letakan berupa monasit, xenotim dan zirkon di daerah penelitian. Unsur tanah jarang yang terdapat dalam monasit, xenotim dan zirkon diduga berasal dari batuan granodiorit yang telah mengalami disintegrasi, lapuk lanjut dan terendapkan di lingkungan pantai dan laut. Keberadaan monasit, xenotim dan zirkon mengalami transportasi bersama mineral berat lain seperti magnetit, hematit, ilmenit, pirit yang kemudian terendapkan di lingkungan baru sebagai endapan letakan aluvium. Hal serupa kehadiran bijih besi (Fe), Aluminium (Al) dan Timah (Sn) berasal dari batuan granodiorit.

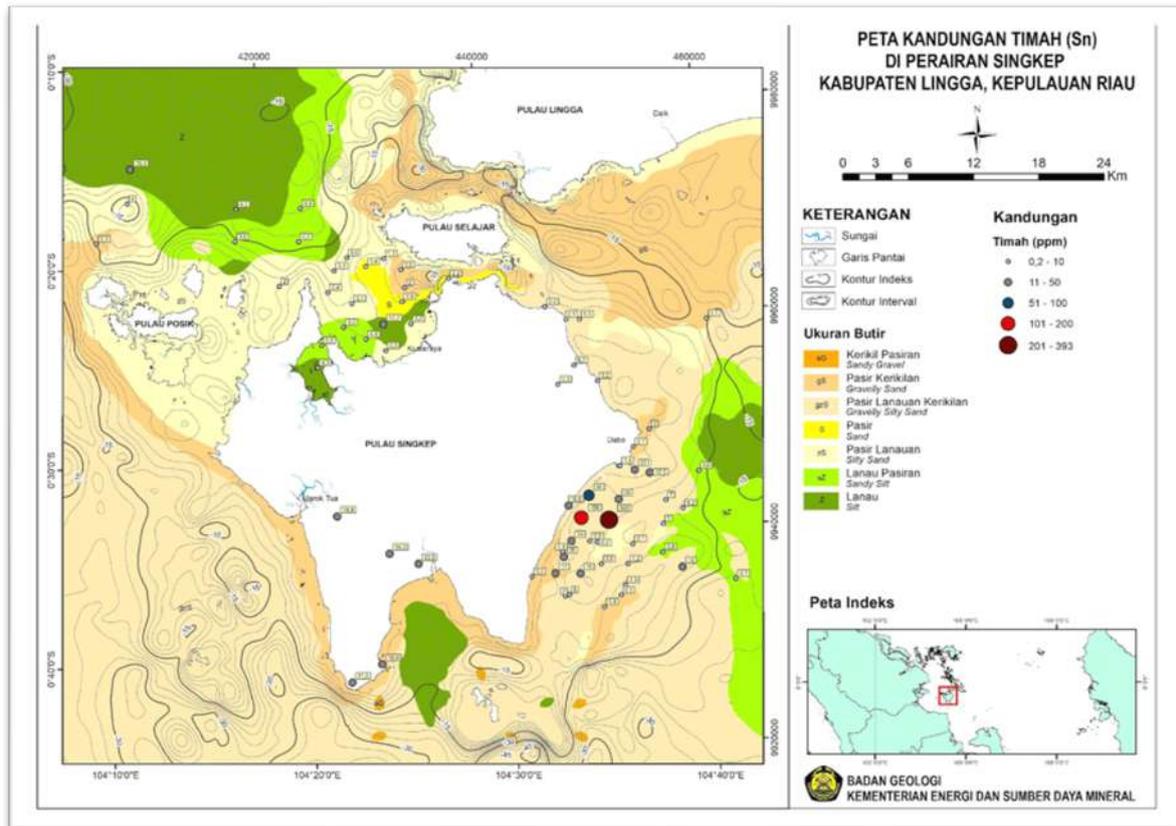


Kandungan REE pada sampel SB-17 yang lebih tinggi dibandingkan dengan sampel yg lainnya kemungkinan karena lokasi sampel tersebut berada tepat di muara sungai di sebelah selatan area penelitian. Hasil rombakan batuan di daratan dan hasil pengayaan mineral terbawa oleh sungai dan terendapkan tidak jauh dari muara sungai. Kemudian kandungan terbesar kedua ialah pada sampel SB-30. Lokasi ini pun berdekatan dengan muara sungai besar, sehingga dimungkinkan terendapkan kandungan REE yang cukup signifikan.

### **4.3 Kandungan Mineral dan Unsur Tanah Jarang di Perairan Singkep**

Terdapat 14 unsur mineral yang disajikan pada laporan ini (Tabel 4-7), yaitu unsur Timah (Sn), Thorium (Th), Zirconium (Zr), Aluminium (Al), Titanium (Ti), Sulfur (S), Fosfor (P), Mangan (Mn), Chromium (Cr), Seng (Zn), Litium (Li), Nickel (Ni), Kobal (Co), dan Besi (Fe). Kandungan unsur mineral Timah (Sn), Thorium (Th), dan Zirconium (Zr). kandungan unsur mineral Aluminium (Al), Titanium (Ti), Sulfur (S), Fosfor (P), Mangan (Mn), Chromium (Cr), Seng (Zn), Litium (Li), Nickel (Ni), Kobal (Co), dan Besi (Fe). Mineral Timah terdapat pada semua sampel yang dianalisis dengan kisaran 2 ppm-15 ppm (Gambar 4.9). Selain itu terdapat Silika ( $\text{SiO}_2$ ) dengan kandungan bervariasi antara 19% sampai 90%, Kandungan silika antara 50,1 – 75% terdapat di bagian utara dan barat laut Perairan Singkep. Kandungan silika antara 75,1 – 85%; terdapat di bagian timur dan selatan Perairan Singkep dengan total 7 sampel. Kandungan silika antara 85,1 – 100% terdapat pada 6 sampel. Jumlah rata-rata kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) di Perairan Singkep adalah 68,44%.





Gambar 4.9 Peta kandungan timah Perairan Singkep

Secara geokimia terdapat kesamaan karakter antara batuan granit dan sedimen permukaan dasar laut di daerah penyelidikan. Perbedaan terdapat pada 2 (dua) unsur, yaitu  $Al_2O_3$  dan  $Fe_2O_3$ , kandungan  $Al_2O_3$  pada batuan granit lebih tinggi dibandingkan di dalam sedimen. Sebaliknya, kandungan  $Fe_2O_3$  dalam batuan granit lebih rendah daripada di dalam sedimen permukaan dasar laut. Kandungan unsur tanah jarang seperti cerium, lantanum, yttrium dan thorium dalam sedimen pantai maupun sedimen permukaan dasar laut merupakan pencerminan keberadaan dari mineral monasit, xenotim dan zirkon yang dikenal sebagai mineral asesoris dalam batuan granit yang terdapat di daerah penyelidikan. Batuan granit tersebut sebagai pembawa oksida unsur tanah jarang, Sn, W, Be, Nb, Ta, dan Th berupa dari granit tipe S atau seri ilmenit. Disamping itu kemungkinan kandungan mineral tanah jarang sebagai mineral ikutan di daerah penyelidikan juga dapat berhubungan dengan adanya cebakan bijih besi primer yang banyak dijumpai di sepanjang jalur timah seperti banyak dijumpai di daerah penyelidikan.

Relatif rendahnya kadar unsur-unsur tanah jarang tersebut baik dalam sedimen permukaan dasar laut maupun sedimen pantai kemungkinan karena relatif sedikitnya kehadiran mineral monasit dalam sedimen-sedimen tersebut. Bahkan berdasarkan

analisis mineragrafi terhadap konsentrat dulang dari beberapa percontoh sedimen tidak teridentifikasi adanya mineral monasit.

Tabel 4.7 Hasil analisis kimia pada unsur yang terkandung pada mineral letakan

NO	X	Y	TAHUN	KODE	UNSUR MINERAL PLASER														
					Sn	Th	Zr	Al	Ti	S	P	Mn	Cr	Zn	Li	Ni	Co	Fe	
					Part Per Million (ppm)														
1	427645	9940495	2014	SK-03	14,00	36,70	77,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	432447	9936964	2014	SK-06	14,30	42,20	78,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	431761	9926791	2014	SK-08A	18,80	19,70	26,70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	435127	9938022	2014	SK-13	13,90	31,90	61,80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	431966	9926259	2014	SK-16	11,30	2,98	11,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	433576	9957012	2015	SGB-01	1,50	2,48	19,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	432928	9959446	2015	SGB-02	1,90	2,66	13,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	436566	9962754	2015	SGB-04	4,40	14,40	111,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	442519	9969038	2015	SGB-07	3,10	6,80	40,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	430216	9973006	2015	SGB-11	3,60	13,30	69,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	412132	9972662	2015	SGB-18	4,40	15,30	79,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	408957	9969064	2015	SGB-19	2,00	4,50	22,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	415571	9968958	2015	SGB-23	2,20	4,55	18,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	418323	9965783	2015	SGB-24	4,00	11,20	62,10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	421286	9965942	2015	SGB-25	19,30	39,10	131,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	430388	9968312	2015	SGB-28	3,90	10,80	75,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	430388	9963455	2015	SGB-29	2,40	6,73	40,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	430282	9959909	2015	SGB-30	3,30	9,10	62,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	430229	9956893	2015	SGB-31	3,30	14,10	62,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	427054	9960174	2015	SGB-32	4,30	18,00	91,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	423985	9963349	2015	SGB-34	17,70	34,10	105,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	421022	9963296	2015	SGB-35	2,30	5,85	58,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	418376	9963455	2015	SGB-36	3,40	7,71	63,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	412184	9963508	2015	SGB-38	3,10	8,40	46,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	408851	9950914	2015	SGB-41	2,00	2,93	14,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	412026	9948003	2015	SGB-43	2,20	5,72	17,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	411761	9950808	2015	SGB-44	1,30	1,95	14,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	418376	9953718	2015	SGB-48	4,40	13,00	85,20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	421551	9957316	2015	SGB-50	4,30	16,10	73,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	451524	9953116	2016	PD-01	3,2	9	16,2	40100	1780	300	150	33	473	16	8,9	17	1	3,1	
31	448653	9956745	2016	PD-03	2,1	1,51	8,1	4600	139	410	50	46	515	5	20	16	2	0,7	
32	448891	9941520	2016	PD-12	19,8	5,71	61	4650	1790	130	50	53	544	7	19	14	1	0,7	
33	449400	9954492	2016	BT-08	6,7	19,7	121	1E+05	10600	340	200	199	602	80	5,7	62	6	9	
34	454848	9946958	2016	BT-17	2,7	3,27	11,8	6700	264	70	50	42	551	8	20	14	1	0,7	
35	445544	9934928	2016	BT-27	3,3	2,55	12,4	2650	172	50	50	171	15	6	17	4	1	1,6	
36	459860	9942346	2016	DB-09	2	3,82	24,3	15900	718	850	160	80	263	10	18	9	2	1,1	
37	455786	9940203	2016	DB-24	2,7	8,03	87,2	18400	1450	2300	120	93	338	17	24	14	3	1,4	
38	458564	9939277	2016	DB-28	1,3	1,73	7,8	5050	175	590	70	123	18	4	20	6	1	1,6	
39	453807	9933046	2016	DB-38	3,8	11	70,8	42900	2520	1870	400	163	145	26	40	18	6	1,9	
40	446160	9932094	2016	DB-96	1,4	1,21	5	3720	252	330	80	178	13	5	8,5	4	1	1,6	
41	455417	9932056	2016	DB-105	2	3,3	31,1	7070	750	520	70	232	26	9	13	8	2	2,1	
42	450861	9938210	2016	DB-148	2,5	5,32	35,4	15100	845	590	100	246	28	13	24	9	2	2,4	
43	448370	9937190	2016	DB-151	1,8	4,14	26	8470	228	320	60	228	16	5	21	6	1	2,1	
44	457902	9954861	2016	DB-127	2,3	2,84	24,9	9870	730	440	120	76	286	8	13	13	2	0,7	
45	459440	9941282	2016	DC-80	6,2	11,2	80,8	83500	3390	5330	190	154	53	19	71	17	4	2,9	
46	464286	9934761	2016	DC-83	4,1	12,5	91,8	98700	4010	870	160	159	63	35	49	24	6	4	
47	451930	9936105	2016	DC-106	3,9	6,98	45,1	27000	1610	990	120	278	40	19	34	13	3	2,8	
48	447954	9952797	2016	PD-02	5,3	37,4	331	94300	5020	1820	3980	1150	171	112	209	44	21	5,4	
49	453616	9945283	2016	PD-04	1,4	0,68	4,1	34700	1190	740	2380	1850	91	179	11	32	153	50	
50	446728	9959863	2016	PD-08	2,2	1,11	14,9	51700	4690	350	1220	104	151	984	10	163	38	44	

Hal ini menunjukkan bahwa sangat sedikitnya mineral monasit yang berasal dari formasi-formasi batuan di daratan yang terangkut dan terendapkan baik dalam sedimen permukaan dasar laut maupun sedimen pantai. Dari hasil interpretasi data seismik di daerah penyelidikan, pada umumnya menunjukkan adanya lembah-lembah purba (alur purba) yang diduga merupakan tempat pengendapan sedimen letakan mengandung endapan letakan (mineral timah) dan unsur tanah jarang, sehingga daerah penyelidikan mencerminkan adanya kekayaan endapan letakan (timah) dan unsur tanah jarang yang ekonomis.



Hasil analisis kimia pada batuan granit di bagian timur Pulau Singkep dan sedimen permukaan dasar laut yang didominasi mineral kuarsa (pasir kuarsa) menunjukkan hasil sebagaimana tabel 4.8 dan tabel 4.9.

Tabel 4.8 Hasil analisis unsur kimia utama pada granit di Pulau Singkep bagian timur setelah dinormalisasi menjadi 100% tanpa LOI

No.	Kode Contoh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	MC-01	75,56	13,19	1,47	0,53	0,17	3,34	5,07	0,09	0,05	0,03
2	MC-02	76,81	12,63	1,26	0,21	0,12	3,11	5,15	0,06	0,12	0,02
3	MC-03	72,68	15,58	1,39	0,40	0,31	3,74	4,39	0,12	0,07	0,04
4	MC-04	74,79	13,48	1,69	0,44	0,21	3,17	5,34	0,10	0,03	-
5	MC-05	74,83	13,52	1,78	0,36	0,21	3,06	5,07	0,11	0,04	0,03

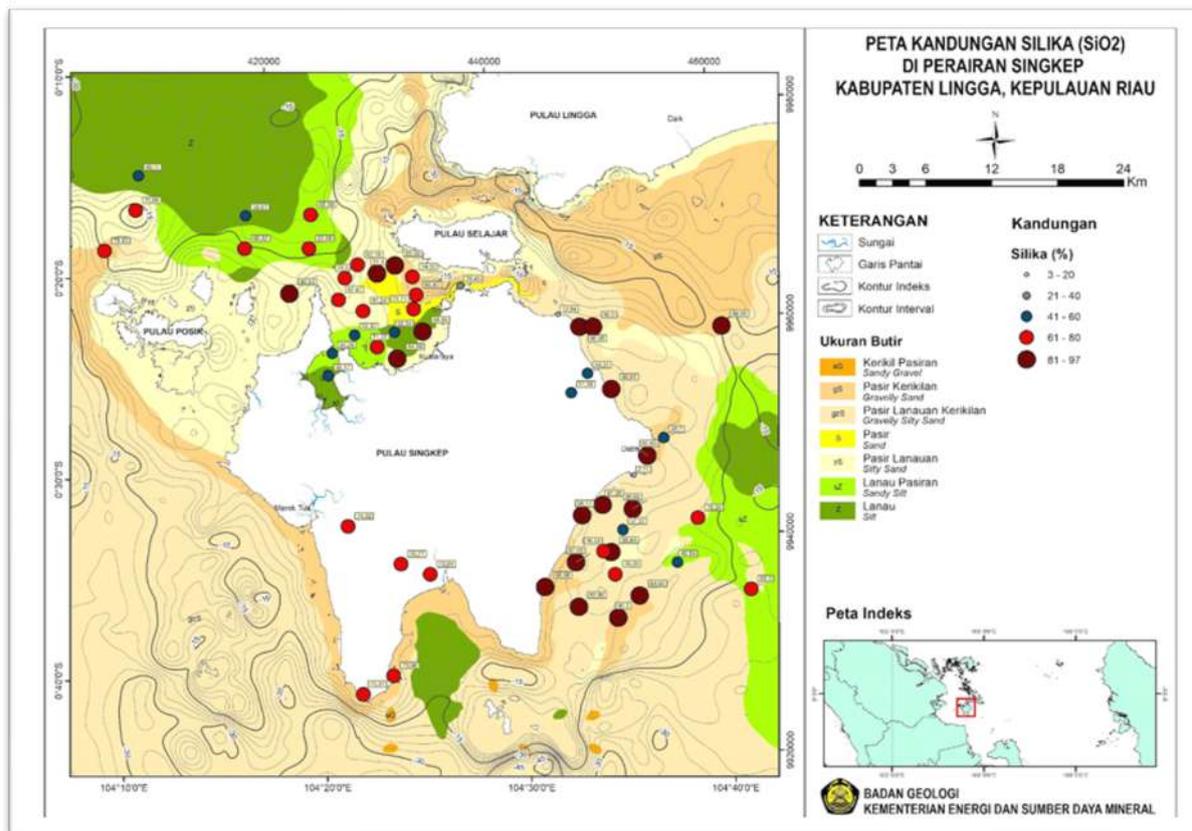
Secara umum, hasil analisis kimia menunjukkan kandungan SiO<sub>2</sub> berada pada kisaran antara 72,68 - 76,81% termasuk dalam magma asam. Hasil analisis geokimia pada sedimen permukaan dasar laut menunjukkan kandungan SiO<sub>2</sub> berada kisaran antara 76,84 - 79,76%. Kandungan Si<sub>2</sub>O pada sedimen permukaan dasar laut (pasir kuarsa) hampir sama dengan granit di pantai Pulau Singkep (Gambar 4.11).

Tabel 4.9 Hasil analisis unsur kimia utama pada sedimen permukaan dasar laut di perairan Pulau Singkep setelah dinormalisasi menjadi 100% tanpa LOI.

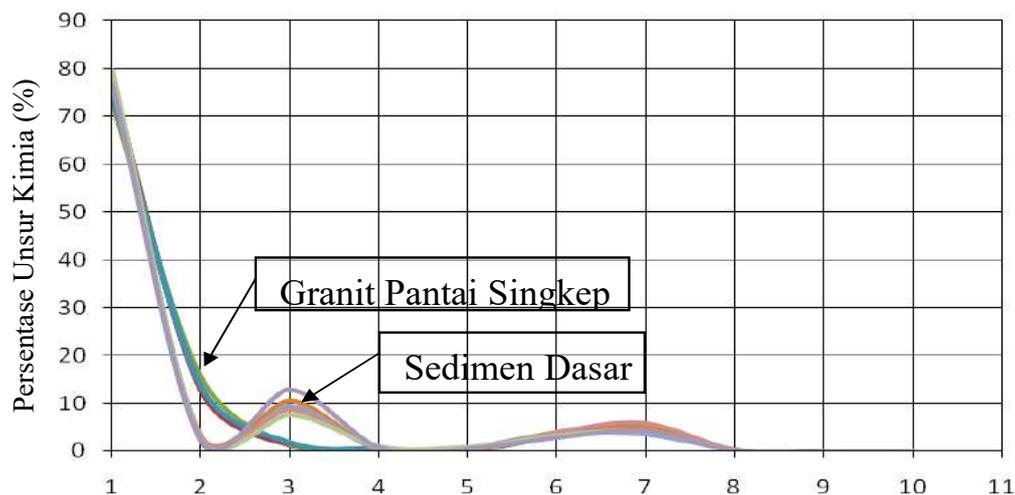
No.	Kode Contoh	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	DBS-05	77,36	3,29	10,52	0,24	0,36	2,96	5,11	0,08	0,00	0,03
2	DBS-06	78,69	2,10	9,46	0,35	0,74	3,77	3,42	0,26	0,02	0,04
3	DBS-13	77,37	3,11	8,66	0,57	0,27	3,93	5,80	0,33	0,02	0,07
4	DBS-14	79,76	2,53	7,57	0,90	0,86	3,32	4,18	0,03	0,01	0,01



5	DBS-16	76,84	2,26	12,88	0,82	0,45	2,74	4,16	0,04	0,00	-
---	--------	-------	------	-------	------	------	------	------	------	------	---



Gambar 4.10 Peta Kandungan silika Perairan Singkep



Ket: 1.SiO<sub>2</sub>; 2.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 3.Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4 CaO, 5.MgO, 6. Na<sub>2</sub>O, 7.K<sub>2</sub>O, 8.TiO<sub>2</sub>, 9.MnO, 10. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Gambar 4.11 Grafik perbandingan komposisi kimia granit dan pasir laut di perairan Pulau Singkep.

Secara umum komposisi kimia pada granit dan sedimen permukaan dasar laut memperlihatkan pola yang sama, kecuali pada komposisi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang memperlihatkan pola perkembangan yang berbeda. Komposisi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pada granit



menunjukkan kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  antara 12,63 - 15,58% dan kandungan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  antara 1,26 - 1,78%, sedangkan pada sedimen permukaan dasar laut menunjukkan kandungan  $\text{Al}_2\text{O}_3$  antara 2,10 - 3,29% dan kandungan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  antara 7,57 - 12,88%.

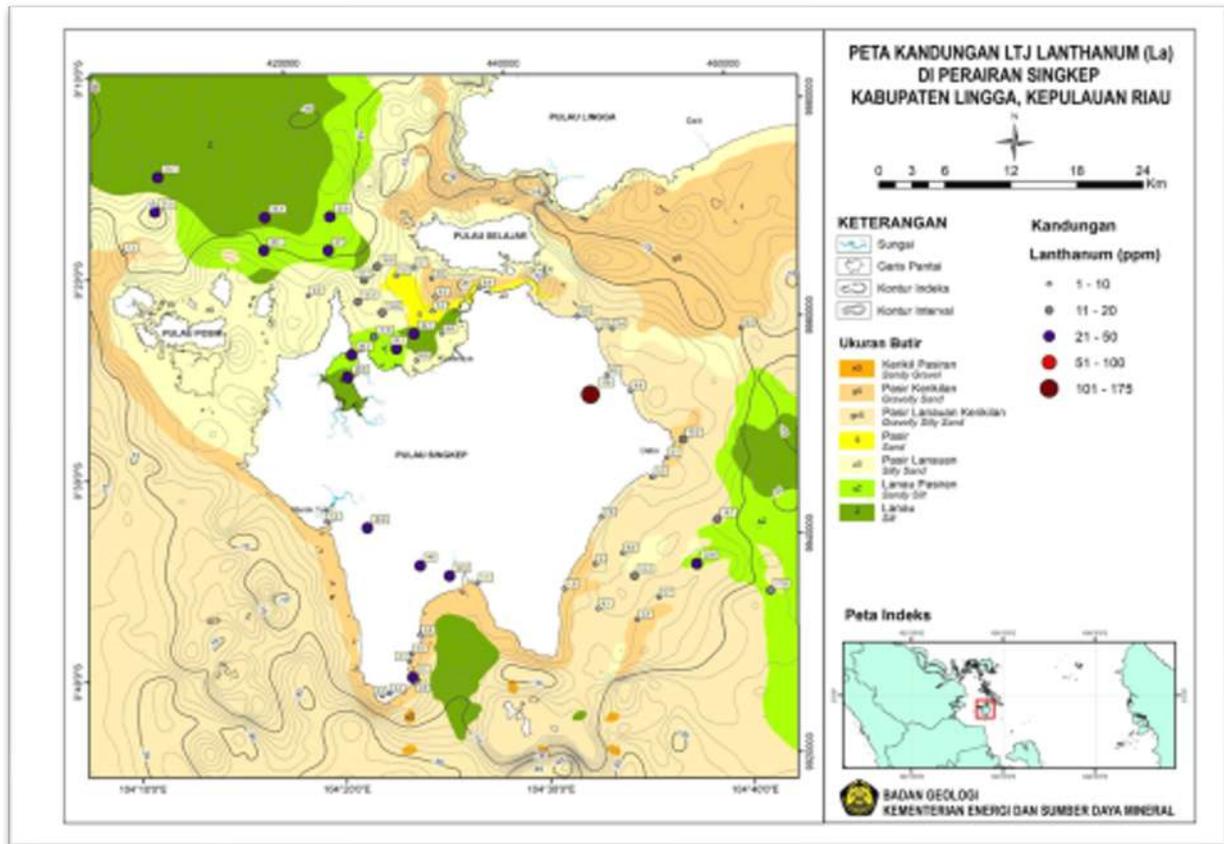
Perbedaan tersebut relatif kecil disebabkan oleh adanya pengaruh perubahan fisik granit yang terurai menjadi pasir kuarsa dan mineral lainnya (terutama lempung/kaolin) serta peran air laut yang kaya mineral garam berpengaruh pada unsur besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) dan lempung/kaolin ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). Hasil perajahan unsur kimia pada diagram  $\text{SiO}_2$  vs  $\text{FeO}_{\text{tot}}/\text{MgO}$ , menunjukkan bahwa granit Singkep berada di sekitar batas antara granit tipe A dan granit tipe I & S. Satu contoh termasuk dalam granit tipe-I & S dan empat contoh berada dalam granit tipe-A (Gambar 4.11).

