



## Jurnal Pengembangan Energi Nuklir

Laman Jurnal: [jurnal.batan.go.id/index.php/jpen](http://jurnal.batan.go.id/index.php/jpen)

# Studi Geologi Awal untuk Calon Tapak PLTN di Pulau Singkep dan Lingga, Kepulauan Riau

Frederikus Dian Indrastomo\*<sup>1</sup>, Heri Syaeful<sup>1</sup>, Kurnia Anzhar<sup>2</sup>, June Mellawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir, BATAN, Jalan Lebak Bulus raya No. 9 Ps. Jumat, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir, BATAN, Jalan Kuningan Barat, Mampang Prapatan, Jakarta, Indonesia.

<sup>3</sup>Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi, BATAN, Jalan Lebak Bulus raya No.49 Ps. Jumat, Jakarta, Indonesia

### INFORMASI ARTIKEL

#### Riwayat Artikel:

Diterima:

27 Juni 2019

Diterima dalam bentuk revisi:

01 Juli 2019

Disetujui:

15 Juli 2019

#### Kata kunci:

Lingga  
Singkep  
geologi  
daerah interest  
tapak PLTN

### ABSTRAK

**STUDI GEOLOGI AWAL UNTUK CALON TAPAK PLTN DI PULAU SINGKEP DAN LINGGA, KEPULAUAN RIAU.** Pulau Singkep dan Lingga adalah bagian dari Kepulauan Riau, seperti Pulau Batam, Bintan, Karimun, terletak pada daerah strategis yang dapat menjadi lokasi dikembangkan perdagangan dan perindustrian. Guna memenuhi kebutuhan teknologi dan listriknya, PLTN merupakan salah satu alternatif pilihan. Berdasarkan hal ini telah dilakukan studi geologi awal guna mengetahui keberadaan daerah interest untuk lokasi PLTN di Kepulauan Riau. Tujuan penelitian untuk mengetahui kelayakan Pulau Singkep dan Lingga dari aspek geologi sebagai daerah interest untuk ditindaklanjuti sebagai calon tapak PLTN. Metodologi penelitian meliputi studi geologi regional melalui pengumpulan data sekunder, dan survei lapangan untuk verifikasi data sekunder. Verifikasi data lapangan meliputi pengamatan batuan untuk menentukan jenis dan karakteristiknya, pengukuran struktur geologi untuk mengetahui potensi sesar dan gempa, pendataan sumber air panas untuk mengetahui aktivitas magmatisme. Pengamatan dilakukan di wilayah pesisir Pulau Singkep dan Lingga. Hasil penelitian awal untuk aspek geologi menunjukkan bahwa ditemukan beberapa daerah interest yang secara kualitatif merupakan lokasi potensial calon tapak PLTN. Dari aspek kegempaan, Pulau Singkep dan Lingga relatif aman. Sebaran batuan metamorfik dari Kompleks Malihan Persing dan granit Tanjungbuku ditemukan di Pulau Singkep, sedangkan sebaran batuan metamorf Formasi Tanjung Datuk di Pulau Lingga. Jenis batuan tersebut merupakan kelompok batuan keras dan resisten, sehingga sangat potensial untuk daerah interest calon tapak PLTN.