Berdasarkan hasil penyelidikan ini, maka secara kimiawi, granit di Pulau Singkep dapat mewakili daerah bagian tengah penyebaran granit di Kawasan Barat Indonesia (*Central Granite Belt*). Menurut Batchelor (1983), berdasarkan posisi tektonik, granit di sepanjang Pulau Sumatra, Singkep dan Bangka dipengaruhi oleh tektonik Busur Sumatra dan daerah transisi dengan Busur Belakang di Kawasan Barat Indonesia, sehingga berada dalam satu kelompok, yaitu granit timah utama (*main tin belt granites*).

Mineral radioaktif yang terdapat pada granit Muncung adalah monasit dan zirkon sedangkan pada konsentrat dulang adalah monasit, zirkon, dan senotim. Keterdapatannya mineral radioaktif rata-rata dalam konsentrat dulang adalah monasit 34,29%, zirkon 16,18%, dan senotim 1,69 %. Kadar uranium rata-rata dalam konsentrat dulang adalah 441 ppm, dan kadar thorium rata-rata adalah 4.210 ppm. Ditinjau dari kadar uranium, thorium dan keterdapatannya mineral radioaktif maka daerah di sekitar granit Muncung dianggap sangat potensial untuk dikembangkan pada tahap eksplorasi lebih rinci.

Konsentrasi unsur La, Ce, Nd dan Y sebagai unsur logam tanah jarang di daerah penelitian secara potensial berada di wilayah sebaran batuan granit Muncung dan aluvium hasil rombakannya. Sebarannya berada di bagian barat laut Kota Dabo. Saat ini, daerah tersebut merupakan bekas penambangan timah yang *tailing*-nya masih mengandung unsur La, Ce, Nd dan Y di mineral monasit, zirkon dan alunit. Kadar La tertinggi mencapai 20100 ppm, Ce 37100 ppm, Nd 2840 ppm dan Y 9872 ppm. Depositnya ditemukan sebagai endapan aluvial hasil rombakan batuan granit tersebut. Pengukuran geolistrik dan pengeboran dapat diusulkan untuk penelitian selanjutnya sehingga sebaran dan ketebalan *tailing* diketahui dan jumlah potensi sumber dayanya dapat dihitung.

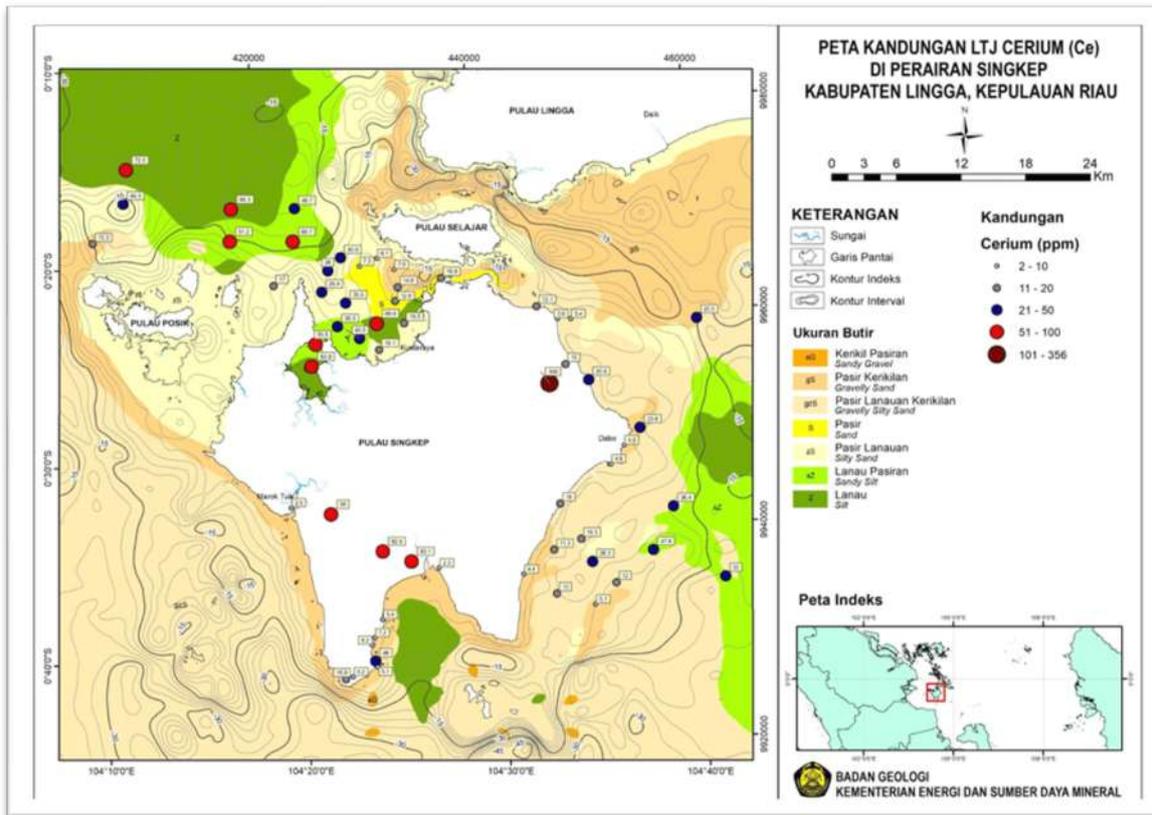




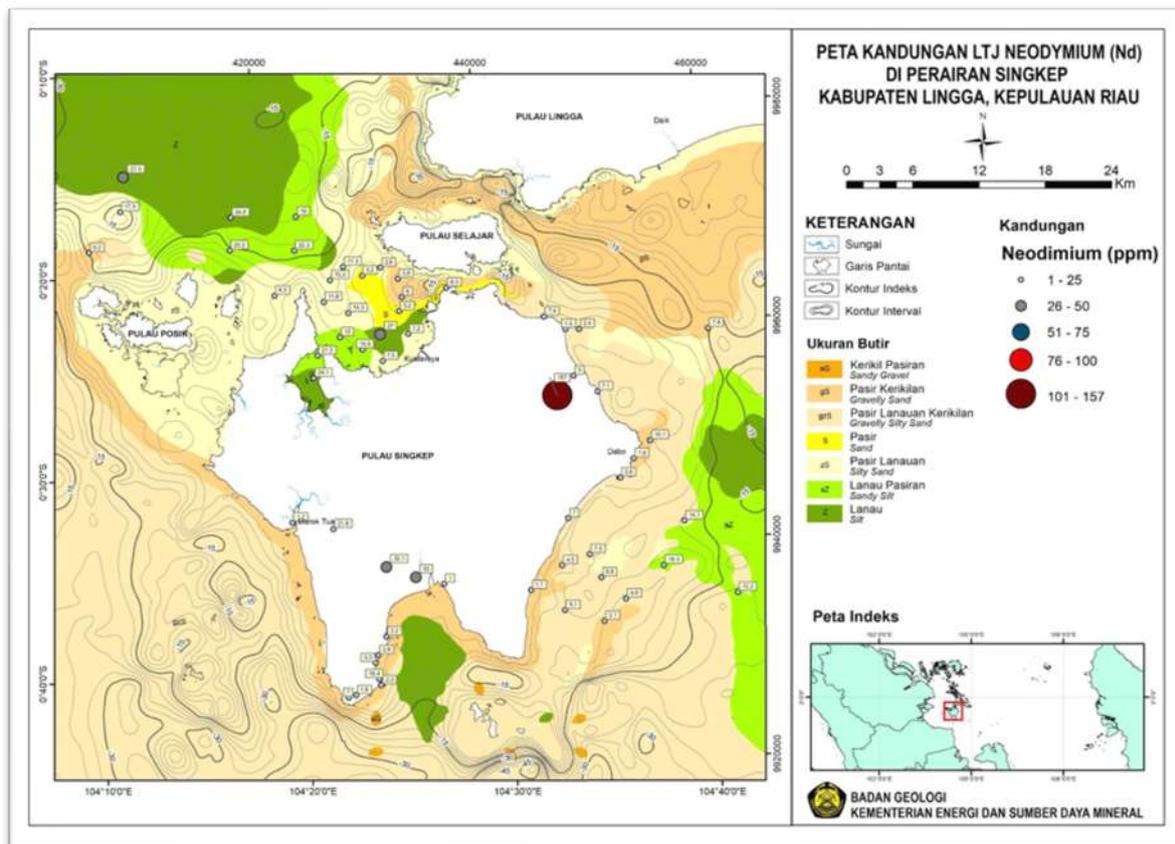
Gambar 4.12 Peta kandungan Lanthanum Perairan Singkep

Hasil analisis geokimia kandungan *lanthanum* (La), *cerium* (Ce), dan *neodymium* (Nd) dari 50 sampel sedimen permukaan yang diambil dari lapangan memperlihatkan bahwa kadar La, Ce, Nd dan Y rendah bila dibandingkan dengan konsentrasi La, Ce, Nd dan Y dalam kerak bumi yaitu berturut-turut 39 ppm, 66,5 ppm, 41,5 ppm dan 33 ppm.

Rendahnya kadar La, Ce dan Nd (Gambar 4.12, 4.13 dan 4.14), diperkirakan berhubungan erat dengan keterdapatannya mineral zirkon pada zona granit jalur timah. Jika ditinjau dari wilayah formasi batuan lokasi pengambilan sampel sedimen permukaan maka kadar La, Ce dan Nd terdapat pada sampel-sampel yang diambil di wilayah bersumber dari batuan granit Muncung.



Gambar 4.13 Peta kandungan Cerium Perairan Singkep



## 4.4 Kandungan Mineral dan Unsur Tanah Jarang di Perairan Natuna

### 4.4.1 Mineral Berat

Hasil analisis mineral berat dari 35 conto sedimen yang telah dipilih, dengan didasarkan atas penyebarannya. Diharapkan contoh yang diambil dapat mewakili keseluruhan daerah selidikan. Kandungan mineral berat tersebut terdiri dari mineral opak, yang berupa kasiterit, hematit, limonit, dan ilmenit yang sebagian berubah menjadi mineral ubahan leukosen. Mineral tranparan yang ditemukan adalah zirkon, rutil, turmalin, monasit, biotit, amfibol. Berdasarkan asosiasi mineralnya, diduga batuan sumber dari mineral tersebut berada tidak jauh dari lokasi pengambilan conto, dan berasal dari batuan beku yang bersifat asam atau berasal dari granit dan granodiorit.

### 4.4.2 Unsur Tanah Jarang

Dari hasil analisa geokimia dengan menggunakan metoda ICP terhadap 28 contoh, baik yang berasal dari sedimen laut maupun pantainya, unsur-unsur yang dianalisis berturut-turut dari LREE ke HREE adalah: Lanthanum (La), Cerium (Ce), Lutetium (Lu).

**Lantanum (La)**, Unsur ini memiliki nomor atom 57 dengan berat atom 138,9055, karena nomor dan massanya yang ringan unsur ini dikelompokkan kedalam unsur tanah jarang ringan (LREE). Di daerah telitian untuk contoh batuan yang dianalisis memberikan kisaran antara 1 – 8,24 ppm

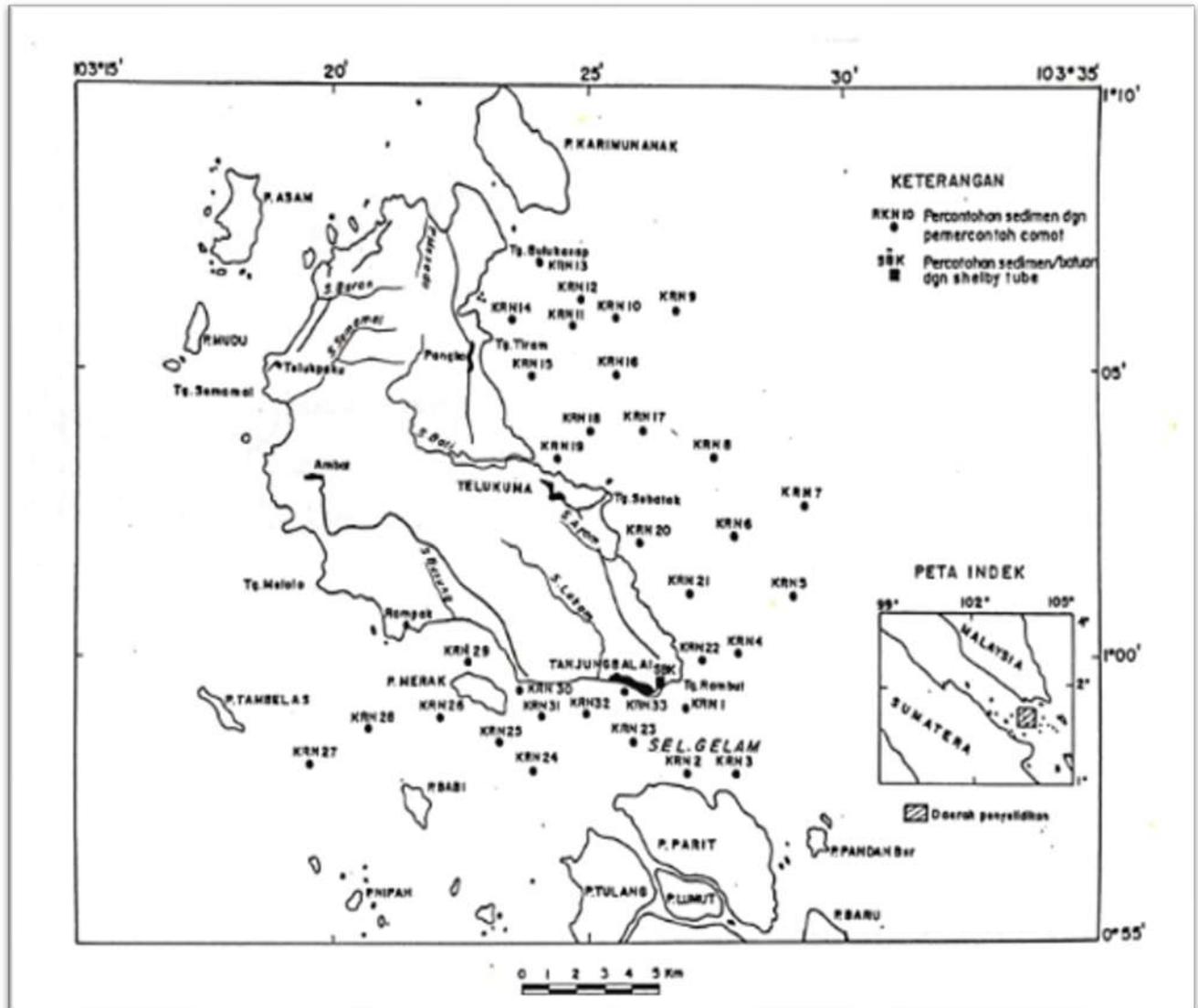
**Cerium (Ce)**, Unsur ini memiliki nomor atom 58 dengan berat atom 140,12. Seperti halnya lantanum, unsur inipun termasuk dalam kelompok unsur tanah jarang yang ringan (LREE). Kandungan keterdapatan unsur ini di daerah penelitian 4–22 ppm.

**Lutetium (Lu)**, Unsur ini memiliki nomor atom 71 dengan berat atom 174.97. Merupakan bagian dari kelompok unsur tanah jarang yang berat (HREE). Kandungan keterdapatan unsur ini di daerah penelitian tidak begitu signifikan berkisar sekitar 0,1 ppm.



## 4.5 Kandungan Mineral di Perairan Karimun

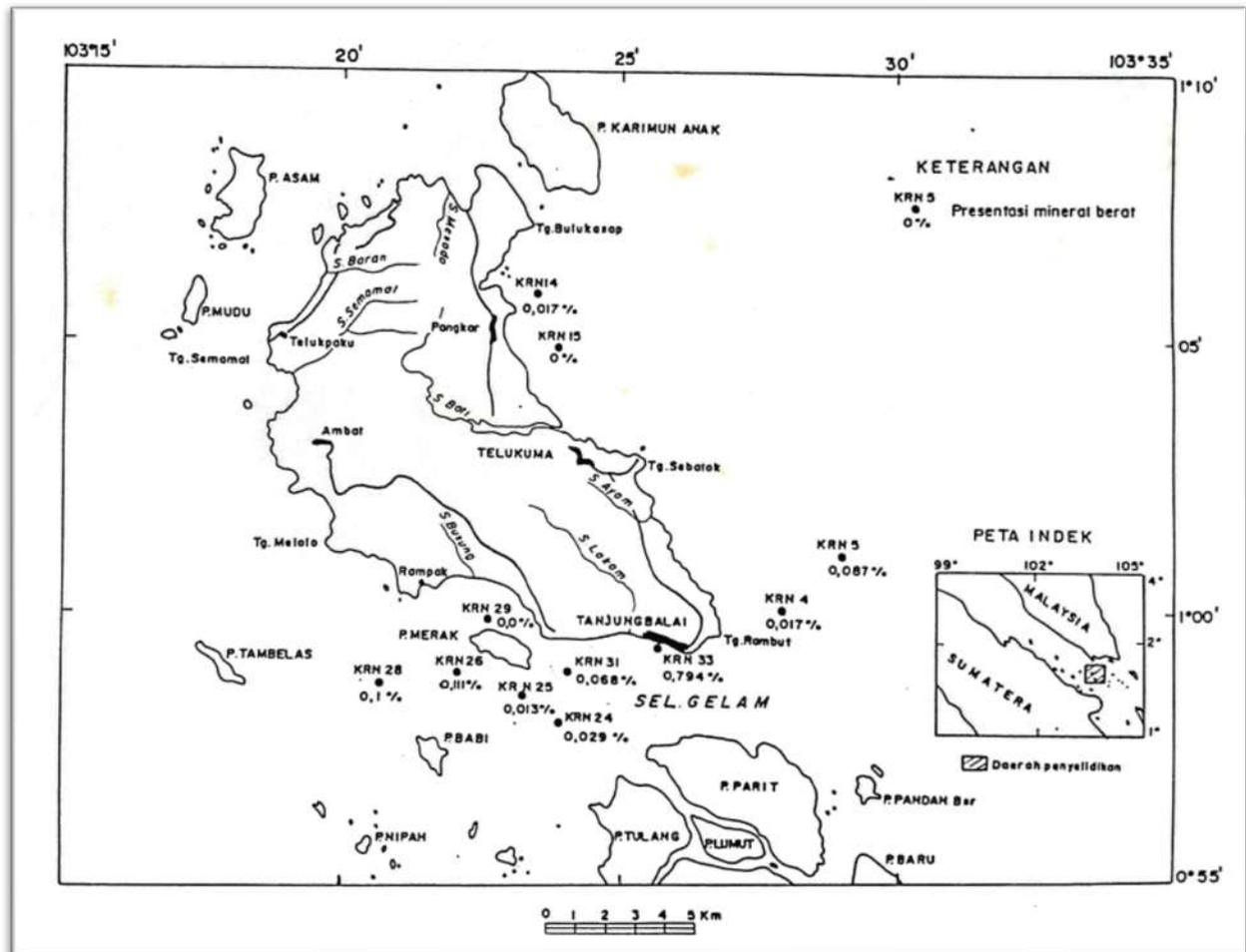
Untuk analisis mineral berat dari 33 contoh sedimen yang diperoleh, dipilih 11 contoh sedimen yang dianggap mewakili (4.15). Pemisahan mineral berat dilakukan dari fraksi 3 phi (pasir sangat halus) dari setiap contoh sedimen dengan menggunakan cairan Bromoform ( $B_j = 2.87$ ). Hasil pemisahan dan perhitungan prosentase mineral berat dalam setiap contoh sedimen yang dianalisis.



Gambar 4.15 Lokasi pengambilan contoh sedimen Dasar laut Perairan Karimun

Pasir lumpuran sedikit kerikilan umumnya memiliki kandungan mineral berat yang lebih tinggi dibanding satuan sedimen lainnya, yaitu KRN-28, KRN-31, dan KRN-33 masing-masing kandungan mineral beratnya adalah 0,1%, 0,068%, dan 0,794%. Persentase 0,794% tersebut merupakan kandungan mineral berat tertinggi yang diperoleh dari

daerah selidikan yaitu terletak dekat pantai Tanjungbalai. Perolehan kandungan mineral berat dari satuan-satuan sedimen lainnya adalah sebagai berikut: lanau pasiran (KRN-14) 0,017%, lumpur pasiran sedikit kerikilan (KRN-04) 0,017%, pasir sedikit kerikilan (KRN-05) 0,087%, lumpur kerikilan (KRN-24) 0,029 %, pasir (KRN-25) 0,013 %, kerikil pasiran (KRN-26) 0,111 % ( Gambar 4.16).



Gambar 4.16 Peta kandungan mineral berat di Perairan Karimun

Mineral berat yang terdapat dalam sedimen permukaan dasar laut di daerah selidikan berkisar antara 0,017 % - 0,794 %. Mineral berat hampir dijumpai dalam sebagian besar satuan sedimen. Tidak terdapatnya mineral berat dalam satuan kerikil dan lanau disebabkan karena sangat kecilnya fraksi sedimen 3 phi dalam satuan sedimen tersebut, sehingga tidak dilakukan analisis.