### ABSTRACT

**PRELIMINARY GEOLOGICAL STUDY FOR NPP SITE CANDIDATE IN SINGKEP AND LINGGA ISLANDS, RIAU ARCHIPELAGO.** Singkep and Lingga Islands are part of Riau islands, like Batam, Bintan, and Karimun islands, located in the strategic area which could be a location of trade and industrial development. In order to meet technology and electricity needs, nuclear power plant is one of the alternatives. Based on this, the preliminary geological study has been conducted to discover the existence of interest area for nuclear power plant location in Riau Islands. The research is aimed to discover the feasibility of Singkep and Lingga Island from their geological aspect as an interest area to be followed as site candidate of nuclear power plant. Research methodologies include regional geological studies through secondary data collection, and field surveys for secondary data verification. Verification of field data includes rock observation to determine its type and characteristics, the measurement of geological structures to determine the potential of fault and earthquake, the collection of hot springs to determine the activity of magmatism. Observations were made in the coastal areas of Singkep and Lingga Islands. Preliminary research results for geological aspects suggest that as some areas are found as interest area which is qualitatively is potential area for site of nuclear power plant. From the earthquake aspect, Singkep and Lingga Islands are relatively safe. The distribution of metamorphic rocks from the Malihan Persing Complex and Tanjungbuku granite is found on Singkep Island, while the distribution of metamorphic rocks in the Tanjung Datuk Formation on Lingga Island. Those types of rock is hard and resisten rock groups, therefore very potential for interest area of nuclear power plant site.

**Keywords:** lingga, singkep, geology, interest area, NPP site

© 2019 Jurnal Pengembangan Energi Nuklir. All rights reserved

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dan industri menuntut adanya peningkatan penggunaan daya listrik. Guna memenuhi kebutuhan listrik

tersebut, perlu dibangun beberapa pembangkit listrik yang memiliki kapasitas pembangkitan besar. PLTN merupakan salah satu opsi yang dirasa dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik karena berkemampuan

\* Penulis korespondensi.

E-mail: [indrastomo@batan.go.id](mailto:indrastomo@batan.go.id)

menghasilkan daya hingga lebih dari 1 GWe per unit.

Kepulauan Riau merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang dipandang dapat digunakan sebagai calon lokasi pembangunan PLTN. Mengingat Batam, Bintan, dan Karimun (BBK) memiliki letak yang strategis dalam jalur lalu lintas perdagangan internasional dan pemerintah pun mendayagunakannya sebagai tempat pengembangan perdagangan dan investasi sehingga menetapkan sebagai kawasan pengembangan industri [1,2]. Oleh karena itu maka diperlukan pasokan listrik yang cukup memadai berasal dari wilayah tersebut.

Pembangunan PLTN harus memperhatikan beberapa aspek yang menyangkut keselamatan teknis (operasional) dan non-teknis sehingga karakteristik tapak harus diinvestigasi dan dikaji khususnya yang dapat mempengaruhi instalasi nuklir. Aspek kejadian alam (*external natural*) dan akibat kegiatan manusia (*human induced*), serta kombinasi keduanya harus dievaluasi untuk mengetahui dampak terhadap instalasi nuklir [3]. Studi geologi awal perlu dilakukan untuk mengevaluasi daerah yang akan dibangun PLTN, sehingga dari data yang diperoleh akan ditemukan daerah interes yang dapat dikaji lebih dalam guna memperoleh parameter-parameter yang lebih lengkap.

Studi geologi awal untuk wilayah Kepulauan Riau telah dilakukan di daerah Bareleng (Batan-Rempang-Galang), dan telah dihasilkan beberapa daerah yang secara geologi cukup menarik. Daerah tersebut antara lain Pulau Tanjung Sauh dengan litologi granit, Kelurahan Sijantung dengan litologi serpih, dan Tanjung Kelingking dengan litologi konglomerat [1]. Pemilihan lokasi tersebut berdasarkan nilai peringkat kriteria tapak menggunakan parameter kondisi geologi, yaitu granit bernilai 5 (sangat baik), serpih dan konglomerat bernilai 4 (baik) [1].

Selain Bareleng, Pulau Singkep dan Lingga yang terletak di Kabupaten Lingga merupakan lokasi lainnya di wilayah Kepulauan Riau yang juga diteliti kemungkinan kelayakannya dari aspek geologi untuk lokasi tapak PLTN. Kedua pulau tersebut terletak di bagian tenggara Kepulauan Riau. Penelitian di daerah Singkep dan Lingga merupakan studi lanjutan dari penyelidikan di daerah Bareleng. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui

daerah-daerah interes yang secara kualitatif dari aspek geologi layak untuk ditindaklanjuti sebagai calon tapak PLTN di Pulau Singkep dan Lingga.