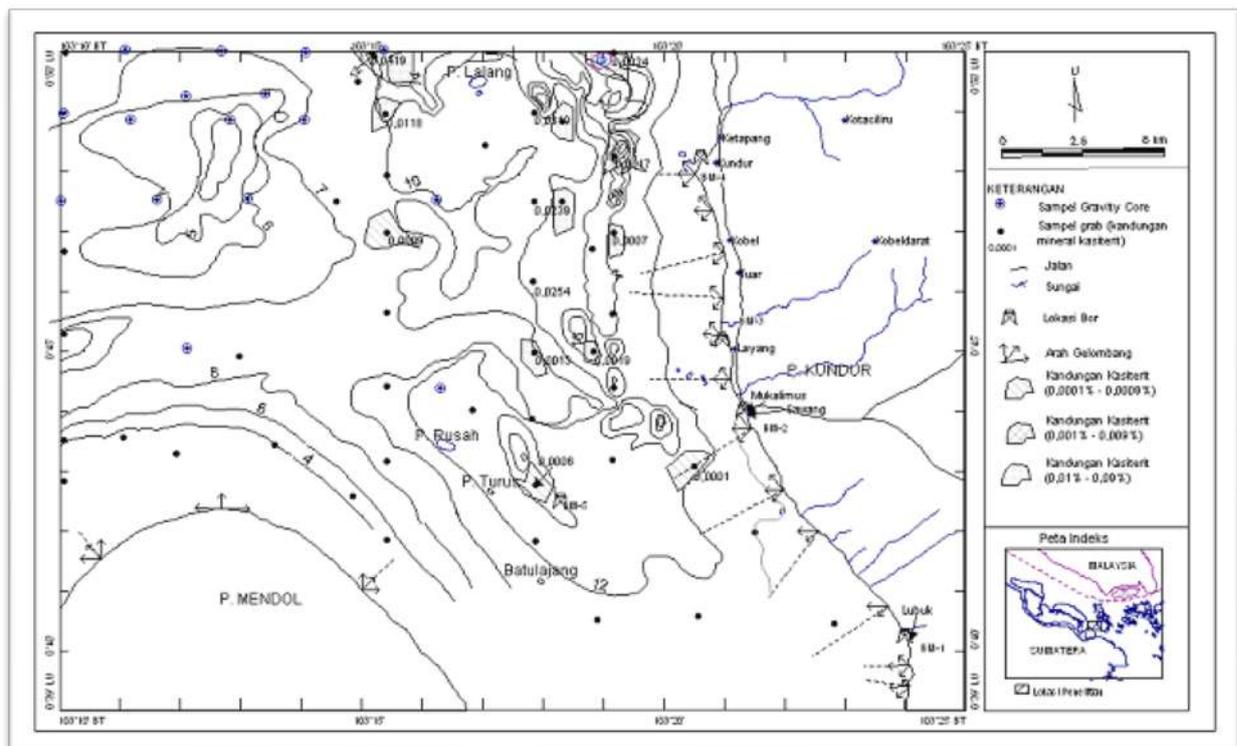


## 4.6 Kandungan Mineral Perairan Kundur

Berdasarkan analisis mineral di perairan Kundur, didapatkan 24 jenis mineral berat (Setiady, drr., 2001) yaitu: magnetit, kasiterit, zirkon, monasit, xenotim, piroklor, apatit, ribekit, garnet, hornblenda, turmalin, muskovit, wolframit, sphene, pirit, ilmenit, hematit, topas, scheelit, kolumbit, siderit, alunit, leukosen, dan chamosit .

Unsur tanah jarang yang dijumpai pada tujuh contoh sedimen permukaan dasar laut dan 3 contoh bor inti adalah cerium (15,41 – 16,88 ppm), lantanum (5,40 – 6,80 ppm), itrium (5,18-5,58 ppm), zirkonium (5,05-5,95 ppm) dan neodimium 20,25 – 20,95 ppm).

Sedimen permukaan dasar laut di perairan Kundur tersusun oleh lanau (Z), lanau pasiran (sZ), kerikil pasiran, lumpur dan pasir. Satuan lanau menutupi hampir 55% dari seluruh daerah penelitian diikuti oleh krikil pasiran, pasir, lumpur dan lanau pasiran. Morfologi permukaan dasar laut sangat bervariasi ada yang landai dengan perubahan kedalaman yang teratur ada juga yang berbentuk lekukan-lekukan dan lubang-lubang besar kemungkinan akibat dari penambangan pasir. Karakteristik pantainya terdiri dari: pantai berpasir dan pantai berlumpur. Pantai berpasir, berrelief sedang ( $5^{\circ}$ - $8^{\circ}$ ), tersusun oleh pasir ukuran butir sedang sampai kasar, berwarna kuning kecoklatan. Pantai berlumpur berrelief rendah berkisar antara ( $1^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ) yang pada bagian tepinya ditanami bakau oleh penduduk setempat.



Gambar 4.17 Peta kandungan mineral kasiterit, kedalaman dasar laut, dan arah gelombang

Kasiterit ( $\text{SnO}_2$ ), termasuk group oksida, merah kecoklatan, prismatic, identik dengan rutil, kekerasan 6 - 7, berat jenis 6,8 - 7,0. sinonim dengan bijih timah, endapan kasiterit genesanya berasosiasi dengan batuan beku asam terutama granit. terbentuk pada akumulasi pegmatit, endapan kontak metasomatik dan hidrotermal. Kasiterit digunakan untuk solder, untuk keramik, timah pada campuran tembaga.

Kawasan pantai berpasir di Pulau Kundur terbentang di bagian utara mulai dari Ketapang, Kundur sampai Kobel dan Tuar, di bagian tengah mulai dari Layang sampai Sawang dan di bagian selatan mulai dari Lubuk sampai akhir daerah selidikan. Sedangkan di Pulau Mendol pantai berpasir terdapat di bagian ujung. Morfologi dasar laut berupa lubang-lubang secara setempat-setempat yang sangat terjal mulai kedalaman 12 meter sampai 20 meter, Ketidakteraturan morfologi dasar laut ini diduga terbentuk karena bekas penambangan pasir dan timah, kemudian telah terjadi proses sedimentasi yang mengisi lubang-lubang hasil penggalian oleh mineral kasiterit. Hal ini terjadi karena arus dasar laut yang sangat besar berarah utara selatan membawa material sedimen berukuran pasir dan kerikil pasiran menutupi lubang-lubang hasil pengerukan. Hal ini ditunjang adanya data kandungan kasiterit yang tinggi di utara daerah selidikan yaitu KDR-11 dengan sedimen pasir kerikilan, semakin ke selatan semakin kecil dengan ukuran butir lanau-lanau pasiran. Sedangkan kearah barat yang mempunyai kedalaman antara 10 meter sampai 14 meter dengan morfologi yang agak teratur dengan ukuran butir lanau-lanau pasiran, bukan merupakan daerah penambangan karena mineral kasiterit sangat kecil kandungannya. Berdasarkan hal tersebut, maka mineral kasiterit ditemukan dominan pada sedimen dengan ukuran butir pasir sampai kerikil, diendapkan oleh arus utara selatan yang sangat besar yang berasal dari Pulau Karimun. Hal ini ditunjang oleh adanya kontur batimetri yang relatif berarah utara-selatan. Hal ini sesuai dengan data megaskopis granit Karimun dan granit Kundur, umumnya berukuran kasar dengan megakristal. Berdasarkan peta karakteristik pantai granit Kundur, di pantai yang mengalami pelapukan dan sedimentasi ke arah lepas pantai pada batuan granit yang terdapat di permukaan dan adanya sedimen pasir. Sedangkan yang di bawah permukaan batuan granitnya tidak mengalami pelapukan, sehingga dari hasil pemboran tidak ditemukan mineral kasiterit



#### 4.7 Kandungan Mineral di Perairan Nipah

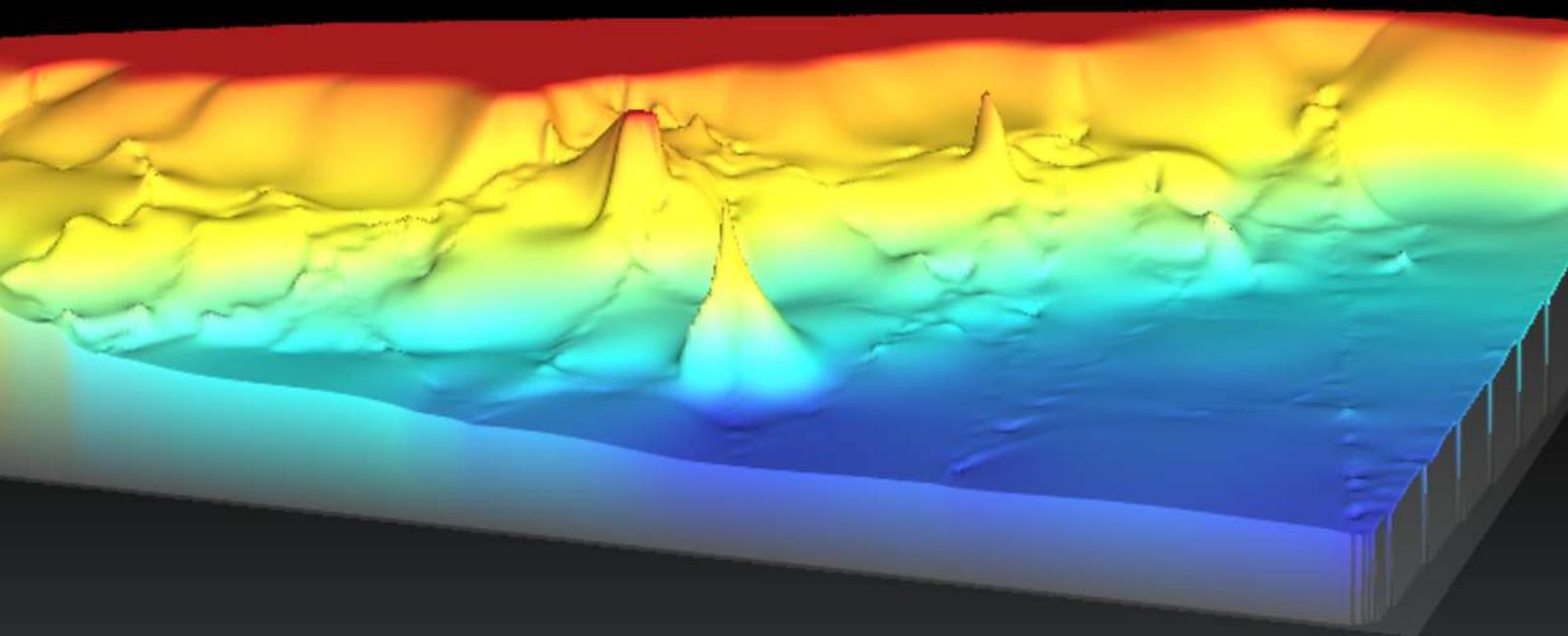
Persentase kandungan mineral magnetit berkisar antara yang terkecil adalah 0,0025 (contoh NPL 0319) dan yang terbesar adalah 0,1416% (contoh NPL0330). Hasil analisis mineral berat pada beberapa contoh sedimen permukaan dasar laut terpilih menunjukkan bahwa mineral berat memiliki persentase lebih kecil dari mineral ringan, hal ini menunjukkan kemungkinan batuan asal dari sedimen permukaan dasar laut adalah batuan yang memiliki kandungan mineral ringan lebih besar daripada kandungan mineral berat. Kalau dihubungkan dengan geologi regional, bahwa batuan penyusun di sekitar Riau kepulauan adalah batuan tipe benua (granitik) nampaknya ini sesuai bahwa batuan beku dengan kandungan mineral ringan besar adalah batuan-batuan tipe granitik atau batuan beku asam.

# BAB 5



## OSEANOGRAFI PERAIRAN KEPULAUAN RIAU

---



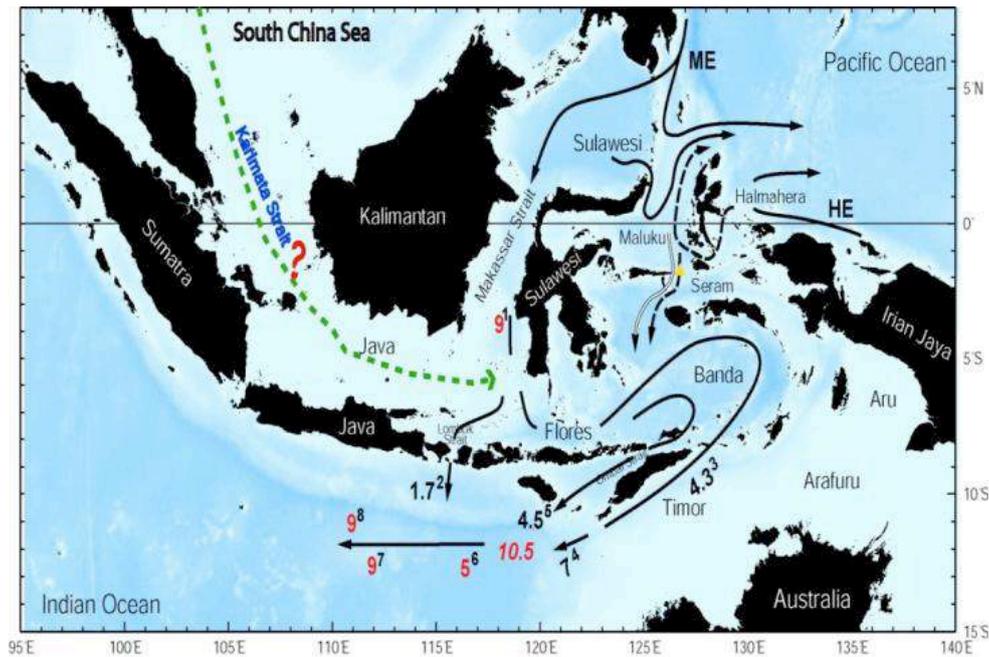
## BAB 5 OSEANOGRAFI PERAIRAN KEPULAUAN RIAU

Perubahan muka air laut telah terjadi sejak zaman es dan zaman cairnya es (*glacial-interglacial time*) yang pada waktu itu daratan menjadi lautan dan atau sebaliknya. Pada waktu zaman es terbentuklah Paparan Sunda di Indonesia bagian barat dan Paparan Sahul di Indonesia timur. Kedua paparan tersebut merupakan paparan yang terletak di daerah katulistiwa yang dipengaruhi oleh fluktuasi suhu udara, dan begitu juga pada periode zaman es (Hantoro, 1994). Sebagai negara tropis, selama fase penurunan muka air laut di zaman es, terbentuk daratan luas yang merupakan dataran banjir berawa, dan berhutan tropis yang berubah menjadi dataran berlumpur, berpasir, sampai tumbuhnya batugamping koral di bagian tepian laut hingga laut dangkal pada zaman es cair.

### **Arus Lintas Indonesia (Arlindo)**

Transpor Arus Lintas Indonesia (Arlindo) terjadi dari barat ekuator Pasifik ke Samudra Hindia. Sistem arus tersebut bergerak sepanjang batas barat (*western boundary*) dan dikenal juga dengan nama *Western Boundary Current* (WBC) di selatan Samudra Pasifik kemudian melintasi ekuator menjadi Arlindo (Lee *et al.*, 2002). Perpindahan massa air tersebut dikenal dengan nama *low latitude western boundary current* (LLWBCs) (Qiu dan Masumoto, 2011). Arus LLWBCs masuk ke Indonesia melalui Selat Makassar berasal dari Arus Mindanao di tepi timur Filipina (Hautala *et al.*, 1996) yang membawa massa air *North Pacific Intermediate Water* (NPIW) dan *North Pacific subtropical Water* (NPSW) (Du dan Qu, 2010). Arlindo bervariasi secara musiman yang dipengaruhi oleh adanya pergantian musim (Wyrtsky 1961; Illahude dan Gordon 1996; Shinoda *et al.*, 2012). Penguatan Arlindo terjadi pada lapisan termoklin dengan kecepatan tertinggi terjadi pada musim timur (Susanto *et al.*, 2012). Hasil penelitian Pujiana *et al.* (2009) menemukan adanya variabilitas intra musiman dari aliran massa air Arlindo pada wilayah dekat Kanal Labani. Adanya variabilitas yang kuat di Selat Makassar juga ditemukan oleh Susanto *et al.* (2012). Mayer dan Damm (2012) juga menyatakan bahwa model arus pada wilayah Selat Makassar memiliki variabilitas ruang dan waktu yang tinggi (Gambar 5.1).





Gambar 5.1 Pergerakan volume massa air Arlindo (Susanto dan Gordon, 2005)

## 5.1 Oseanografi Selat Batam Bintang

### 5.1.1 Pasang Surut

Pengamatan pasang surut dilakukan selama 15 hari di daerah Telaga Punggur dengan menggunakan rambu ukur (*Peilscale*) dengan pengamatan setiap interval 1 jam. Pemilihan lokasi pengamatan pasang surut adalah di sekitar pantai terdekat dengan lokasi survei. Prinsip kerja pengamatan pasang surut adalah pencatatan angka ketinggian air laut setiap 1 jam pada rambu pasang surut yang ditempatkan di laut. Pengamatan ini dimaksudkan untuk mendapatkan koreksi terhadap hasil survei batimetri.

Metode yang digunakan dalam pengolahan data pasang surut ini adalah metode harmonis *British Admiralty* yaitu untuk menghitung konstanta harmonis yang terdiri atas : muka laut rata-rata (*mean sea level*), amplitudo dan fasa yang terdiri atas 9 (sembilan) komponen utama pasang surut (M2, S2, N2, K1, O1, M4, MS4, K2, dan P1). Hasil akhir perhitungan konstanta harmonis ini adalah sbb:

FINAL RESULT										
	So	M2	S2	N2	K2	K1	O1	P1	M4	MS4
A cm	235.0	56.5	18.6	18.6	4.3	28.5	29.5	9.4	1.5	0.6
g		-60.9	14.2	266.6	14.2	-89.8	-108.2	-89.8	67.1	-159.7



$$F = 0.772275$$

Dimana:

M2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh bulan

S2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh matahari

N2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh perubahan jarak bulan

K2 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh perubahan jarak matahari

O1 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari

K1 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari dan bulan

P1 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari

M4 = Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh pengaruh ganda M2

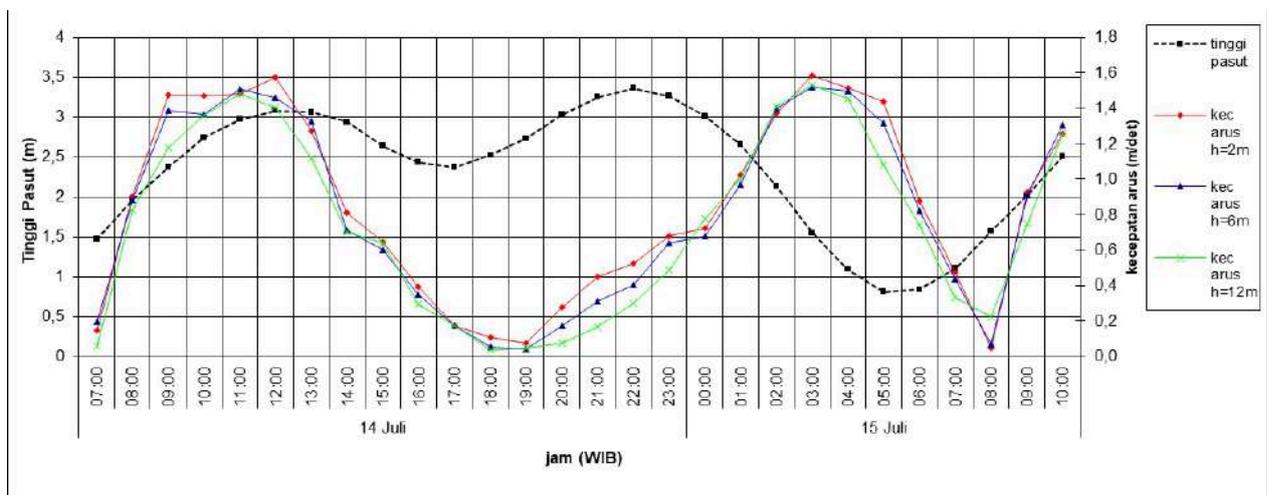
MS4=Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh interaksi antara M2 & S2

Untuk mendapatkan tipe pasang surut dapat diketahui dengan menghitung harga indeks Formzal yang diperoleh dari harga-harga konstanta harmonik dengan menggunakan persamaan:

$$F = \frac{A(O1) + A(K1)}{A(M2) + A(S2)}$$

Dari hasil koreksi tersebut akan diperoleh angka kedalaman laut yang sesungguhnya.

Hasil pengamatan pasang surut menunjukkan bahwa tunggang air maksimum selama pengamatan adalah 2.72 meter dengan harga bilangan Formzal (F) sebesar 0,7722 yang berarti tipe pasang surut di daerah ini adalah campuran condong ke harian ganda, yaitu terjadi pasang/surut penuh dan pasang/surut tidak penuh sekali dalam sehari. Hasil perhitungan dengan metode admiralty diperoleh harga MSL sebesar 2,35 meter.



Gambar 5.2 Kurva tinggi pasang surut dengan kecepatan arus di Perairan Batam

### 5.1.2 Pengamatan Arus

Pengamatan arus di sekitar perairan Batam ini dilakukan pada tgl 14-15 Juli di satu titik dengan 3 kedalaman laut yg berbeda, yaitu kedalaman permukaan, menengah dan dasar laut (2 m, 6 m, 12 m). Pengamatan arus ini dilakukan selama 26 jam dengan interval pengukuran tiap 1 jam. Hasil dari pengamatan arus ini menunjukkan bahwa ada hubungan yang erat antara pola arus dengan pasang surutnya.

Kisaran hasil kecepatan pengukuran arus di lokasi pengukuran adalah:

Kedalaman permukaan : 0,1 m/det - 1,6 m/det

Kedalaman menengah : 0 - 1,5 m/det

Kedalaman dasar laut : 0 - 1,5 m/det

Dari kurva perbandingan tinggi pasut dan kecepatan arus (Gambar 5.2) terlihat bahwa kecepatan air relatif naik pada saat kondisi air menuju pasang tidak penuh dan saat kondisi air menuju surut penuh (setelah pasang penuh). Kecepatan relatif menurun pada saat surut tidak penuh dan pada saat menuju surut minimum. Pasang dan surut penuh (maksimum) sangat besar sekali pengaruhnya terhadap kecepatan arus.

Dari hasil pengamatan dapat disimpulkan bahwa kecepatan-kecepatan maksimum terjadi pada saat:

- pasang tidak penuh
- 5 jam setelah pasang penuh/2 jam sebelum surut minimum.

Sedangkan kecepatan-kecepatan minimum terjadi pada saat:

- Satu s/d dua jam setelah surut tdk penuh
- Tiga jam setelah surut penuh.

Kecepatan arus nol (arus diam) terjadi pada kedalaman menengah dan dasar laut, yaitu pada jam 18.00 dan 19.00 yaitu pada saat perubahan dari surut tdk penuh menuju pasang penuh.

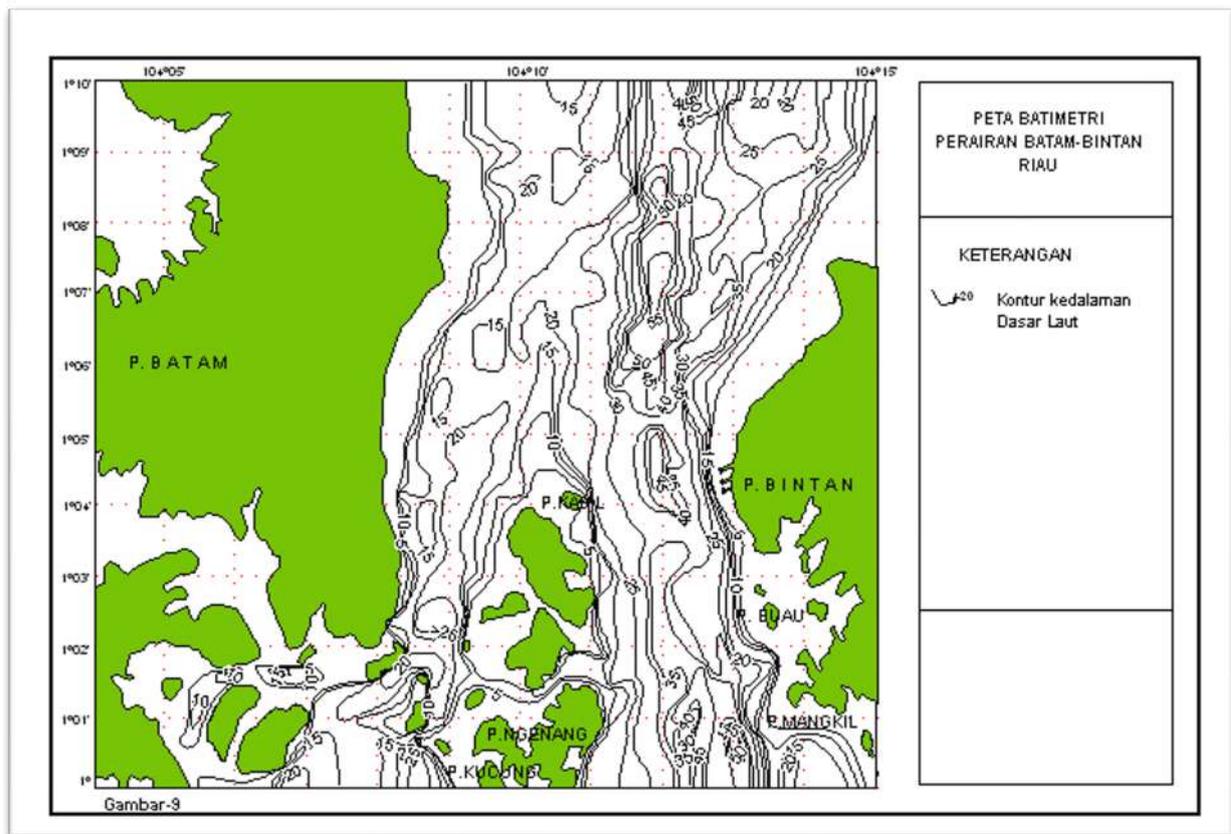
Sedangkan arah dominan arus di daerah penelitian ini adalah arah utara-selatan. Pada saat air pasang dan surut tidak penuh, arah arus dominan ke Selatan. Sedangkan pada saat air menuju pasang dan surut penuh (maksimal), arus dominan ke arah utara (Gambar 5.3). Jadi perubahan arah arus terjadi pada kondisi air dari surut menuju pasang.







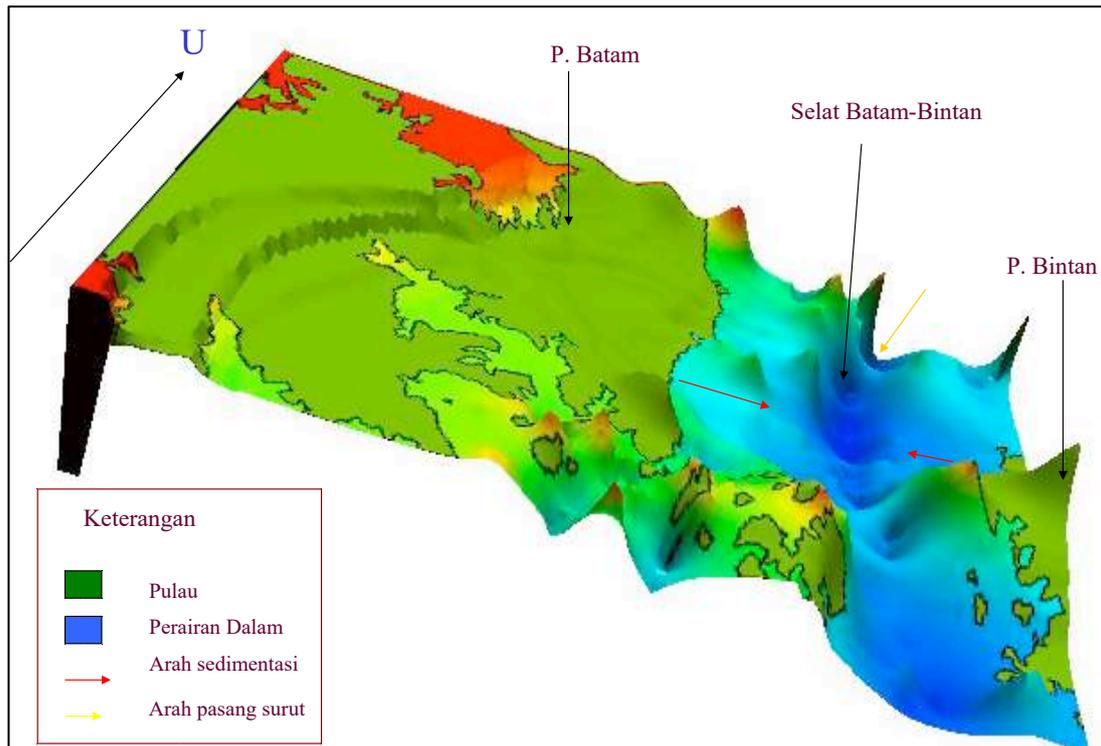
Pulau Batam relatif landai, semakin ke arah tengah semakin dalam, tidak terlihat perubahan morfologi dasar laut yang curam (Gambar 5.4).



Gambar 5.4 Peta batimetri Perairan Batam-Bintan

Kedalaman dasar laut diperoleh sepanjang lintasan pemeruman yang dikoreksi dengan hasil analisis pasang surut dan kedalaman tranduser sehingga diperoleh kedalaman sesungguhnya. Dari data yg sudah dikoreksi didapatkan kedalaman laut berkisar dari 0.8 m sampai dengan 58 m yang kemudian dihubungkan oleh garis kontur dengan interval 5 m. Dari hasil peta kontur kedalaman laut terlihat bahwa kedalaman laut disekitar Perairan P. Bintan (bagian Barat daerah penelitian) relatif lebih dalam dibandingkan dengan perairan sekitar P. Batam, sehingga dijadikan alur pelayaran kapal/ferry dan kedalaman laut yg relatif dangkal disekitar pantai. Disekitar P. Bintan kedalaman relatif dalam dan dijumpainya cekungan yang berarah Utara-Selatan (Gambar 5.5).



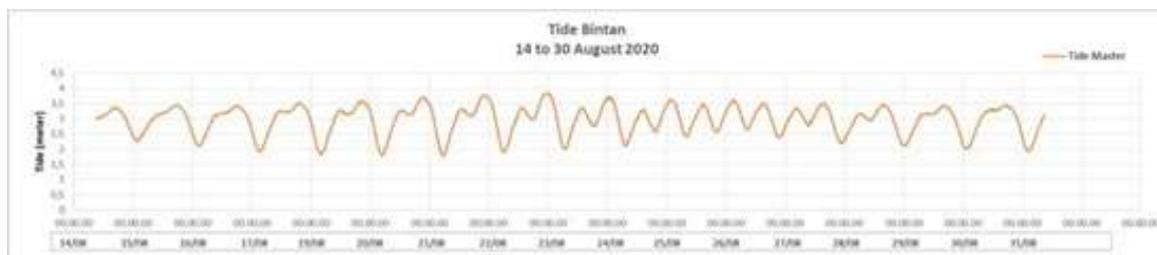


Gambar 5.5 Kenampakan 3 Dimensi Perairan Selata Batam-Bintan

## 5.2 Oseanografi Perairan Bintan Selatan

### 5.2.1. Pasang Surut

Hasil pembacaan besaran elevasi air laut terhadap waktu pengamatan dari data pasang-surut atau kurva grafis sinusoidal (Gambar 5.6) yang diamati simultan secara manual selama 17 piantan (14 - 30 Agustus 2020) di dermaga pribadi pemilik kapal, didapat muka laut rata-rata (*mean sea level*) 2,957 m dengan fluktuasi kedudukan muka air terendah 1,795 m, tertinggi 3,837 m, dan tunggang 2,042 m.



Gambar 5.6 Kurva Pengukuran Pasang Surut Perairan Bintan Selatan Selama 17 Piantan

Dari konstanta harmonik menunjukkan muka laut rata-rata di atas titik nol rambu atau lebih dikenal dengan istilah duduk tengah (Dt) sebesar 200.95 cm. Sedangkan nilai-nilai

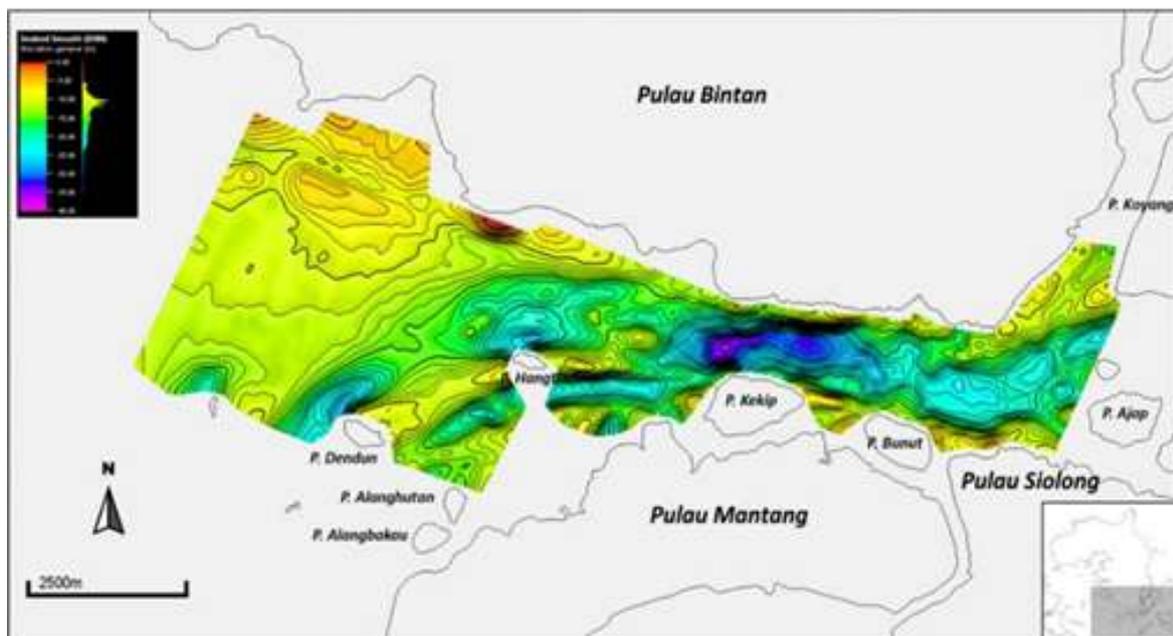
elevasinya diperoleh muka laut tertinggi 383,7 cm, terendah 179,5 cm, dan tunggang 289,6 cm (Tabel 5.1).

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Elevasi Pasang Surut

Jumlah Kejadian	Nilai - Nilai Elevasi	
Highest water spring (HWS)	383,7	1
Mean Highest water spring (MHWS)	258,4	420
Mean Highest water level (MHWL)	263,9	56,5
Mean sea Level (MSL)	200,95	645,6
Mean low Water Level (MLWS)	192,6	56,4
Mean low Water Spring (MLWS)	185,7	420
Lowest Water Spring	179,5	1
Tunggang Pasang	289,6	

### 5.2.2. Kedalaman Dasar Laut

Berdasarkan hasil pemeruman yang digambarkan pada peta kedalaman dasar laut (batimetri) daerah penelitian, memperlihatkan kedalaman berkisar antara 2-40 meter (Gambar 5.7). Kedalaman maksimum 40 meter dijumpai pada sisi selatan dari lokasi penelitian (daerah Batu Duyung). Kedalaman minimum 2 meter umum dijumpai pada sisi barat lokasi survei (daerah Kampung Batu Licin dan Tanjung Moco).



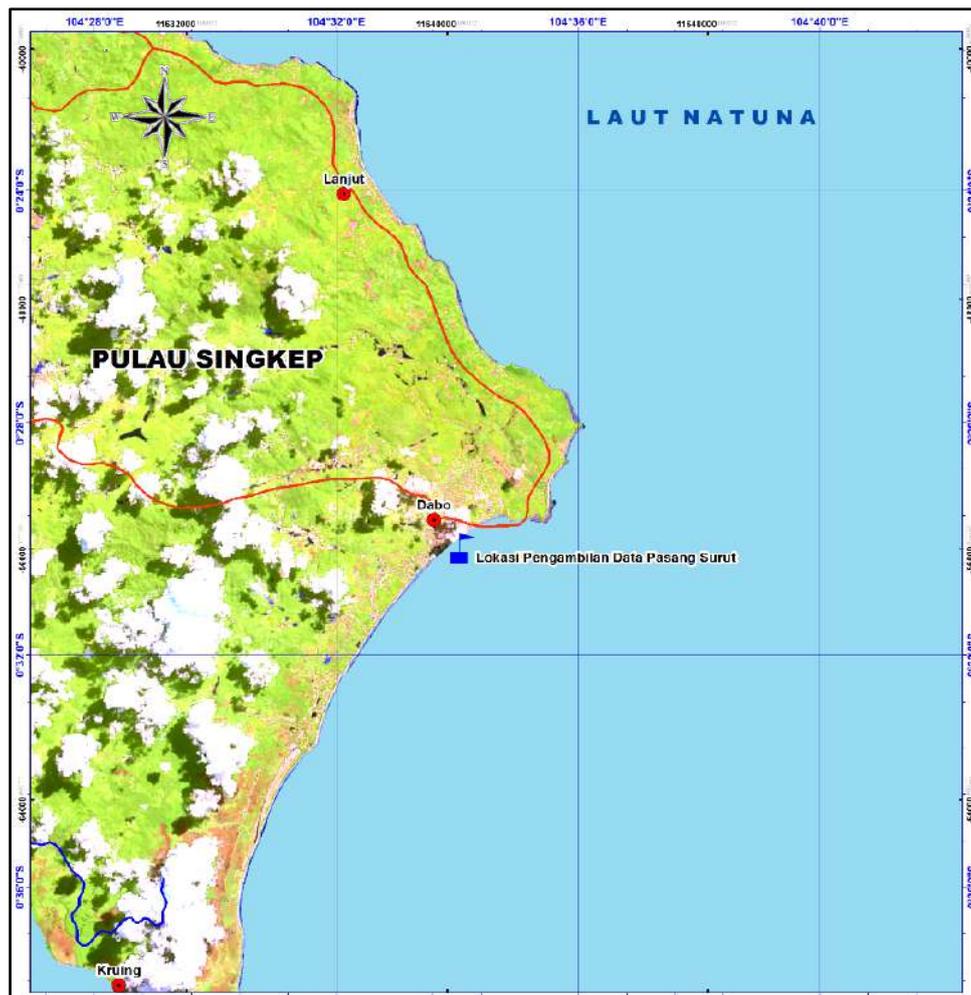
Gambar 5.7 Peta Kedalaman Dasar Laut Bintan Selatan

Secara umum batimetri/kedalaman dasar laut pada lokasi Penelitian memperlihatkan pendalaman morfologi pada daerah antara Pulau Bintan dengan Pulau di seberangnya (Pulau Mantang, Pulau Siolong, dll). Pendalaman ini menerus hingga ke arah laut lepas di wilayah barat lokasi penelitian.

## 5.3 Oseanografi Perairan Singkep

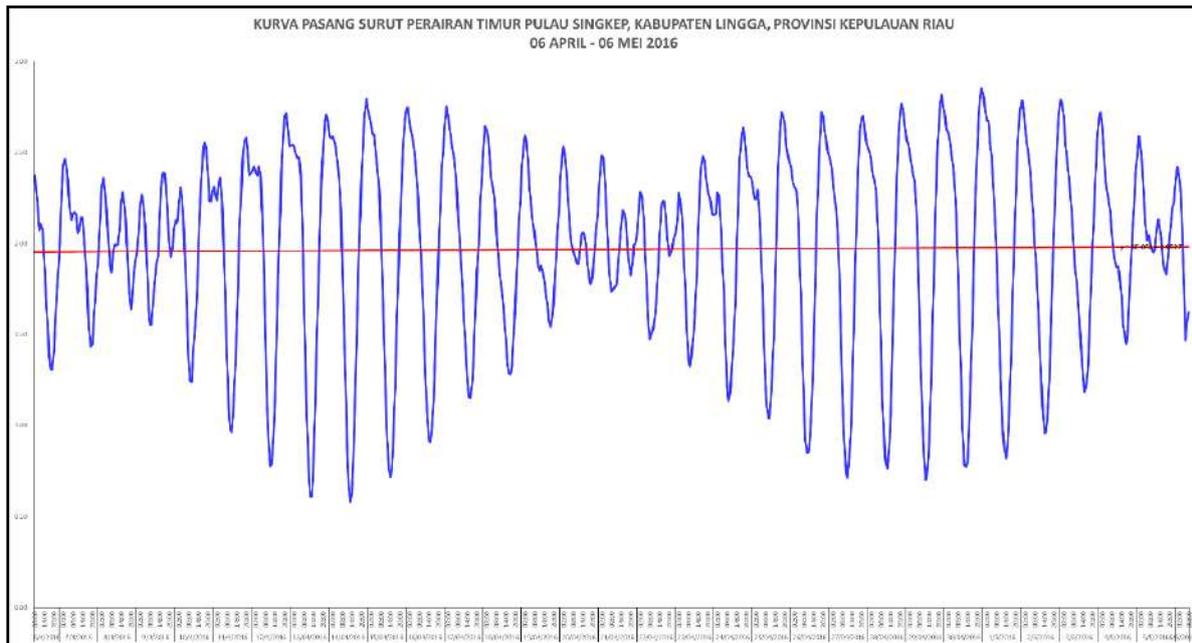
### 5.3.1 Pasang Surut

Lokasi pengamatan pasang surut terletak di Dermaga Pelabuhan Dabo, Singkep, Kabupaten Lingga, Provinsi Kepulauan Riau dengan titik koordinat  $X = 104^{\circ}34'5,74''\text{BT}$  dan  $Y = 0^{\circ}30'9,90''\text{LS}$  seperti ditunjukkan pada Gambar 5.8. Pengamatan muka air laut dilakukan secara manual dan secara digital dengan menggunakan peralatan *Valeport Tide Master*.



Gambar 5.8 Lokasi pengukuran pasang surut di Perairan Dabo, Singkep, Kepulauan Riau

Untuk kurva hasil pengukuran pasang surut pada lokasi penelitian ditunjukkan pada Gambar 5.9. Hasil pengukuran pasang surut selama kurun waktu 30 hari pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa tinggi muka air maksimum selama pelaksanaan penelitian adalah 2,854 meter dan tinggi muka air minimum adalah 0,579 meter, sedangkan tunggang air selama pengamatan adalah 2,28 meter.



Gambar 5.9 Kurva hasil pengukuran pasang surut di Perairan Dabo, Singkep

Tabel 5.2 Hasil Perhitungan MSL dan 9 Konstanta Harmonik Perairan Dabo, Singkep, Provinsi Kepulauan Riau.

	<b>So</b>	<b>M2</b>	<b>S2</b>	<b>N2</b>	<b>K2</b>	<b>K1</b>	<b>O1</b>	<b>P1</b>	<b>M4</b>	<b>MS4</b>
<b>A (cm)</b>	196.89	23.72	9.36	5.1	5.13	74.42	44.15	27.12	2.44	2.33
<b>g</b>		-87.15	112.76	238.61	-43.59	64.42	8.73	261.04	257.83	62.54

Dimana:

An : Besaran amplitudo pasang surut komponen-n.

g : Sudut kelambatan fasa.

So : Tinggi muka laut rata-rata di atas titik nol rambu.

M2 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh posisi bulan.

S2 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh posisi matahari.



- N2 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh jarak, akibat lintasan bulan yang berbentuk elips.
- K2 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh jarak, akibat lintasan matahari yang berbentuk elips.
- O1 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi bulan.
- P1 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi matahari.
- K1 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh deklinasi bulan dan matahari.
- M4 : Konstanta harmonik yang dipengaruhi oleh bulan sebanyak dua kali ( $2 \times M2$ ).
- MS4 : Konstanta harmonik yang diakibatkan oleh adanya interaksi antara M2 dengan S2.

Berdasarkan grafik pasang surut selanjutnya dapat diketahui durasi waktu pada saat kondisi pasang menuju pasang maksimum dan kondisi surut menuju surut maksimum. Dari hasil perhitungan menunjukkan durasi waktu pada saat surut menuju pasang maksimum berkisar antara 9-10 jam, sedangkan durasi waktu pada saat pasang menuju surut maksimum berkisar antara 11-12 jam.

### 5.3.2 Arus Laut

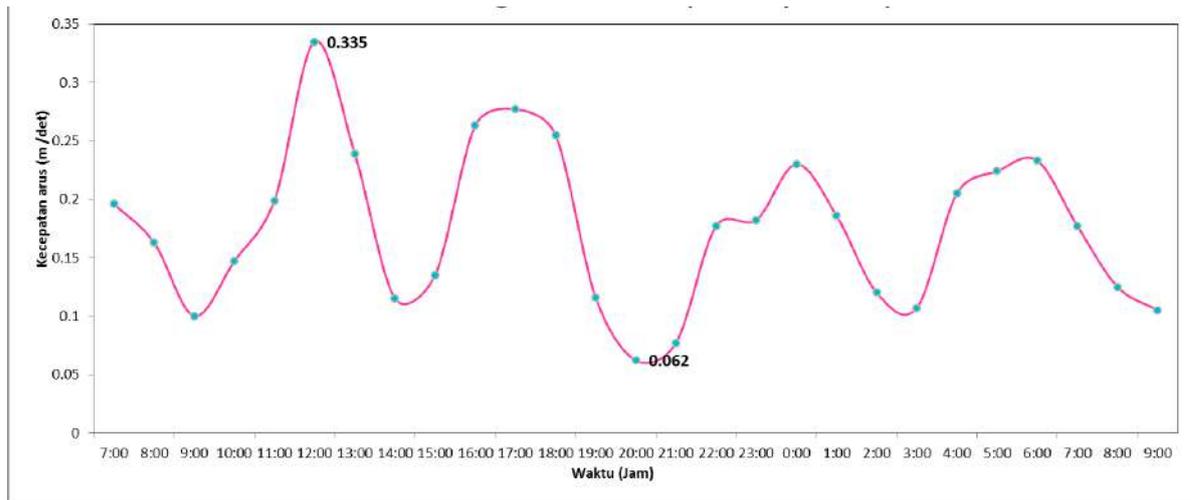
Pengukuran arus laut dilakukan selama 28 jam dari tanggal 21 April 2016 pukul 07.00 WIB sampai dengan tanggal 22 April 2016 pukul 09.00 WIB dengan interval pembacaan setiap 1 jam. Pengukuran arus laut dilakukan secara digital dengan menggunakan peralatan *Valeport Tide Master*. Untuk lokasi pengukuran arus laut berada di Perairan bagian Timur Pulau Singkep, Kepulauan Riau dengan titik koordinat  $X = 104^{\circ}34'41.96''\text{BT}$  dan  $Y = 0^{\circ}31'4.85''\text{LS}$  seperti ditunjukkan pada Gambar 5.10.





Gambar 5.10 Lokasi pengukuran arus laut di Perairan Timur Pulau Singkep, Kepulauan Riau (P3GL, 2016).