## 2. TINJAUAN GEOLOGI REGIONAL

Wilayah Kepulauan Riau merupakan bagian dari jalur sabuk granit di Asia Tenggara bagian Jalur Timur yang berumur Karbon, Perm dan Trias. Granit-granit tersebut umumnya merupakan batolit yang terangkat ke permukaan pada saat Orogenesa Trias sehingga menjadi rangkaian kepulauan mulai dari semenanjung Thailand, Malaysia hingga Bangka-Belitung [4, 5].

Tatanan tektonik regional Pulau Sumatra merupakan tepian aktif dari *sundaland* yang tersusun atas kompleks prisma akresi dan cekungan muka busur di daerah antara busur dan palung. Kondisi ini menyebabkan terbentuknya struktur-struktur geologi utama yang sangat kompleks di daerah ini [6-13]. Sesar-sesar utama berarah tenggara-barat laut di bagian tengah Pulau Sumatra merupakan produk dari subduksi di bagian barat yang berarah sama. Subduksi ini merupakan interaksi antara Lempeng India-Australia dengan Eurasia sehingga potensi kegempaan sangat tinggi dan relatif dangkal di wilayah barat, namun terlihat sebaliknya di bagian timur (Gambar 1a dan 1b).

Di bagian timur dari zona subduksi, tektonik dan kegempaan di Pulau Singkep dan Lingga saat ini merupakan daerah tektonik tidak aktif. Kepulauan ini terletak di cekungan belakang busur, lokasi subduksinya berada di bagian pantai barat Sumatra. Pensesaran aktif banyak ditemukan di bagian Pulau Sumatra. Segmen sesar terdekat dengan wilayah ini adalah segmen Sianok, Sumani, dan Suliti yang berjarak kurang lebih 400 km ke barat. Probabilitas bahaya pergerakan batuan (*hazard PGA*) di daerah Singkep dan Lingga menunjukkan nilai 0-0,05 g untuk kemungkinan 10% kejadian dalam waktu 50 tahun [14] (Gambar 2) menunjukkan daerah ini aman dari kegempaan.

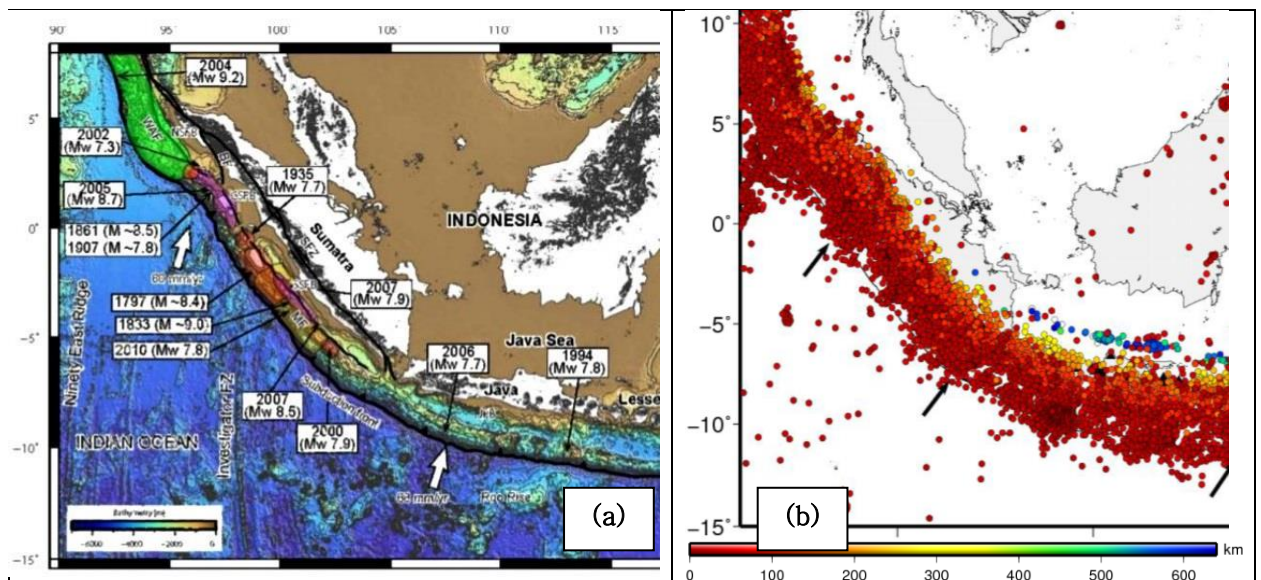
Kabupaten Lingga terdiri dari beberapa pulau besar, diantaranya Pulau Lingga dan Pulau Singkep. Secara regional, geologi di daerah ini tersusun atas batuan metamorf berumur Karbon yang diterobos oleh batuan granitik berumur Trias dan Kapur di bagian selatan, serta batuan