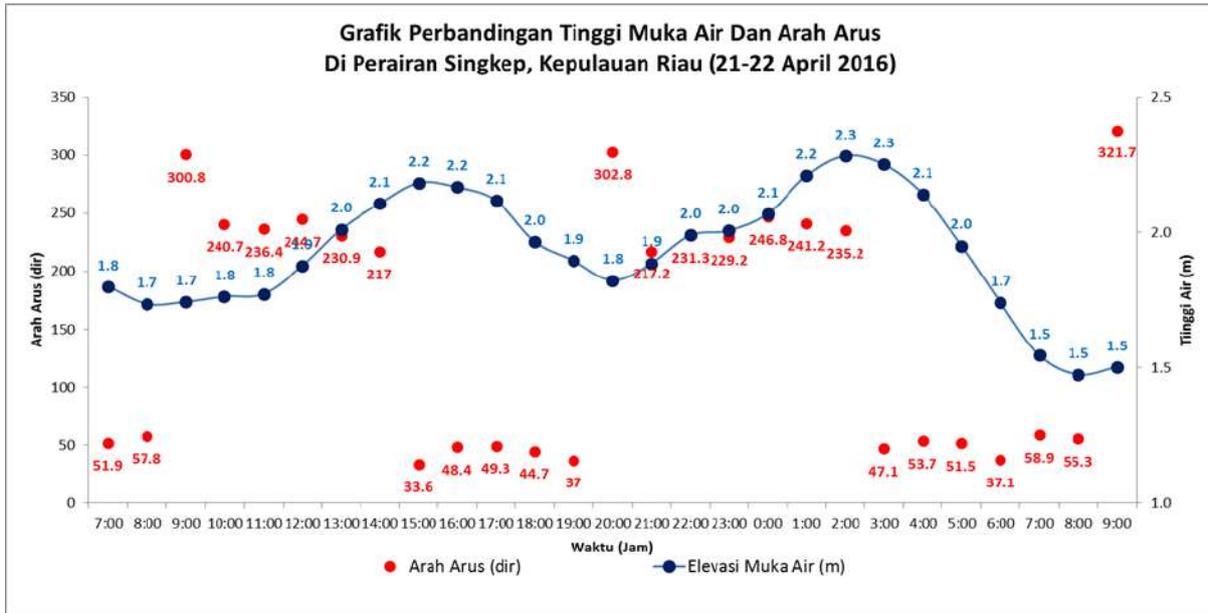
Penempatan alat pada kedalaman 4 meter dimaksudkan untuk mengetahui kecepatan dan arah arus laut di perairan timur Pulau Singkep pada lapisan tengah kedalaman di perairan tersebut. Dari hasil pengukuran yang dilakukan selama 28 jam di perairan bagian timur Pulau Singkep, menunjukkan bahwa kecepatan arus maksimum selama pelaksanaan pengukuran adalah sebesar 0,335 meter/detik pada pukul 12.00 WIB tanggal 21 April 2016, sedangkan kecepatan arus minimum pada saat pengukuran adalah sebesar 0,062 meter/detik pada pukul 20.00 WIB tanggal 22 April 2016 seperti ditunjukkan pada Gambar 5.11.



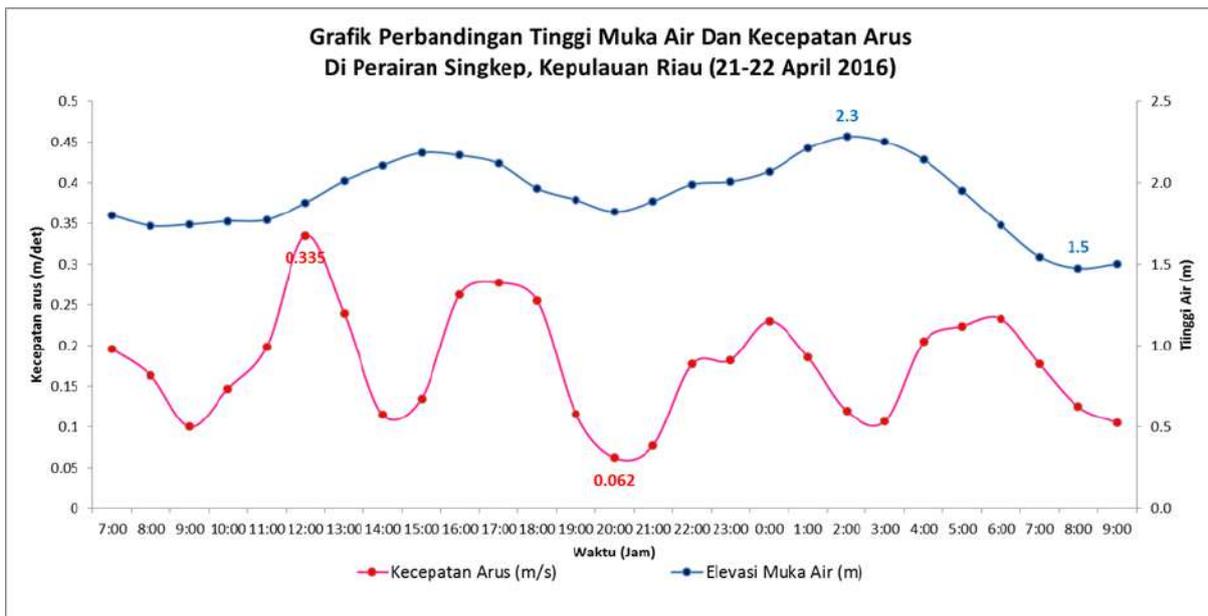
Gambar 5.11 Kecepatan arus laut pada saat pengukuran di Perairan Singkep, Kepulauan Riau

Berdasarkan grafik perbandingan antara arus laut dan tinggi muka air menunjukkan bahwa secara umum kondisi arus laut di Perairan Dabo, Singkep merupakan arus bolak balik yang sangat dipengaruhi oleh kondisi pasang surut di perairan ini. Seperti terlihat dari perbandingan antara arah arus laut dan tinggi muka air laut (pasang surut) pada Gambar 5.12 menunjukkan bahwa pada saat kondisi muka air laut pasang, maka arus laut dominan menuju ke arah timur laut, sedangkan pada saat kondisi muka air laut surut, maka arus laut dominan menuju ke arah barat daya. Sedangkan untuk kecepatan arus laut di Perairan Dabo, Singkep menunjukkan bahwa akan mencapai nilai maksimum pada saat kondisi muka air laut surut menuju pasang, sedangkan untuk nilai minimum pada saat kondisi muka air laut pasang menuju surut. Dengan demikian menunjukkan bahwa arus laut di Perairan Dabo, Singkep sangat terpengaruh dengan kondisi muka air laut (pasang surut) seperti ditunjukkan pada Gambar 5.13.





Gambar 5.12 Perbandingan pasang surut laut dengan arah arus laut pada saat pengukuran di Perairan Dabo, Singkep, Kepulauan Riau (P3GL, 2016).



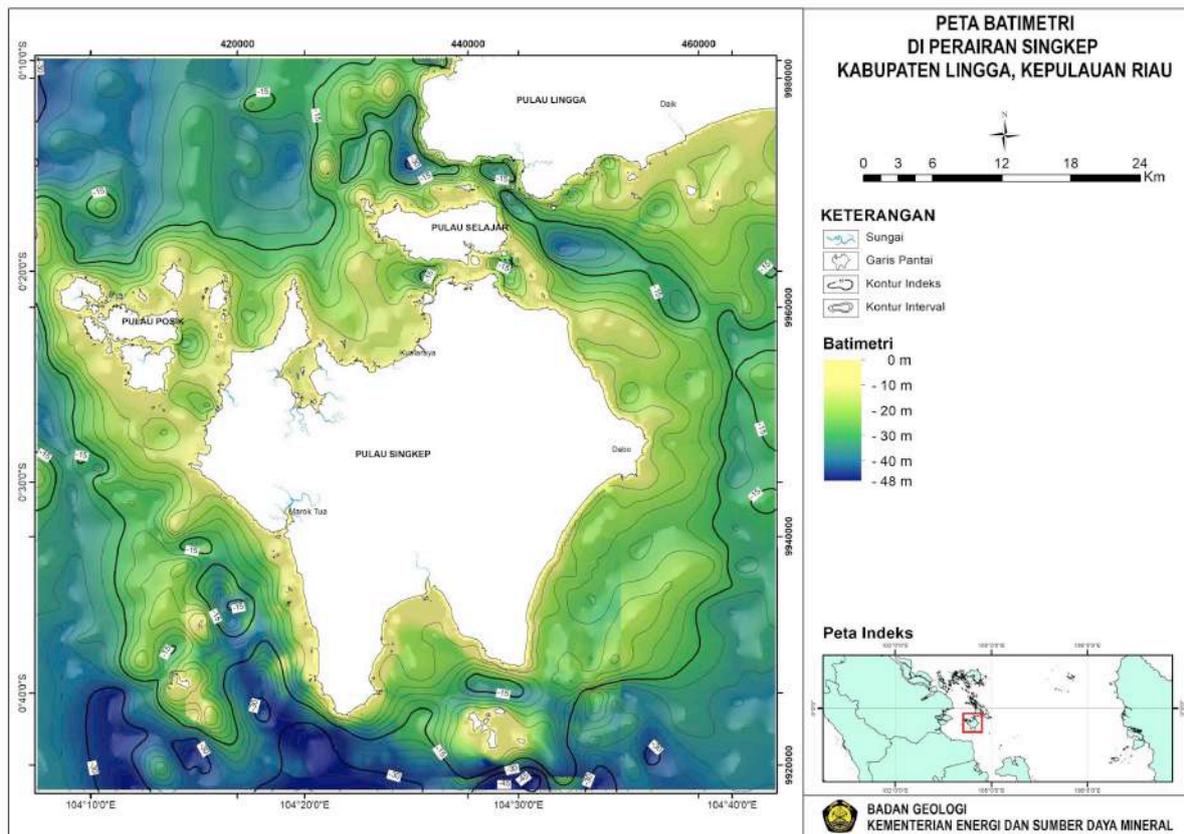
Gambar 5.13 Perbandingan pasang surut laut dengan kecepatan arus laut pada saat pengukuran di Perairan Dabo, Singkep, Kepulauan Riau (P3GL, 2016).

### 5.3.3 Batimetri

Data batimetri atau kedalaman pada kegiatan ini dihasilkan dari pengolahan hasil penyelidikan dari keempat lokasi. Data hasil penyelidikan merupakan hasil pengukuran *Single Beam Echo Sounders* (SBES). Hasil pengolahan tersebut disajikan pada peta

tersebut, kedalaman maksimal di daerah Singkep adalah -48 meter (pada peta ditunjukkan warna biru tua) di bagian selatan daerah penyelidikan

Bagian utara daerah penyelidikan yang mempunyai kedalaman 25-32 m diisi oleh sedimen pasir kerikilan. Hal ini dapat terjadi kemungkinan berhubungan dengan morfologi perairan tersebut yang curam. Sedangkan di bagian timur daerah penyelidikan ke arah lepas pantai (Laut Natuna) dengan kedalaman lebih dari 15 m diisi oleh sedimen lanau dan lanau pasiran.



Gambar 5.14 Peta batimetri di Perairan Singkep

Berdasarkan Peta Kedalaman Dasar Laut (Gambar 5.14) Perairan Singkep terlihat bahwa Kedalaman perairan tersebut di bawah 50 meter sehingga sangat baik untuk daerah Pertambangan dengan teknologi yang ada. Di sekitar Perairan Singkep kedalaman bervariasi secara gradasi sampai kedalaman 48 m yaitu di bagian Barat laut, Timur laut dan tenggara. Secara setempat terdapat cekungan-cekungan kecil yang merupakan tumpukan material sedimen. Morfologi dasar laut daerah penyelidikan semakin ke arah laut lepas membentuk lembah atau alur yang dibatasi oleh morfologi semakin naik di bagian selatan. Sedangkan pola alur lembah dasar lautnya memperlihatkan pola berarah timur laut-barat daya, yang bagian tengahnya merupakan morfologi dataran tempat



diendapkannya sedimen dasar laut. Kedalaman dasar laut yang dangkal dengan kedalaman 3-9 m terletak di dekat pantai daerah penyelidikan yang umumnya diisi oleh sedimen fraksi kasar berupa pasir kerikilan dan pasir lumpuran kerikilan (Setyanto dan Setiady, 2022).

## **5.4 Oseanografi Perairan Natuna**

Pada pengukuran hydro-oseanografi yang meliputi pengukuran kedalaman dasar laut pengukuran tinggi pasang surut dan pengukuran kecepatan arus selanjutnya dilakukan pengolahan data pada masing-masing data hasil penelitian.

Analisis parameter oseanografi seperti, pengamatan elevasi pasang surut dan kecepatan arus, sangat diperlukan untuk ketersediaan data bagi suatu daerah, sehingga dapat digunakan untuk keperluan-keperluan pengembangan kawasan pantai wilayah tersebut.

### **5.4.1 Pasang Surut**

Analisis pasang surut dilakukan untuk menentukan elevasi muka air rencana bagi perencanaan fasilitas laut (dermaga dan *reverment*), mengetahui tipe pasang surut yang terjadi dan meramalkan fluktuasi muka air. Data masukan untuk analisis pasang surut ini adalah data hasil pengamatan pasang surut di lapangan. Analisis pasang surut dapat digunakan untuk; menguraikan komponen-komponen pasang surut, penentuan tipe pasang surut yang terjadi, meramalkan fluktuasi muka air akibat pasang surut, dan menghitung elevasi muka air penting.

### **5.4.2 Arus pasang surut**

Pengukuran arus dilakukan pada pada saat pasang tertinggi (*spring tide*) dan surut terendah (*neap tide*). Lama pengukuran selama 26 jam dengan interval waktu 1 jam, yaitu dari saat surut sampai dengan saat surut berikutnya atau pada saat pasang ke saat pasang berikutnya atau disebut 1 siklus pasang surut (Gambar 5.15). Di samping mengetahui besar arus, arah arus juga diamati.

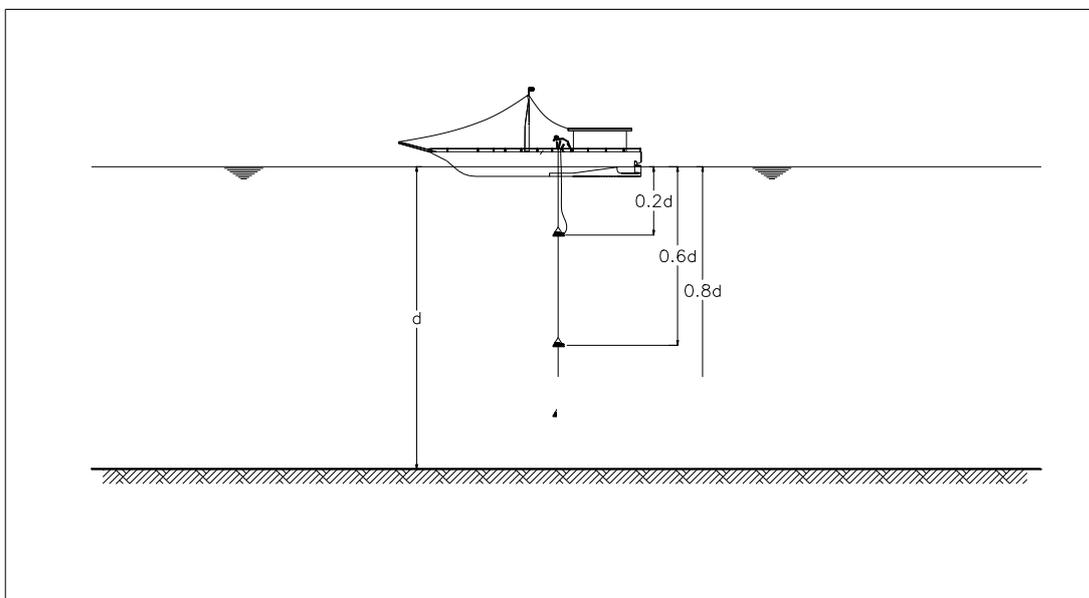
Untuk mengetahui kecepatan arus pada penyelidikan ini digunakan alat *flow meter*. Pengukuran arus dilakukan setiap 1 jam selama 26 jam agar besar dan arah arus dapat diketahui pada semua kondisi pasang surut. Arus diukur pada dua kedalaman yaitu 2.8 m (0.2d) dan 8.4 m (0.6d). Pada kedalaman 2.8 m untuk mengukur arus permukaan dan

kedalaman 8.4 m untuk mengukur arus menengah. Hasil pengukuran disajikan pada tabel berikut:

Kondisi arus hasil pengukuran di lapangan di ketahui bahwa secara keseluruhan hasil analisis pengukuran arus dengan *current meter* adalah sebagai berikut:

1. Kedalaman 2.8 m (0.2d):
  - Kecepatan arus maksimum : 0.036 m/s
  - Kecepatan arus minimum : 0.013 m/s
  - Rata-rata kecepatan : 0.024 m/s
  - Arah arus relatif dominan : timur laut
2. Kedalaman 8.4 m (0.6d):
  - Kecepatan arus maksimum : 0.038 m/s
  - Kecepatan arus minimum : 0.013 m/s
  - Rata-rata kecepatan : 0.021 m/s
  - Arah arus relatif dominan : timur laut

Dari data yang diperoleh dapat dikatakan bahwa kecepatan arus di permukaan dan di kedalaman menengah tidak jauh beda, kecepatan arus permukaan dipengaruhi kecepatan angin permukaan. Arah arus dominan adalah arah timur laut.



Gambar 5.15 Arus diukur pada dua kedalaman laut (0.2d dan 0.6d)

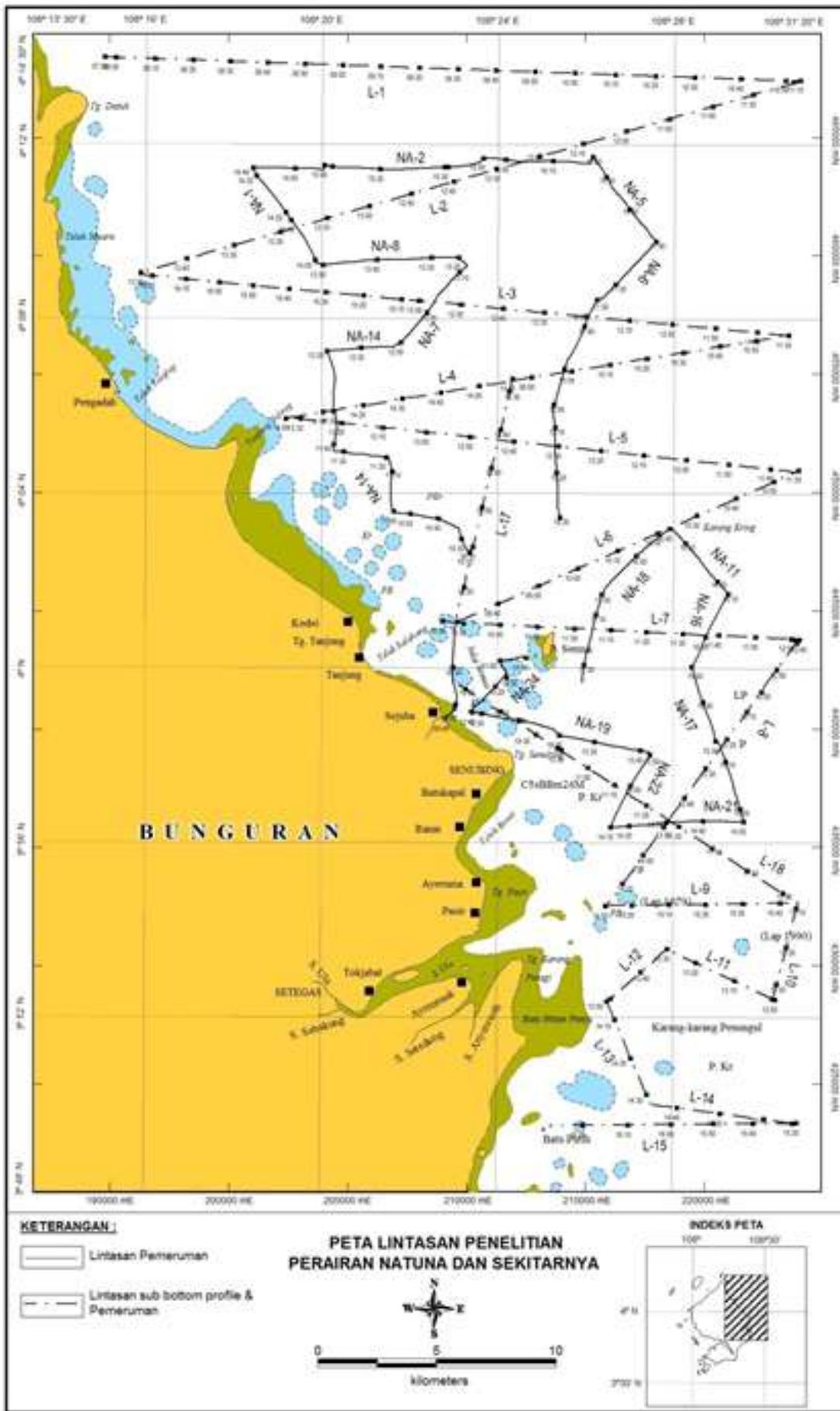
### 5.4.3 Batimetri

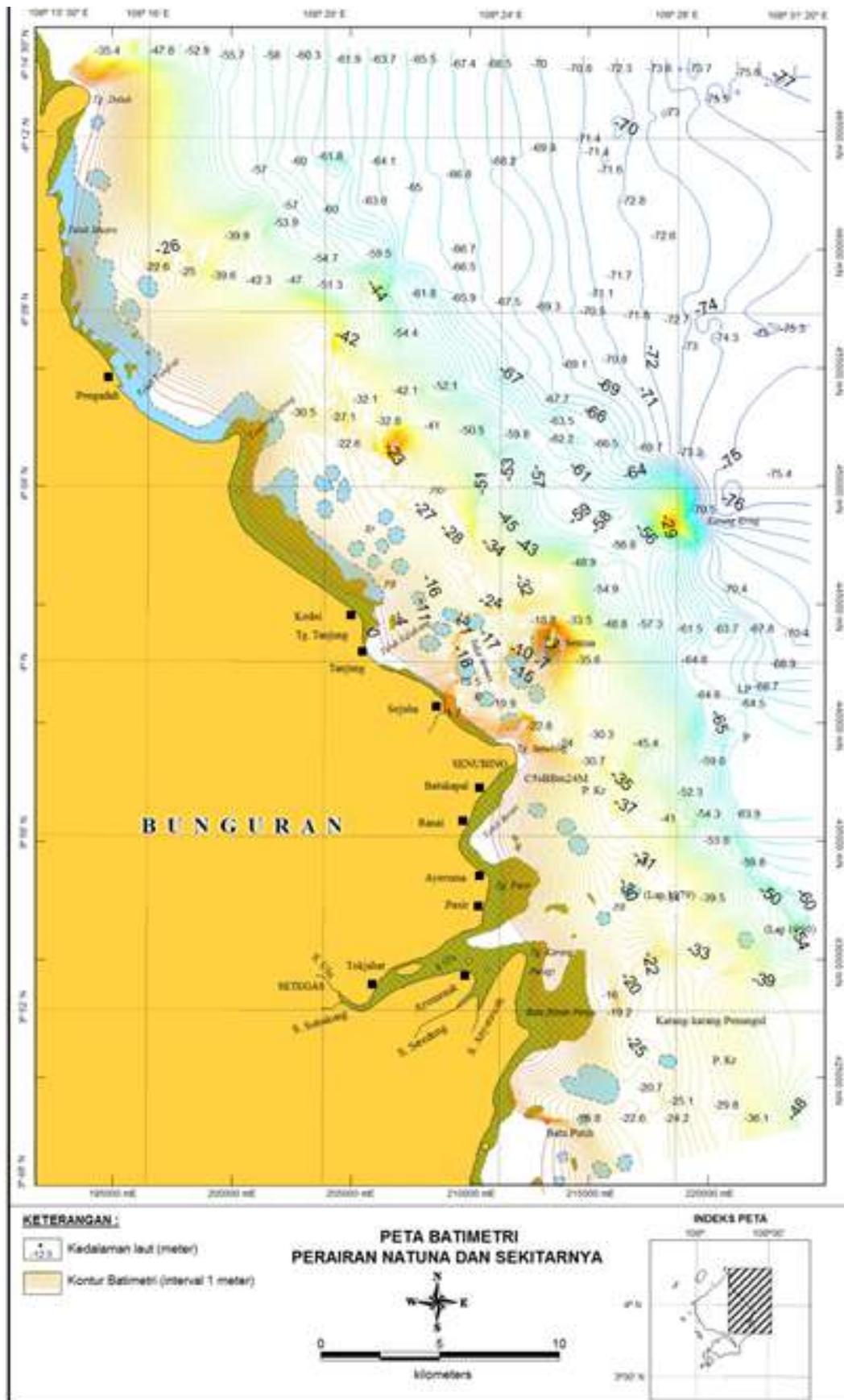
Data hasil kegiatan pengukuran batimetri adalah data kedalaman laut dalam bentuk digital dan rekaman analog. Data kedalaman laut digital sudah terintegrasi dengan data



posisi koordinat geografis sehingga data ini bisa langsung diolah dan ditampilkan dalam bentuk peta kedalaman laut. Data hasil pengukuran kedalaman dasar laut dari rekaman digital yang sudah dikoreksi dengan data rekaman analog, selanjutnya dilakukan koreksi pasang surut dengan menggunakan data pasang surut hasil pengukuran di lapangan, untuk mendapatkan harga kedalaman sebenarnya. Proses konturing data batimetri dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Surfer versi 8.0 yang kemudian menghasilkan kontur batimetri. Selanjutnya pembuatan peta batimetri dilakukan dengan menggunakan program Mapinfo.



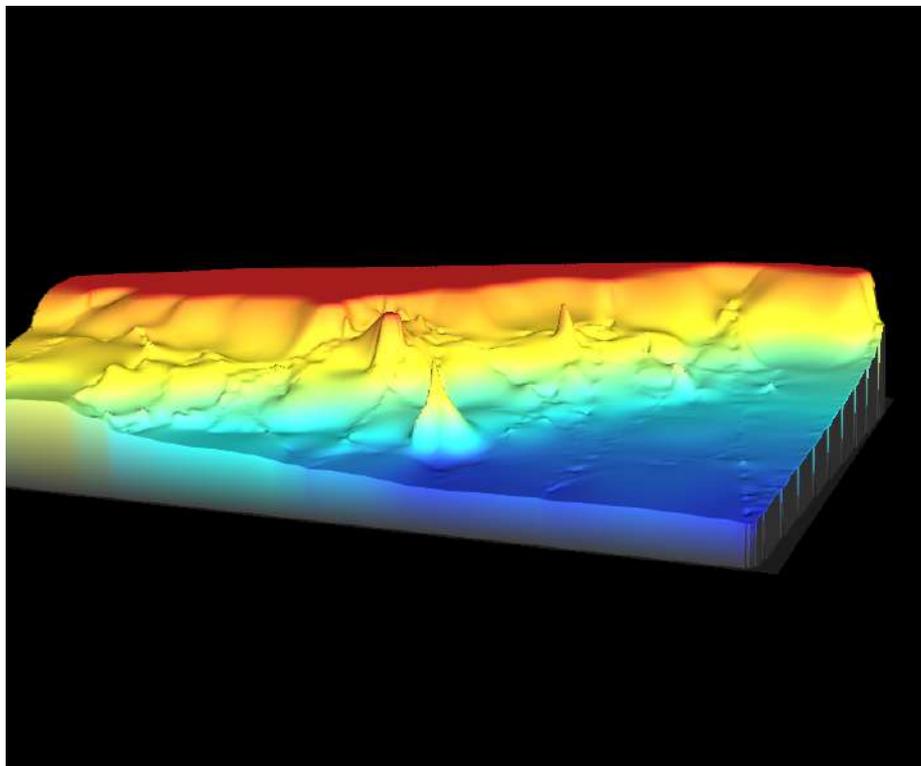




Gambar 5.16 Peta kedalaman dasar laut Perairan Natuna

Dilihat dari hasil rekaman batimetri analog dengan lintasan pengukuran berarah tegak lurus garis pantai terlihat bahwa penampang morfologi dasar laut di daerah penelitian mempunyai distribusi harga kedalaman yang berbeda antara bagian utara, tengah dan selatan dan selanjutnya akan dibahas pada bab pembahasan. Secara umum morfologi perairan bagian dalam Kepulauan Natuna cenderung membentuk kelurusan tebing memanjang berarah barat laut-tenggara. Perairan terdalam yang terekam yaitu 77 m pada posisi ujung Timur Laut ke arah luar. Kondisi ini kemungkinan menunjukkan pola sedimentasi yang terjadi menggambarkan arah sedimentasi menuju timur laut ke arah laut lepas/Laut Cina Selatan. Selain itu pola sedimentasi cenderung banyak dipengaruhi oleh aktivitas manusia karena akumulasi populasi pemukiman terpusat di sekitar Ranai (Gambar 5.16).

Hal lain yang nampak jelas gambaran yang diperoleh dari bentuk tiga dimensi permukaan dasar laut, profil/penampang morfologi (Gambar 5.17). Profil morfologi dasar laut pada penampang A-B yang relatif tegak lurus pantai, menggambarkan tebing yang membentuk slope berjarak kurang lebih 5 km dari garis pantai, dengan kedalaman antara 30-60 meter dan di atas 70 meter terus melandai kembali. Pada beberapa bagian memperlihatkan adanya tonjolan-tonjolan yang merupakan bentuk dari terumbu karang dengan dasar yang mengalasinya berupa batuan granit.



Gambar 5.17 Gambaran 3 Dimensi Morfologi dasar Laut daerah penelitian

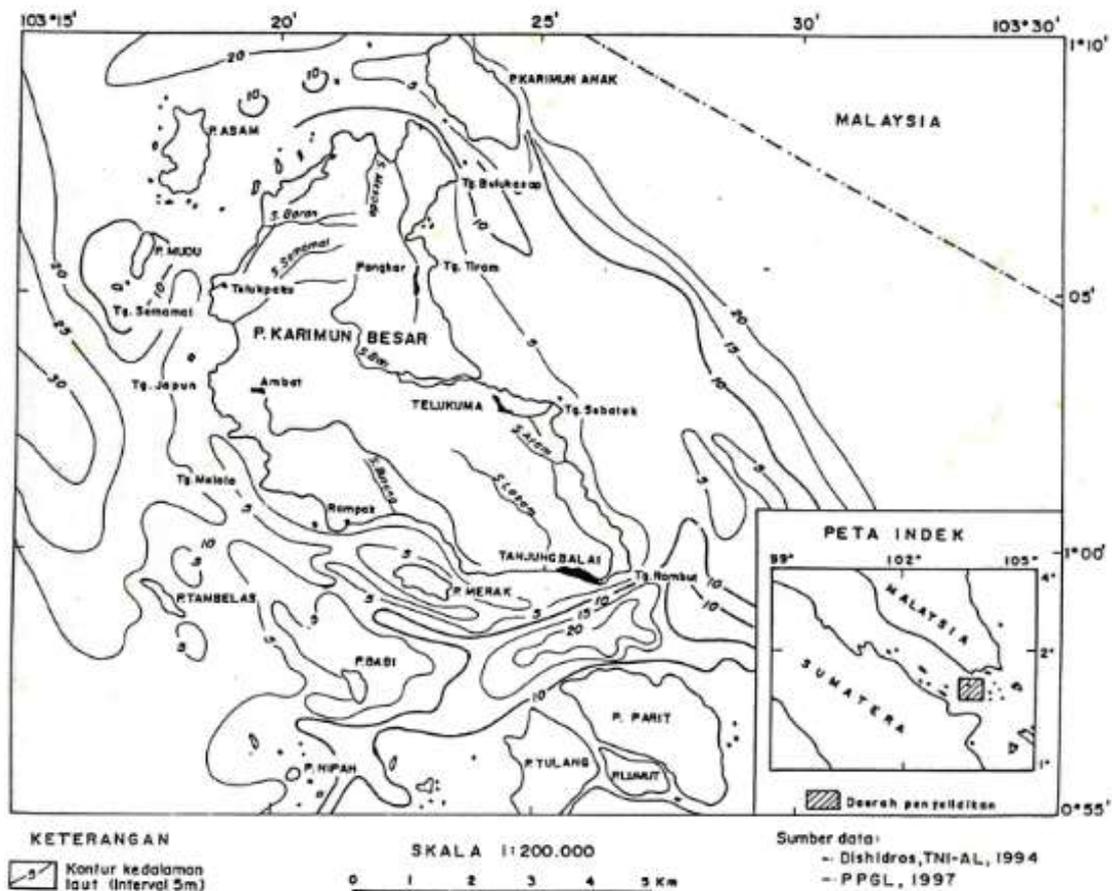


## 5.5 Oseanografi Perairan Pulau Karimun

### 5.5.1 Batimetri

Penyelidikan geofisika yang dilakukan ialah pemeruman (*sounding*) untuk mengetahui kedalaman dasar laut. Pemeruman dilakukan di sekitar perairan Karimun Besar. Hasil pemeruman diproses dengan komputer dan hasil akhir berupa peta kedalaman dasar laut atau yang disebut dengan peta batimetri.

Kedalaman laut yang terukur berkisar antara 5-30 m. Daerah perairan yang mempunyai kedalaman laut 5 m biasanya tidak begitu jauh dari garis Pantai, sedangkan daerah dengan kedalaman laut 20 m sampai 30 m terdapat di sebelah barat dan timur perairan P. Karimun Besar, di sebelah barat berbatasan dengan Selat Malaka sedang di sebelah timur dengan Selat Durian. Morfologi dasar laut umumnya landai kecuali di sebelah selatan P. Karimun Besar, daerah Selat Gelam, mempunyai morfologi yang sedikit terjal dicirikan dengan adanya kontur-kontur batimetri yang rapat (Gambar 5.18).



Gambar 5.18 Peta kedalaman dasar laut (batimetri) perairan Karimun Besar

Peta batimetri tersebut dapat di manfaatkan untuk memberikan informasi bagi penyelenggara objek wisata di daerah-daerah mana saja yang aman atau berbahaya untuk kegiatan berenang atau menyelam setelah dipadukan dengan data lain seperti data arus, gelombang, angin, dan parameter lainnya.

## **5.6 Oseanografi Perairan Kundur**

### **5.6.1 Pasang Surut**

Pengamatan pasang surut dilakukan menggunakan rambu ukur (*Peilscale*) yang dipasang di Pelabuhan Tg. Batu-Kundur, selama 39 jam. Pengamatan naik turunnya air laut diamati/dicatat selang waktu 1 jam. Dalam 24 jam pengamatan terjadi dua kali air tinggi dan dua kali air rendah. Dari pengamatan tersebut akan didapatkan/dihasilkan elevasi laut rata-rata (*mean sea level*) sementara dari level nol rambu.

Berdasarkan grafik tersebut, maka di daerah selidikan dalam sehari terjadi 2 kali pasang dan dua kali surut (semi diurnal), dengan pasang tertinggi terjadi pada Pukul 13.30 setinggi 320 cm dan pada pukul 02.00 setinggi 210 cm. sedangkan surut terendah terjadi pada pukul 22.30 setinggi 10 cm dan pada pukul 08.30 setinggi 60 cm. Seluruh hasil pengukuran batimetri ini mengacu pada *mean sea level* yang besarnya 137,93 cm.

### **5.6.2 Batimetri**

Dari data kedalaman laut yang telah dikoreksi dengan kedudukan transduser dan koreksi pasang surut (terhadap MSL) diperoleh kedalaman sebenarnya dari dasar laut, yaitu berkisar -4 m sampai dengan -24 m. Kedalaman tsb diplot pada peta lintasan untuk dibuat kontur kedalaman dengan interval 1 m. Total panjang lintasan tersebut sekitar 252.450 km.

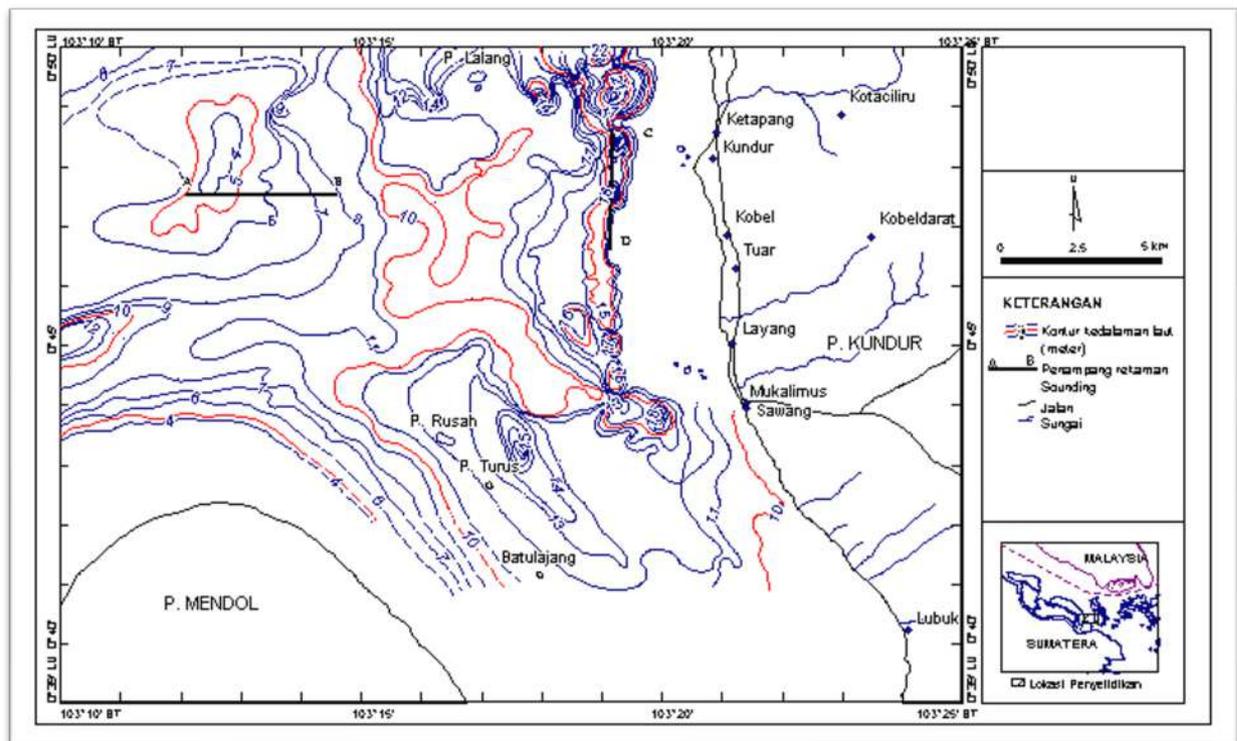
Dari Peta Batimetri skala 1:50.000 dengan garis kontur kedalaman laut interval 1 meter, memperlihatkan Kondisi dasar laut di bagian barat daerah selidikan dan utara Pulau Mendol relatif teratur, memperlihatkan kondisi yang relatif landai (datar). Di bagian barat yaitu sebelah utara P. Mendol yaitu dari pantai dengan garis kontur yang agak renggang dan teratur sampai kedalaman 12 meter, kemudian kearah utara semakin landai dan dangkal sampai kedalaman 4 m di sebelah barat laut (ujung utara P. Mendol).

Sepanjang perairan sebelah barat Kundur (sebelah timur daerah telitian) morfologi tidak teratur, terutama mulai dari Pulau Lalang sampai Ketapang (utara daerah telitian). Morfologi berupa lubang-lubang yang sangat terjal mulai kedalaman 12-24 m, keadaan ini



menerus ke arah selatan dengan kedalaman lubang bervariasi antara 14-16 meter, 14-18 meter dan 13-18 meter di bagian selatan (Gambar 5.19).

Ketidakteraturan morfologi dasar laut ini diduga terbentuk karena bekas penambangan pasir / timah, sedangkan ke arah barat yang mempunyai kedalaman antara 10-14 m dengan morfologi yang agak teratur dan agak landai kemungkinan telah terjadi proses sedimentasi yang mengisi lubang-lubang hasil penggalian. Hal ini terjadi karena arus bawah laut yang sangat besar membawa material sedimen menutupi lubang-lubang hasil pengerukan, sehingga terjadi perubahan morfologi di daerah ini sangat cepat dibandingkan sebelah barat yang relatif stabil.



Gambar 5.19 Peta Kedalaman Dasar Laut (Batimetri) Perairan Kundur (Setiady, 2010)

Selain itu sepanjang pantai barat Kundur terdapat tonjolan-tonjolan dari batuan granit dari dasar laut kadang-kadang sampai ke permukaan ataupun di bawah permukaan sehingga sangat menyulitkan dalam navigasi. Tonjolan batuan granit ini di beberapa tempat membentuk semacam pulau-pulau kecil, yang di sekelilingnya berupa laut dalam. Berdasarkan peta batimetri (Gambar 5.19) kontur kedalaman dasar laut interval 1 meter memperlihatkan kondisi dasar laut di bagian barat daerah selidikan dan utara Pulau Mendol yang relatif landai. Di bagian barat yaitu sebelah utara P. Mendol mulai dari pantai dengan garis kontur yang agak renggang dan teratur sampai kedalaman 12 meter,

kemudian ke arah utara semakin landai dan dangkal sampai kedalaman 4 m di sebelah barat laut (ujung utara P. Mendol). Sedangkan pola garis kontur di bagian timur daerah selidikan tidak teratur. Ketidakteraturan garis kontur ini menggambarkan morfologi permukaan dasar laut tidak rata dan menggelombang tidak teratur sepanjang pantai barat Pulau Kundur (Setiady, 2010).

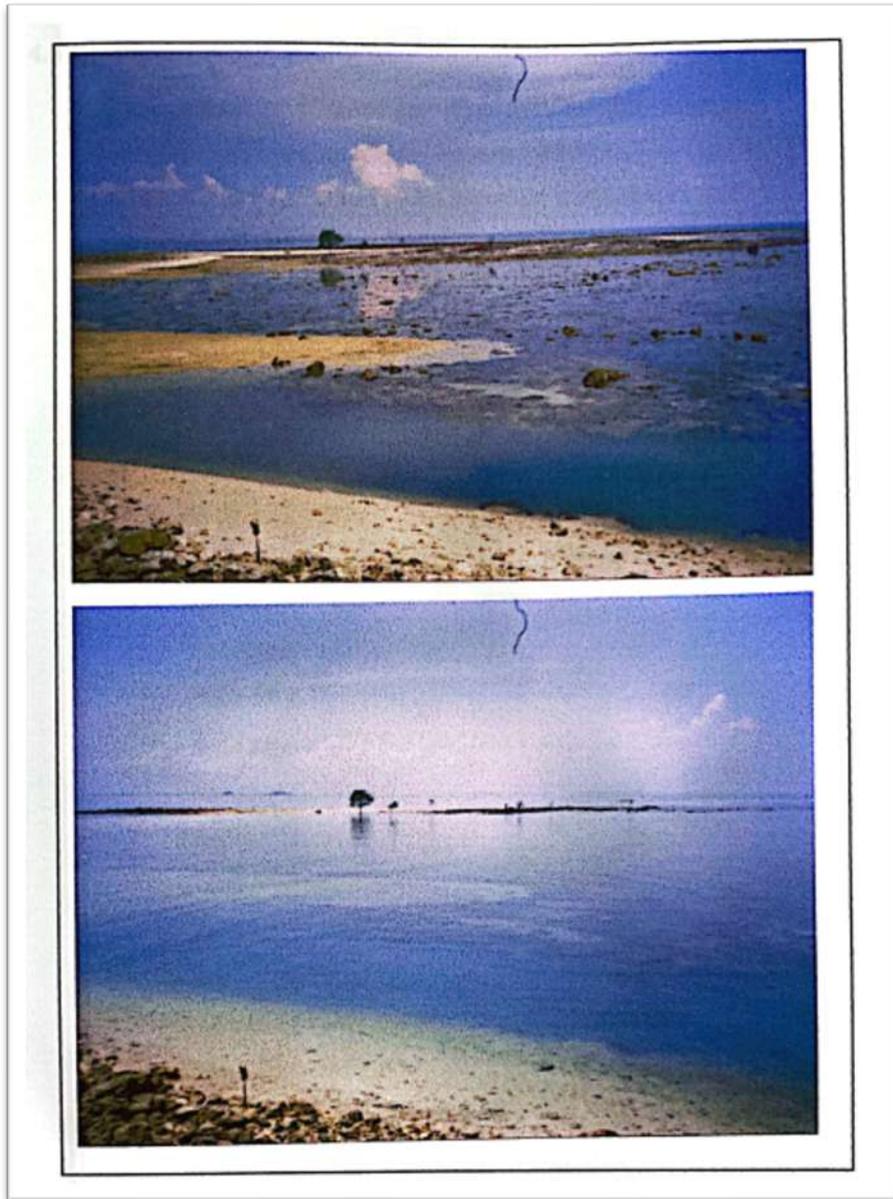
## **5.7 Oseanografi Perairan Pulau Nipah**

### **5.7.1 Pasang Surut**

Pengukuran pasang surut yang dilakukan di dermaga pelabuhan Desa Pemping di Pulau Pemping menunjukkan bahwa perairan Pulau Pemping dan sekitarnya termasuk perairan Pulau Nipah dan sekitarnya memiliki tipe pasang surut campuran dominan ganda, yaitu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam waktu 24 jam. *Mean sea level* (MSL) dari hasil perhitungan diperoleh pada kedudukan 2,525 meter, sedangkan tunggang air maksimum sebesar 2,560 meter. Hasil pengamatan pasang surut selama survei berlangsung diperoleh data bahwa durasi waktu surut lebih lama dibandingkan dengan waktu pasang, yaitu dengan *delay* waktu sekitar 1 - 2 jam.

Hal ini kemungkinan disebabkan karena perbedaan batimetri antara perairan di sebelah timur Pulau Nipah (Laut Natuna dan selat Karimata) dengan batimetri di sebelah barat laut Pulau Nipah (Selat Malaka). Dimana perairan di sebelah timur Pulau Nipah lebih dalam dan lebih luas daripada di sebelah baratnya, sehingga massa air yang tertarik lebih besar, maka durasinya menjadi lebih lama, sedangkan saat pasang massa air dari sebelah timur harus mengisi daerah yang lebih sempit, sehingga durasinya lebih pendek.





Gambar 5.20 Kenampakan Sebagian Pulau Nipah Saat Surut (Atas) dan Saat Pasang (Bawah)

Fakta lapangan menunjukkan bahwa Pulau Nipah merupakan pulau pasang surut, artinya pada saat surut maksimal Pulau Nipah akan nampak utuh dan mencapai luas paling besar, sedangkan pada saat pasang sebagian daratan tergenang air, menunjukkan bahwa Pulau Nipah memiliki relief rendah. Seperti telah dikemukakan di atas bahwa Pulau Nipah merupakan tinggian batuan dasar yang memang memiliki morfologi rendah, kalau kita hubungkan dengan sejarah geologi regional daerah ini, memang pulau-pulau di kepulauan Riau adalah pulau-pulau yang setelah mengalami proses peneplainisasi, sehingga memang memiliki morfologi remah.



### 5.7.2 Pengukuran Arus

Pengamatan arus stasioner dilakukan dengan menggunakan alat current meter, pengamatan arus ini dilakukan di satu lokasi yaitu disebelah barat Pulau Nipah tepatnya pada posisi  $103^{\circ} 39' 2,8''$  E dan  $01^{\circ} 08' 50,1''$  N. Pengamatan arus ini dilakukan pada tiga kedalaman berbeda, yaitu kedalaman 1 m, 5 m dan 10 m. Maksud dari pengamatan arus ini adalah untuk mengetahui kecepatan arus absolut di sekitar perairan Pulau Nipah mulai dari arus permukaan hingga arus bawah permukaan. Adapun hasil pengukuran parameter arus tersebut adalah sebagai berikut:

**Saat surut:** Arus pada kedalaman 1 meter, kecepatan rata-rata 0,748 m/det, kecepatan maksimum 0,862 m/det, dan arah arus dominan menuju ke utara; Arus pada kedalaman 5 meter, kecepatan rata-rata 0,582 m/det, kecepatan maksimum 0,672 m/det, dan arah arus dominan menuju ke utara.

**Saat Pasang:** Arus pada kedalaman 1 meter, kecepatan rata-rata 0,426 m/det, kecepatan maksimum 0,529 m/det, dan arah arus dominan menuju ke utara; Arus pada kedalaman 5 m, kecepatan rata-rata 0,279 m/det, kecepatan maksimum 0,424 m/det, dan arah arus dominan menuju ke utara; Arus pada kedalaman 10 m, kecepatan rata-rata 0,181 m/det, kecepatan maksimum 0,311 m/det, arah arus dominan menuju ke utara.

Dari data tersebut di atas menunjukkan bahwa arah arus pada tiga dominan ke arah utara, baik pada saat pasang maupun waktu surut, dan kecepatan arus saat surut lebih besar daripada kecepatan arus waktu pasang. Keadaan ini menunjukkan bahwa arus pasang surut yang menuju ke arah utara lebih kuat dari pada arus pasang surut yang menuju ke arah selatan, hal ini diduga berkaitan dengan pertemuan massa air dari Selat Malaka dengan massa air di selatan pada saat pasang, sehingga memperlambat arus yang berasal dari selatan.

### 5.7.3 Batimetri

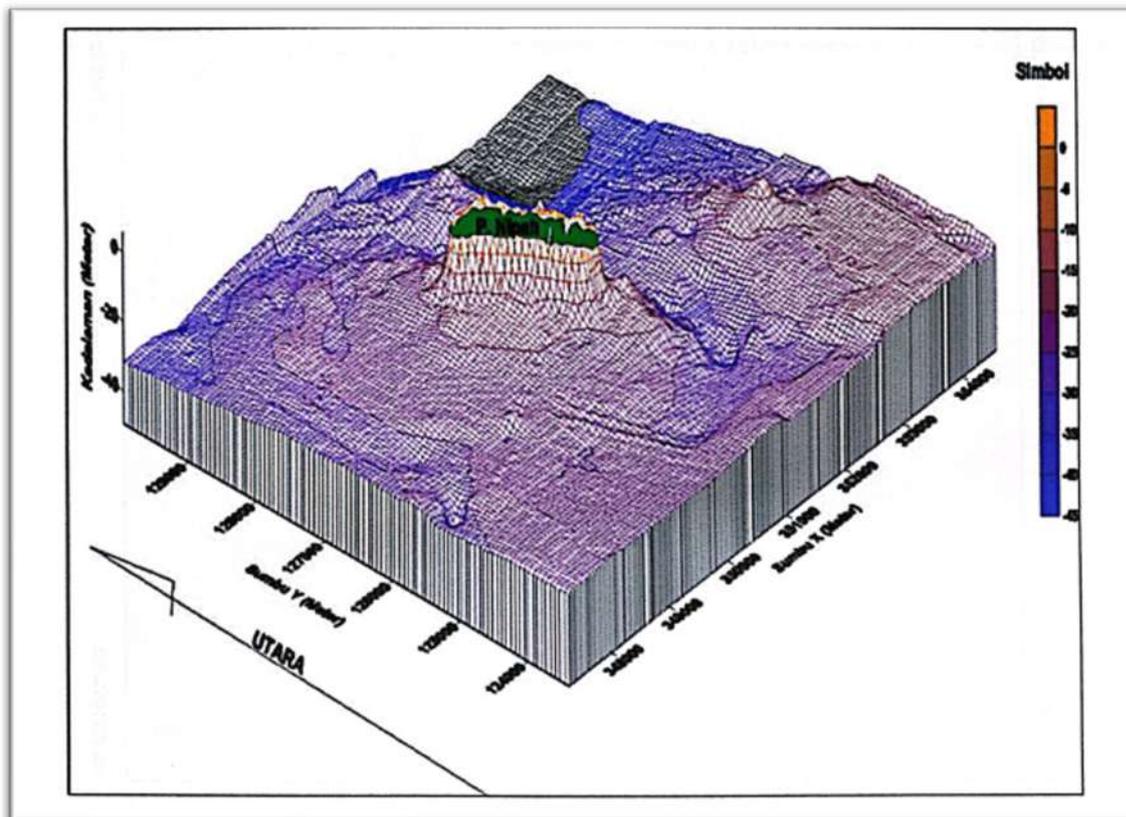
Lintasan pengukuran batimetri (kedalaman laut) yang diperoleh adalah sepanjang lebih kurang 80 km. Hasil pengukuran batimetri ini setelah dikoreksi dengan data pasang surut diperoleh peta kontur batimetri yang menunjukkan kedalaman laut antara 0 sampai 50 meter. Pola kontur di bagian timur rapat dan berarah relatif baratlaut-tenggara, sejajar dengan sumbu panjang Pulau Nipah yang mencerminkan morfologi dasar laut di bagian timur pulau terjal, sedangkan pola kontur di bagian barat renggang dan beberapa



kontur melingkar, mencerminkan morfologi landai, di beberapa tempat terdapat tonjolan-tonjolan. Gambar 5.21 memperlihatkan blok diagram perairan Pulau Nipah dan sekitarnya.

Peta kontur batimetri dibuat dalam 3 (tiga) keadaan, yaitu: Saat surut minimal pada kondisi muka laut paling rendah (*lowest water surface I LWS*). Pada saat surut tertendah ini luas daratan Pulau Nipah adalah paling luas sekitar 63 hektar (ha).

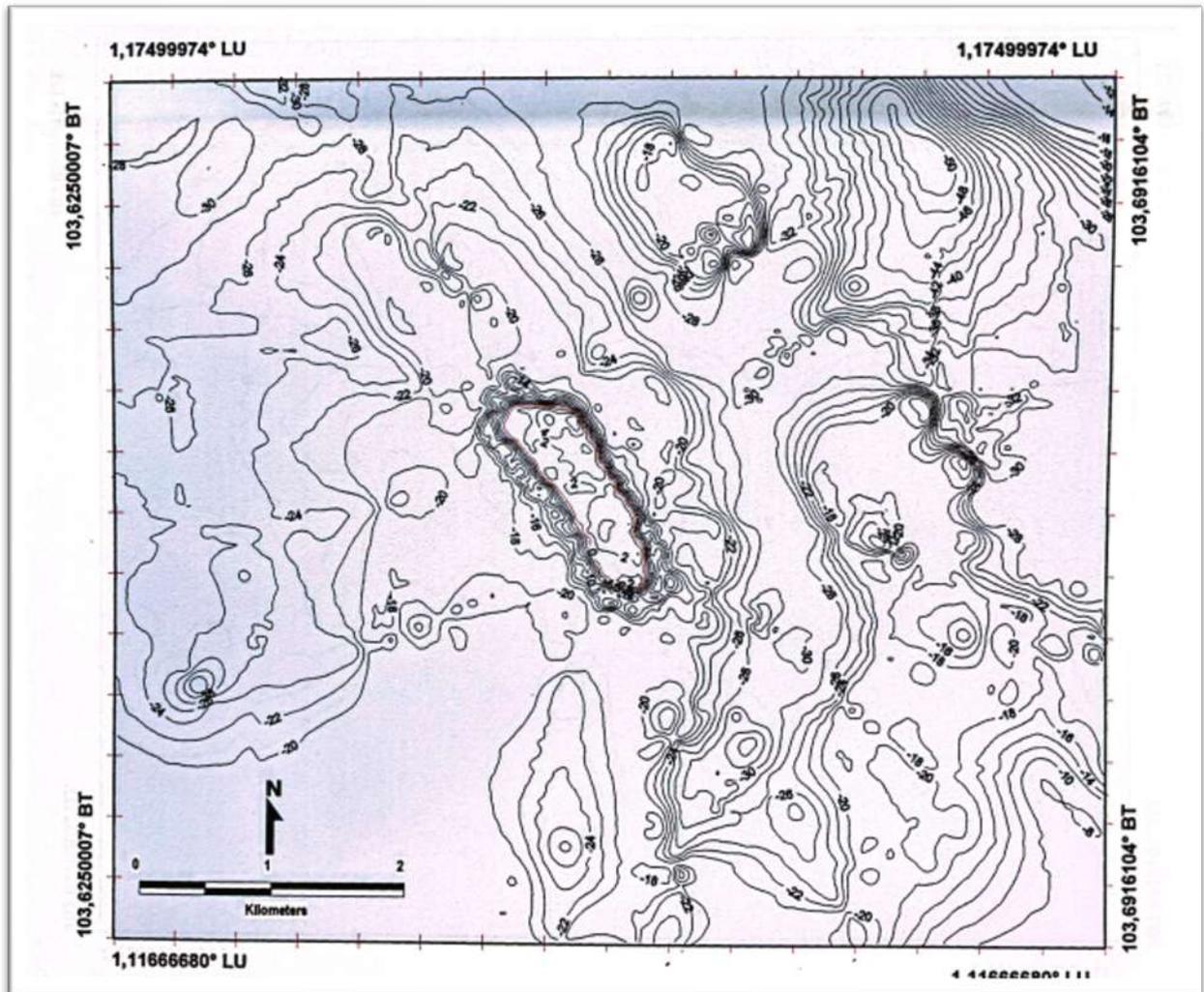
Muka laut rata-rata (Gambar 5.22), Pada posisi muka laut rata-rata ini luas daratan Pulau Nipah adalah sekitar 58 hektar (ha). Pada saat pasang maksimal dengan kondisi muka laut paling tinggi (*highest water surface I HWS*). Pada saat pasang tertinggi sebagian daratan Pulau Nipah tergenang air, yang muncul di atas permukaan air laut adalah pada beberapa tonjolan batuan dasar yang relatif tertinggi. Luas daratan Pulau Nipah adalah paling kecil, yaitu kira-kira 28 hektar (ha).



Gambar 5.21 Blok diagram Pulau Nipah dan perairan sekitarnya

Kedalaman laut di perairan sekitar Pulau Nipah menunjukkan angka antara 0 sampai 50 meter. Kedalaman 50 meter adalah paling dalam, hal ini sesuai dengan kondisi batimetri regional di sekitar perairan Riau Kepulauan, yang diapit oleh beberapa perairan yang lebih besar, yaitu: Selat Malaka di bagian barat laut, Laut Natuna di bagian timurlaut, dan Selat

Karimata di bagian Selatan. Perairan-perairan tersebut merupakan laut dangkal bagian dari Paparan Sunda (*Sunda Shelf*).



Gambar 5.22 Peta batimetri perairan Pulau Nipah dan sekitarnya pada kondisi muka laut rata-rata

Pola kontur batimetri menunjukkan morfologi relatif dalam dan terjal di sebelah timur Pulau Nipah, morfologi ini kemungkinan merupakan kondisi alami (morfologi asal daerah tersebut). Namun mengingat bahwa perairan sebelah timur Pulau Nipah merupakan jalur lalu lintas pelayaran untuk kapal-kapal besar dengan draft lebih dari 10 m diduga morfologi ini bukan merupakan morfologi alami di beberapa lokasi, tetapi hasil pengerukan untuk kepentingan pelayaran, seperti yang diperlihatkan pada penampang seismik pada lintasan D-E-F yang memperlihatkan morfologi lembah dengan permukaan halus yang kemungkinan hasil *dredging*.



Pola kontur batimetri menunjukkan morfologi relatif dangkal dan landai di sebelah barat Pulau Nipah, morfologi ini kemungkinan merupakan kondisi alami (morfologi asal daerah tersebut).



## SINOPSIS

Pembahasan buku ini meliputi 7 (tujuh) lokasi di Perairan Kepulauan Riau (bagian dari Paparan Sunda) yaitu:

1. Kandungan Mineral pada Sedimen pantai dan dasar laut di Perairan Batam Utara dan Selat Batam Bintang (Selat Riau)
2. Kandungan Mineral pada Sedimen pantai dan dasar laut di Perairan Bintang Selatan
3. Kandungan Mineral pada Sedimen pantai dan dasar laut di Perairan Singkep
4. Kandungan Mineral pada Sedimen pantai dan dasar laut di Perairan Natuna
5. Kandungan Mineral pada Sedimen pantai dan dasar laut di Perairan Karimun
6. Kandungan Mineral pada Sedimen pantai dan dasar laut di Perairan Kepulauan Kundur
7. Kandungan Mineral pada Sedimen pantai dan dasar laut di Perairan Kepulauan Nipah

Kandungan mineral di Perairan Batam-Bintang terdiri dari 15 jenis mineral yaitu kuarsa, magnetit, kasiterit, zirkon, monasit, hornblenda, tourmalin, pirit, ilmenit, hematit, leukosen, augit, diopsid, biotit dan dolomit. Kandungan unsur tanah jarang (Nb, Zr, Sr dan Ba) dan mineral kritis (Sn) terdiri dari Nb (3ppm-480 ppm), Zr (104 ppm-376 ppm), Sr (4 ppm-200 ppm), Ba (250 ppm-761). Sedimen dasar laut terdiri dari kerikil pasiran, pasir kerikilan, pasir, pasir lanauan dan lanau pasiran. Dari data analisis besar butir kemudian dibuat peta sebaran sedimen permukaan dasar laut Berdasarkan peta sebaran sedimen permukaan dasar laut tersebut terlihat bahwa sedimen pasir kerikilan dominan dekat pantai (lepas pantai) Pulau Batam dan kerikil pasiran dominan terdapat dekat pantai dan lepas pantai Pulau Bintan, semakin keselatan ukuran butir sedimen relatif semakin halus. Sedimen lanau pasiran hanya setempat – setempat dekat Pulau Batam dan sedimen pasir lanauan hanya setempat dekat pulau Batam dan Pulau Bintan.

Di Perairan Batam Utara, mineral kuarsa ( $\text{SiO}_2$ ) di dalam sedimen permukaan mencapai rata-rata 79,72%, kandungannya akan lebih tinggi lagi bila terdapat di fragmen kasar (pasir-kerikil) dan kandungannya bisa mencapai lebih dari 90%. Mineral kasiterit adalah pembentuk logam timah yang mengandung 10 hingga 150 ppm. Mineral kuarsa dan kasiterit diendapkan sebagai endapan letakan dan mineral-mineral ini berhubungan erat



dengan proses pelapukan batuan granit yang akhirnya diendapkan di dalam sedimen permukaan dasar laut.

Di Perairan Bintang Selatan kandungan kuarsa dengan persentase rata-rata 76%. Kandungan tertinggi persentase 88% dan terendah 63%. Kandungan besi oksida, hematit, magnetit dan kalkopirit pada semua sampel dengan kandungan maksimum 1%. Hematit umumnya memiliki ukuran lebih kecil daripada butiran silikat dan karbonat (bioklas). Butiran ilmenit umumnya lebih kecil daripada hematit dan beberapa bagian mengalami alterasi hematit. Butiran magnetit sangat halus terkadang hadir mengisi bagian dalam cangkang bioklas dan bersama dengan butiran silikat. Pirit selain sebagai terigenous sedimen, dapat pula terbentuk insitu (*autigenic*) pada kondisi reduksi karena kehadiran sulfur yang berasosiasi dengan organik dan fosil atau anaerob sedimen. kandungan unsur tanah jarang dengan kandungan Ce tertinggi 54,8 ppm dan terendah 13,9 ppm. Distribusi frekuensi Lantanum (La), Serium (Ce), Praseodimium (Pr), Neodimium (Nd), Itrium (Y), Samarium (Sm) dan Gadolinium (Gd) berkisar antara 1- 54,8 ppm dengan kadar Ce, La dan Nd lebih besar dibandingkan dengan Pr, Sm dan Gd. Unsur tanah jarang Ce, La, Nd dan unsur radioaktif Thorium (Th) dikenal sebagai pembentuk utama monasit. Monasit merupakan senyawa fosfat yang dibentuk oleh 50-70% oksida UTJ. Xenotim (YPO<sub>4</sub>) merupakan senyawa itrium fosfat yang mengandung 54-65 % UTJ (Erbium, Serium dan Thorium). Demikian pula zirkon (ZrSiO<sub>4</sub>) merupakan senyawa silikat yang didalamnya dapat ditemukan Thorium, Itrium dan Serium. Kehadiran Ce, La, Nd dan Y diduga merupakan indikasi adanya mineral plaser berupa monasit, xenotim dan zirkon di daerah penelitian. Unsur tanah jarang yang terdapat dalam monasit, xenotim dan zirkon diduga berasal dari batuan granodiorit yang telah mengalami disintegrasi, lapuk lanjut dan terendapkan di lingkungan pantai dan laut. Keberadaan monasit, xenotim dan zirkon mengalami transportasi bersama mineral berat lain seperti magnetit, hematit, ilmenit, pirit yang kemudian tersedimentasi di lingkungan baru sebagai endapan letakan aluvial. Hal serupa kehadiran bijih besi (Fe), Aluminium (Al) dan Timah (Sn) berasal dari batuan granodiorit.

Di Perairan Singkep terdapat 14 unsur mineral yang disajikan pada buku ini, yaitu unsur Timah (Sn), Thorium (Th), Zirconium (Zr), Aluminium (Al), Titanium (Ti), Sulfur (S), Fosfor (P), Mangan (Mn), Chromium (Cr), Seng (Zn), Litium (Li), Nickel (Ni), Kobal (Co), dan Besi (Fe). Kandungan unsur mineral Timah (Sn), Thorium (Th), dan Zirconium (Zr). Kandungan unsur mineral Aluminium (Al), Titanium (Ti), Sulfur (S), Fosfor (P), Mangan (Mn),



Chromium (Cr), Seng (Zn), Litium (Li), Nickel (Ni), Kobal (Co), dan Besi (Fe). Mineral Timah terdapat pada semua sampel yang dianalisis dengan kisaran 2 ppm-15 ppm. Selain itu terdapat silika ( $\text{SiO}_2$ ) dengan kandungan bervariasi antara 19%-90%, kandungan silika antara 50,1-75% terdapat di bagian utara dan barat laut Perairan Singkep. Kandungan silika antara 75,1-85%; terdapat di bagian timur dan selatan Perairan Singkep dengan total 7 sampel. Kandungan silika antara 85,1-100% terdapat pada 6 sampel. Jumlah rata-rata kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) di Perairan Singkep adalah 68,44%.

Kandungan unsur tanah jarang di Perairan Singkep terdiri serium, lantanum, itrium dan torium dalam sedimen pantai maupun sedimen permukaan dasar laut merupakan pencerminan keberadaan dari mineral monasit, xenotim dan zirkon yang dikenal sebagai mineral asesoris dalam batuan granit yang terdapat di daerah penyelidikan. Batuan granit tersebut sebagai pembawa oksida unsur tanah jarang, Sn, W, Be, Nb, Ta, dan Th berupa dari granit tipe-S atau seri ilmenit.

Disamping itu kemungkinan kandungan mineral tanah jarang sebagai mineral ikutan di Perairan Singkep juga dapat berhubungan dengan adanya cebakan bijih besi primer yang banyak dijumpai di sepanjang jalur timah seperti banyak dijumpai di daerah penyelidikan. Hal ini menunjukkan bahwa sangat sedikitnya mineral monasit yang berasal dari formasi-formasi batuan di daratan yang terangkut dan terendapkan baik dalam sedimen permukaan dasar laut maupun sedimen pantai. Dari hasil interpretasi data seismik, pada umumnya menunjukkan adanya lembah-lembah purba (alur purba) yang diduga merupakan tempat pengendapan sedimen letakan mengandung endapan plaser (mineral timah) dan unsur tanah jarang, sehingga daerah penyelidikan mencerminkan adanya kekayaan endapan letakan (timah) dan unsur tanah jarang yang ekonomis. Sebaran sedimen dasar laut di Perairan Singkep terdiri dari kerikil pasiran, pasir kerikilan, pasir lanauan kerikilan, pasir, lanau, pasir lanauan, lanau pasiran dan lanau

Di Perairan Natuna kandungan mineral opak terdiri kasiterit, hematit, limonit, dan ilmenit yang sebagian berubah menjadi mineral ubahan leukosen. Mineral tranparan yang ditemukan adalah zirkon, rutil, turmalin, monasit, biotit, amfibol. Berdasarkan asosiasi mineralnya, diduga batuan sumber dari mineral tersebut berada tidak jauh dari lokasi pengambilan contoh, dan berasal dari batuan beku yang bersifat asam atau berasal dari granit dan granodiorit. Kandungan unsur tanah jarang adalah: lantanum (La) 1-8,24 ppm, serium (Ce) 4-22 ppm, dan lutetium (Lu) sekitar 0,1 ppm.



Di Perairan Karimun kandungan mineral beratnya antara 0,1 %, 0,068 %, dan 0,794 %. Perolehan kandungan mineral berat dari satuan-satuan sedimen lainnya adalah sebagai berikut: lanau pasiran 0,017%, lumpur pasiran sedikit kerikilan 0,017 %, pasir sedikit kerikilan 0,087 %, lumpur kerikilan 0,029 %, pasir, 0,013 %, kerikil pasiran 0,111 %, sedangkan mineral ringannya yaitu kuarsa sangat melimpah > 90%. Secara tekstural sedimen permukaan dasar laut di daerah perairan P. Karimun Besar, Riau, dapat dibagi menjadi 9 satuan sedimen: lanau, lanau pasiran, lumpur pasiran sedikit kerikilan, pasir sedikit kerikilan, pasir lumpuran sedikit, kerikilan, kerikil pasiran, pasir, lumpur kerikilan, dan kerikil.

Di perairan Kundur ditemukan 24 jenis mineral berat yaitu: magnetit, kasiterit, zirkon, monasit, xenotime, piroklor, apatit, ribekit, garnet, hornblenda, turmalin, muskovit, wolframit, sphene, pirit, ilmenit, hematit, topas, scheelit, kolumbit, siderit, alunit, leukosen, dan chamosit. Unsur tanah jarang yang dijumpai pada tujuh contoh sedimen permukaan dasar laut dan 3 contoh bor inti adalah serium (15,41-16,88 ppm), lantanum (5,40-6,80 ppm), itrium (5,18-5,58 ppm), zirkonium ( 5,05-5,95 ppm) dan neodimium 20,25-20,95 ppm). Sedimen permukaan dasar laut di perairan Kundur tersusun oleh lanau, lanau pasiran, kerikil pasiran, lumpur dan pasir.

Di Perairan Nipah persentase kandungan mineral magnetit berkisar antara yang terkecil adalah 0,0025% dan yang terbesar adalah 0,1416%. Hasil analisa mineral berat pada beberapa contoh sedimen permukaan dasar laut terpilih menunjukkan bahwa mineral berat memiliki presentase lebih kecil dari mineral ringan (kuarsa), hal ini menunjukkan batuan asal dari sedimen permukaan dasar laut adalah batuan yang memiliki kandungan mineral ringan (kuarsa) lebih besar daripada kandungan mineral berat. Kalau dihubungkan dengan geologi regional, bahwa batuan penyusun di sekitar Riau kepulauan adalah batuan tipe benua (granitik) nampaknya ini sesuai bahwa batuan beku dengan kandungan mineral ringan yang melimpah adalah batuan-batuan tipe granitik atau batuan beku asam.

Dari penampang seismik menunjukkan batuan dasar laut di Perairan Pulau Nipah terdiri atas batuan metasedimen ditutupi oleh lapisan tipis sedimen permukaan laut yang terdiri atas material lepas berukuran kerakal sampai pasir, dan di beberapa bagian ditumbuhi terumbu koral. Pada bagian pinggir pantai yang dipengaruhi oleh pasang surut tertutup oleh biota rumput laut dan *soft cora*

## UCAPAN TERIMA KASIH

---

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Badan Geologi, Kepala Balai Besar Survei dan Pemetaan Geologi Kelautan (BBSPGL), Sekretaris Badan Geologi, Kepala Bagian Umum BBSPGL, Sub Koordinator HKI BBSPGL, Koordinator Sumber Daya Geologi Kelautan (SDGK) BBSPGL, dan teman teman fungsional yang telah berkontribusi baik di lapangan maupun dalam pengolahan data sehingga buku ini dapat diterbitkan



## DAFTAR PUSTAKA

---

- Abuodha, J. O. Z. (2003). Grain Size Distribution and Composition of Modern Dune and Beach Sediments, Malindi Bay Coast, Kenya. *Journal of African Earth Sciences*, 36, 41–54. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2003.09.001>
- Aleva, G. (1985). Indonesian Fluvial Cassiterite Plasers and Their Genetic Environment. *Quart. Journ. Geological Soc.*, 142(Part 5).
- Aryanto, N. C. D., & Budiono, K. (2008). Indikasi Mineral dan keterdapatan mineral besi di Pantai Tambelan Kepulauan Riau. *Jurnal Geologi Kelautan*, Volume 6 No. (2).
- Astjario. (2010). *Geological and Tectonic Evolution of Natuna Islands*.
- Astjario, P. dan Setiady, D. (2010). Karakteristik Pantai di Kawasan Pesisir Timur Pulau Natuna Besar, Kabupaten Natuna, Propinsi Riau. *Jurnal Geologi Kelautan*. Volume 8, No. 1, April 2010.
- Bemmelen, R. W. (1949). The Geology of Indonesia, Vol. IA: General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes. *Government Printing Office, The Hague*.
- Blott, S. J., & Pye, K. (2001). GRADISTAT: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26(11), 1237–1248. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/esp.261>
- Cameron N.R., Ghazali, S.A., & Thompson, S. J. (1982). *Geologi Lembar Bengkalis & Siak Sri Indrapura-Tanjungpinang, Sumatra*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Chappel, B. W., & White, A. J. R. (1974). *Two Contrasting Granite Types*. *Pacific Geology*, 8.
- Chappel, B. W., & White, A. J. R. (2001). Two Contrasting Granite Types: 25 years later. *Australian Journal of Earth Sciences*, 48, 489–499.
- Cobbing, E. J. (1992). *The Granite of the South-East Asia Tin Belt*. British Geological Survey.

- Cobbing, E. J. (2005). Chapter 5 Granites. In *Geological Society, London, Memoirs* (Vol. 31, pp. 54–62).
- Dolan, R. (1975). Coastal processes and beach erosion. *Journal of Coastal Research*, 3(2), 37–42.
- Dolan, R., Hayden, B. P., & Heywood, J. (1975). Analysis of coastal erosion trends. *Journal of Marine Geology*, 18(1), 45–56.
- Dolan, R., Hayden, B. P., & Vincent, M. K. (1972). Classification of Coastal Landform of the America. *Zeithschr Geomorfology, In Encyclopedia of Beaches and Coastal Environment*.
- Dira, Z. (2014). Sedimentology and sequence stratigraphy of the Eocene carbonate platform in central Tunisia: Implications for reservoir characterization. *Journal of African Earth Sciences*, 100, 650–662.
- Dira, Achraf. Guillon, Lauren. Boudraa, Abdel-O. (2014). On the Inversion of Sedimen Density Profile by the Image Source Method. *America: The Journal of the Acoustical Society of America*.
- Folk, R. L., & Sanders, J. E. (1978). *Principles of Sedimentology*. Wiley.
- Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957). Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Research*, 27(1), 3–26.
- Foster, G. R., & Meyer, L. D. (1977). A runoff erosivity factor and variable slope length exponent for soil erosion predictions. *Transactions of the ASAE*, 20(4), 683–687.
- Friedman, G. M., & Sanders, J. E. (1978a). *Principles of sedimentology*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:129159938>
- Friedman, G. M., & Sanders, J. E. (1978b). *Principles of Sedimentology*. Wiley.
- Hakim, A.S. and Suryono, N., (1994). Peta Geologi Lembar Teluk Butun dan Ranai Sumatera, Sekala 1 : 250.000. Pusat Penelitian dan pengembangan Geologi.
- Hanebuth, T., Statterger, K., and Grootes, P. M. (2000). Rapid Flooding of the Sunda Shelf: A Late-Glacial Sea-Level Record. *Science*, 288(5468), 1033–1035. doi:10.1126/science.288.5468.



- Hantoro, W. S., Faure, H., Djuwansah, R., Faure-Denard, L., & Pirazzoli, P. A. (1995). The Sunda and Sahul continental platform: Lost land of the Last Glacial Continent in S.E. Asia. *Quaternary International*, 29-30, 129-134. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/1040-6182\(95\)00015-B](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/1040-6182(95)00015-B)
- Irzon. (2017). Geochemistry of Late Triassic Weak Peraluminous A-Type Karimun Granite, Karimun Regency, Riau Islands Province. *Indonesian Journal on Geoscience*, 4(1).
- Irzon, Abidin, H. Z., Baharuddin, Sendjadja, P., & Kurni. (2017). Kandungan Unsur Tanah Jarang pada Granit Putih Kemerahan dari Daerah Lagoi dan Perbandingan dengan Batuan Sejenis di Tempat Lain. *Jurnal Geologi Sumber Daya Mineral*, 18(3).
- Ishihara, S. (1977). The Magnetite-Series and Ilmenite-Series Granitic Rocks. *Mining Geology*, 27, 293-305.
- Korwa, J., Opa, F. R., & Djamaludin, R. (2013). Kajian geologi kelautan perairan timur Indonesia. *Jurnal Geologi Kelautan*, 11(2), 99-110.
- Kristanto, N. A. (2003). *Kajian Proses Abrasi Pulau Nipah Riau Kepulauan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan.
- Krumbein, W. C., & Sloss, L. L. (1971). *Stratigraphy and Sedimentation* (2nd ed.). W.H. Freeman.
- Kusnama, Sutisna, K., Amin, T.C., Koesoemadinata, S., Sukardi, Hermanto B. (1994). *Peta Geologi Lembar Tanjungpinang*. Seksi Publikasi dan Dokumentasi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (P3G).
- Mupaya, Bornwell F. (2020). *Alluvial Gold - Exploration and Investment Policies - an Interplay, Zimbabwe*. Zimbabwe: University of Zimbabwe, Geology Department.
- Mustafa, M. A., & others. (2015). Penelitian Keterdapatan Endapan Plaser dan Unsur Tanah Jarang di Pantai dan Perairan Barat Laut Singkep dan Sekitarnya, Kab. Lingga, Provinsi Kepulauan Riau. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan*.
- Ongkosongo, O. S. R. (1989). *Pasang Surut*. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Pethick, J. S. (1984). *An Introduction to Coastal Geomorphology*. Edward Arnold.
- Pipkin, B. W. (1977). *Geology and the Environment*. Wiley.



- PPPGL. (2008). *Peta Potensi Logam Timah dan Logam Lainnya di Kepulauan Riau dan Sekitarnya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan.
- Purwanto, C. (1998). *Inventarisasi Pemanfaatan Geologi Wilayah Pantai Perairan Karimun, Kepulauan Riau*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. Tidak diterbitkan.
- Rifardi, R., Oki, K., & Tomiyasu, T. (1998). The distribution of heavy metals in the sediments of Kagoshima Bay, Japan. *Journal of Oceanography*, 54(5), 593–607.
- Simon & Schuster., (1978). *Guide to Rocks and Minerals. Granite: Composition and Texture*. New York.
- Simon, B., Ziemann, S., dan Weil, M. (2014) Criticality of metals for electrochemical energy storage systems – Development towards a technology specific indicator. *Metallurgical Research Technology* 111, 191-200. DOI: 10.1051/metal/2014010
- Setiady, D. (2001). *Survey Geofisika Pasir Laut di Wilayah Perairan Karimun, Kepulauan Riau dan Sekitarnya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. Tidak diterbitkan.
- Setiady, D. (2010). Heavy mineral association in coastal and offshore sediment relation with source Rock. *Indonesian Journal on Geoscience (IJOG)*.
- Setiady, D. (2018). Analisis Pengayaan Mineral Plaser di Perairan Kundur. *Jurnal Geologi Kelautan*, 10(1), 45–56.
- Setiady, D., Fahmita, R., Wastuwidyanani, P. A., Setyanto, A., Wijaya, P. H., Zulfikar, M., Nurdin, N., Noviandi, Y., Aryanto, N. C. D., & Rahardiawan, R. (2023). *Peta Sumber Daya Mineral Kelautan Indonesia*. Balai Besar Survei dan Pemetaan Geologi Kelautan, Badan Geologi.
- Setiady, D., & Faturrachman. (2004). Tipe Granit Sepanjang Pantai Timur Pulau Batam Dan Pantai Barat Pulau Bintan, Perairan Selat Batam Bintan. *Jurnal Geologi Kelautan*, 2(2).
- Setiady, D., Kamiludin, U., & M. Yosi, M. (2001). *Penelitian Geologi dan Geofisika Kelautan di Perairan Kundur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. Tidak diterbitkan.



- Setiady, D., Setyanto, & M. Yosi, M. (2003). *Penelitian Geologi dan Geofisika Kelautan di Perairan Selat Batam Bintan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. Tidak diterbitkan.
- Setiady, D., Wijaya, P. H., Rahardiawan, R., Nurdin, N., Zulfikar, M., Fahmita, R., Setyanto, A., Wastuwidyanani, P. A., Piranti, S. A., & Rasyid, F. N. (2024). Peta Sebaran Sedimen, Kandungan Mineral dan Unsur Tanah Jarang Permukaan Dasar Laut Perairan Paparan Sunda. Balai Besar Survei dan Pemetaan Geologi Kelautan.
- Setyanto, A., Nurdin, N., & Setiady, D. (2022). Relation Between Sediment Texture and Composition in South Bintan and Surrounding Waters. *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 18(1).
- Setyanto, A., & Setiady, D. (2022). Depositional mechanism based on the statistical method on surficial sediment (sea sand) in South Bintan and Surrounding Waters, Riau Islands Province. *Jurnal Geologi Kelautan*, 20(1).
- Setyanto, A., Setiady, D., Fahmita, R., & Rasyid, F. N. (2022). *Evaluasi Potensi Mineral Kritis dan Logam Tanah Jarang Perairan Singkep, Kepulauan Riau*. Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi dan Balai Besar Survei dan Pemetaan Geologi Kelautan.
- Supandjono, J. B. (1995). *Peta Geologi Lembar Tambelan, Riau*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. <https://onesearch.id/Record/IOS1.INLIS000000000162512>
- Susilohadi. (1985). Geomorfologi dasar laut di perairan timur Indonesia. *Laporan Teknik Pusat Penelitian Dan Pengembangan Geologi Kelautan*, 6(2), 50–62.
- Tjia, H. D. (1972). Geology of the Sunda Shelf and its relation to the Quaternary sea-level changes. *Geological Research and Development Centre*.
- Tomascik, T., (1996). *The Ecology of the Indonesian Seas – Part One*. Hong Kong: Periplus Editions Ltd. hlm. 580–581. ISBN 962-593-078-7.
- Voris, H. K. (2000). Maps of the Sunda Shelf: A historical perspective on the geography of the Sunda Shelf and its implications for biodiversity. In *Biodiversity and Conservation in the Indonesian Archipelago*. Indonesian Institute of Sciences.

Voris, Harold K. & Sathiamurthy, E. (2006) Maps of Holocene Sea level Transgression and Submerged Lakes on the Sunda Shelf. *The Natural History Journal of Chulalongkorn University*, Supplement 2: 1-43, August 2006.

Whitten, D. G. A., & Brooks, J. R. V. (1972). *The Penguin Dictionary of Geology*. Penguin Books Ltd.

Whitten, T. (1996). *The ecology of Java and Bali*. Periplus Editions.

Wyrski, K. (1961a). Physical oceanography of the Southeast Asia waters. NAGA Report. <https://cir.nii.ac.jp/crid/1572824500250383104>

Yasin, M., Kamiludin, U., & Yosi, M. (2016). *Penelitian Geologi dan Geofisika Kelautan di Perairan Kundur*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

<b>NAMA</b>	: Ir. Deny Setiady, M.T.		
<b>TPT/TGL LAHIR</b>	: Bandung 8 Agustus 1964		
<b>PEKERJAAN</b>	: PPPGL (1993 – 2022). BBSPGL (2022- sekarang)		
<b>PANGKAT</b>	: 2015 – sekarang		pembina utama muda/IV-C
<b>JABATAN:</b>	2020 – 2022		Peneliti Utama
	2022 – sekarang		Penyelidik Bumi Utama
	2022 – Januari 2023		Koordinator mineral Kelautan BBSPGL
	2023 - sekarang		Tenaga ahli, Anggota SPI, BBSPGL
	2014 – 2017		Koordinator Kelompok Energy Laut
	2013 – 2014		Kepala Bidang Program, PPPGL
	2010 – 2013	Kepala Bidang PSL di PPPGL	
	2009 – 2010	Kepala Sub Bid Program Perencanaan PPPGL	
	2007 – 2009	Kepala Sub.Bid Operasional Peralatan PPPGL	
	2016 – sekarang	Pemred/Editor Jurnal Geologi Kelautan	
	2018 – 2021	Ketua/anggota Tim Penelaah PPPGL	
	2017 – 2021	Penilai Peneliti di PPPGL	
	2006 – 2009	Ketua Panitia Pengadaan PPPGL	
	2005 – 2006	Sekretaris proyek PPPGL	

### PENDIDIKAN :

- (S1)Teknik Geologi, UPN “Veteran” Yogyakarta (1984 – 1991)
- (S2) Teknik Geologi, ITB (2002 -2005)
- Advance training “Protection and Utilization of Ocean” Hamburg University, 1995-1996
- Workshop "Future Regional Action and related capacity building program on Intergrated Coastal Zona Management"Hanoi University of Science and Marine Geology and Mineral Resources, Hanoi, Vietnam, 24 November - 4 Desember 1998

### DAFTAR PUBLIKASI

**BUKU** : Potensi Geologi Kelautan di Palabuhan Ratu – Ciletuh 2017 (percetakan nasional)

#### **Peta Terbit dan diakui sebagai Hak Kekayaan Intelektual (HKI)**

- Peta Mineral Indonesia di Tanda tngan BapaK Menteri ESDM (2022)
- Peta Kandungan Logam Tanah Jarang Indonesia Bagian Barat Di Tandatangani Kepala Badan Geologi (2022)
- Peta Sebaran sedimen Dasar Laut perairan Kunder, Batam Bintanm Selat Sunda

### Makalah ilmiah

#### **Jurnal /Buletin terakreditasi nasional**

1. Kandungan Mineral Kuarsa dan Kasiterit pada sedimen dasar laut di Perairan Kuala Kampar dan sekitarnya, Riau, Journal GSDM. April-2001
2. Surficial Sea Bottom Sediments and Composition of Heavy Minerals in The Eastern Lombok Waters, Bulletin Of MGI, November-2001.
3. Magnetite, Ilmenite and Hematite Contents of seabottom surficial Sediment of Kunder Waters Bulletin of The Marine Geology, Vol. 18, No.3, Oktober 2003
4. Kandungan Mineral kuarsa dan piroksen pada sedimen pantai dan lepas panta iperairan Parigi (Buletin geologi Kelautan, 2004)
5. Mineral Contents of The Sea Floor Surficial Sediment In South Kalimantan Waters Area Bulletin of The Marine Geology, Vol. 19, No.2, Desember 2004

6. Heavy Minerals in the Placer deposits in North Bangka Waters Bulletin of The Marine Geology, Vol. 21, No.1, November 2006
7. HEAVY MINERALS IN THE PLACER DEPOSITS IN SINGKAWANG WATERS, WEST KALIMANTAN BULETIN, MGI, 2010
8. HUBUNGAN KEBERADAAN MINERAL KASITERIT DENGAN BESAR BUTIR BERDASARKAN DATA SEDIMEN PERMUKAAN DI PERAIRAN KUNDUR – MENDOL, JURNAL GEOLOGI KELAUTAN,, 2010
9. Hubungan kumpulan mineral berat pada sedimen pantai dan lepas pantai dengan batuan asal darat di Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat, 2010, Indonesia Journal of Geoscience (IJOG)
10. PROSES SEDIMENTASI DAN EROSI PENGARUHNYA TERHADAP PELABUHAN, DI SEPANJANG PANTAI BAGIAN BARAT DAN BAGIAN TIMUR, DI PERAIRAN SELAT BALI, JURNAL GEOLOGI KELAUTAN, 2010
11. PERKIRAAN POTENSI CADANGAN PASIR LAUT YANG TERDAPAT DI PERAIRAN MUARA KAMPAR, KEPULAUAN RIAU.Jurnal, SumberDaya Mineral 2010.
12. Characteristic of Mineral Resources Rare Earth Element Bearing in Sediment at Coastal and Offshore Area of Kundur Island, Riau Province.(Buletin MGI-2013)
13. Kandungan Mineral Kuarsa dan Mineral Lainnya pada Sedimen Dasar Laut di Kepulauan Aruah, Provinsi Riau (Buletin Sumberdaya Geologi, 2013)
14. Mineral Content Of Surficial Sediment Of the Rangsang island and its surrounding area Meranti, (bulletin of Marine Geologivol, 30, no, 2 desember 2015.
15. Potensi endapan pasir besi dan gumuk pasir hubungannya dengan batuan induk di pantai Pameungpeuk, Kabupaten Garut, Jabar, Buletin Sumberdaya Geologi, vol 2, no,2-2017.
16. Stratigrafi Perairan Utara Bali dari hasil interpretasi seismik 2D , Journal Geologi Kelautan,, 2017.
17. Keberadaan Terumbu Karang berdasarkan kedalaman dasar laut dan pengaruh sedimen sepanjang pantai Pulau-Pulau terluar di Perairan Kepulauan Aruah, Kabupaten Rokan Hilir Provinsi Riau, (JLBG,2018).
18. Sebaran sedimen pasir lau tsebagai bahan galian dilepas pantai selat riau, (JGK, 2018)
19. The Existence of Tin Placer Relation With Tin Belt In Kundur Waters Area Riau
20. archipelago Province, journal of physiscs, V/13632019
21. Karakteristik Geologi Pantai Pulau Bacan bagian barat, dan Pulau Halmahera Selatan, Bagian timur, PropinsiMaluku Utara, BGTL V. 29, NO.1.2019
22. Sedimentasi pasir sepanjang pantai perairan Kulonprogo, DIY, JKG. V.18. no. 1, 2020
23. Kandungan mineral pada pasir besi di Pantai Loji dan Ciletuh, Sukabumi, berdasarkan data bor dan georadar, Jurnal Teknilogi mineral dan batubara, V.18, No,3, 2020
24. Identifikasi Perangkap Hidrokarbon Paleogen Neogen Di Perairan Wokam Aru Utara, berdasarkan analisis data seismic. Jurnal Geologi Kelautan, V.19, no.1, 2021
25. Struktur Geologi Perairan Selat Madura, Jurnal Geologi Kelautan, V.19, no.2, 2021
26. Relation Between Sediment Texture and Composition in South Bintan and Surrounding Waters, JGK V.20, no.1. 2022
27. The Relationship between grain size and current velocity sediment distribution in Batang , JGK V,20 no, 2, 2022.
28. Wave and current modeling for groyne designat Cisolok Fishing port, Sukabumi, JGK, V. 21 ni.1, 2023
29. Wave energy potential assesmen in the sea of Enggano, 59 th CCOP anual sesion Thailand, 2023
30. Heavy Mineral Content and Characteristics of Rare Earth Elements in the Singkep
31. Waters and Surrounding Areas, Riau Archipelago Province, 59 th CCOP anual sesion Thailand, 2023

#### **PengalamanKerja:**

1. Ketua Tim merangkap anggota Penyelidikan Geologi Wilayah Pantai Perairan Lombok Timur, Nusatenggara Barat bokTimur, Nusatenggara Barat (1999)



2. Ketua Tim merangkap anggota Penyelidikan Mineral lepas pantai di Perairan Pulau Kundur dan sekitarnya (2000)
3. Ketua Tim merangkap anggota Penyelidikan Geologi dan Geofisika Perairan Pameungpeuk Kabupaten Garut (2001)
4. Ketua Tim merangkap anggota Kajian Potensi Mineral Ekonomis Perairan Kundur dan Karimun, Kepulauan Riau (2002)
5. Anggota Tim Penyelidikan Geologi dan Geofisika Perairan Muara Kampar, Kabupaten Pelalawan (2002)
6. Ketua Tim merangkap anggota Penyelidikan Potensi Mineral Lepas Pantai di Perairan Selat Batam - Bintan Riau (2003)
7. Kepala Tim Kerjasama Dengan Bappeda Tingkat II Kabupaten Rembang (Study Inventarisasi dan Potensi Sumberdaya Alam Kabupaten Rembang 2003).
8. Ketua Tim merangkap anggota Penyelidikan Potensi Mineral Lepas Pantai Perairan Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat (2005)
9. Koordinator merangkap Anggota Tim Penyelidikan Bijih Besi di Kepulauan Tambelan, Riau. 2007.
10. Koordinator merangkap Anggota Tim Penelitian potensi Timah lepas pantai perairan Pulau Karimun, Provinsi Riau Kepulauan. 2012
11. Anggota Tim Penelitian Gas Biogenik di Muara Sungai Mahakam, 2017
12. Anggota Tim Penelitian Gas Biogenik di Perairan Kangean, 2017
13. Anggota Tim BLU PT Timah , eksploarsi Timah laut di Perairan Bangka, 2018
14. Ketua Tim BLU PT. Mineral Lautan Persada Studi Kelayakan Pasir Laut, 2019
15. Anggota Tim BLU PT Timah , eksploarsi Timah laut di Perairan Singkep, 2019
16. Anggota Tim BLU PT Timah , eksploarsi Timah laut di Perairan Kundur, Riau, 2019
17. Anggota Tim Kebijakan satu peta Substrat dasar laut 2020
18. Anggota tim granitod 2020
19. Kepala Tim kerjasama BLU dengan Dinas ESDM Jateung 2021 penelitian pasir laut utara perairan Jateung
20. Anggota tim kajian granitod II 2021
21. Anggota Tim Penyelidikan Timah di Muntok Bangka Kerjasama BLU dengan PT Timah, 2022
22. Anggota Tim Kajian Rekomendasi Teknis usulan WIUP, Perairan Singkep Kepulauan Riau, 2022.
23. Anggota Tim Penyelidikan Timah di Perairan Sinar baru . Bangka, 2023
24. Anggota Tim Penyelidikan Timah di Perairan Deniang Bangka, 2023
25. Anggota Tim Penyelidikan Kuarsa di Perairan Rupert, Dumai Riau 2023
26. Kepala Tim Kajian Rekomendasi Teknis usulan WIUP, Perairan Kendawangan, Kalbar, 2023
27. Anggota Tim mineral emas Lampung, 2024
28. Anggota Tim Mineral Placer, Perairan Bengkalis, 2024
29. Anggota Tim Kajian mineral plaser di Perairan Singkep Selatan, 2024

#### **Keanggotaan**

- Anggota Ikatan Ahli Geologi Indonesia (IAGI). Kartu Anggota Nomor: 1694 Keanggotaan tahun 1996-sekarang
- Anggota Himpunan Ahli Geofisika (HAGI). , 2013-sekarang
- Anggota Himpunan Peneliti Indonesia (HIMPENINDO) 2013 -2022
- Anggota Himpunan Peneliti Bumi Indonesia (HIPBININDO) 2022 -sekarang
- Anggota Ikatan Sarjana Oceanografi Indonesia (ISOI) 2015 - sekarang



**BALAI BESAR SURVEI DAN PEMETAAN GEOLOGI KELAUTAN  
KANTOR PUSAT :**

**JL. DR. DJUNJUNAN NO. 236, BANDUNG - 40174  
TELP. +62 22 6032020 FAX. +62 22 6017887**

**KANTOR PENDUKUNG :**

**JL. KALIJAGA NO. 101, CIREBON - 40113  
TELP. +62 231 207037 FAX. +62 231 246304**

**WWW.MGI.ESDM.GO.ID**