sedimen di bagian utaranya (Gambar 3). Sementara itu, struktur geologi yang berkembang umumnya berarah tenggara – baratlaut[15]. Struktur-struktur tersebut terdiri dari perlipatan dan sesar.

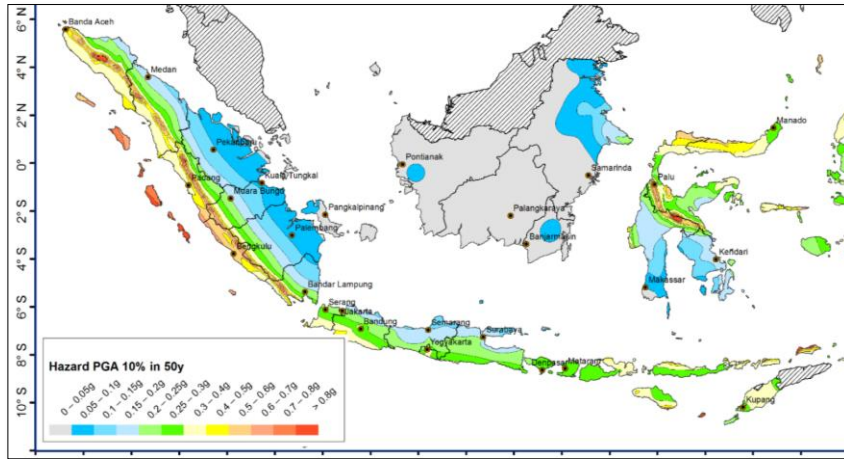
Bagian selatan, yaitu Pulau Singkep terususun atas batuan metamorf dan batuan terobosan granitik. Batuan metamorf terdiri dari kuarsit dengan sisipan filit dan batusabak yang termasuk dalam kelompok Kuarsit Bukitduabelas berumur Karbon sampai dengan Perem (PCmpk). Selain itu, batuan metamorf lainnya merupakan Komplek Malihan Persing berumur Karbon sampai dengan Perem (PCmp) yang tersusun atas perselingan filit, batusabak dan sekis grafit dengan urat-urat kuarsa. Komplek malihan ini diterobos oleh Granit Muncung berumur Trias (Trgm) dan Granit Tanjungbuku berumur Jura (Jgt). Endapan rawa (Qs) dan aluvium (Qa) merupakan endapan batuan yang termuda[15]. Struktur geologi berupa sesar naik berarah tenggara – barat laut tampak memotong di bagian utara Pulau Singkep sampai ke Pulau Selayar. Sesar ini berada di sekitar Kota Dabo memotong kelompok Kuarsit Bukit-duabelas dan Granit Muncung[15].

Di bagian utara Pulau Lingga banyak didominasi oleh batuan sedimenter. Batuan

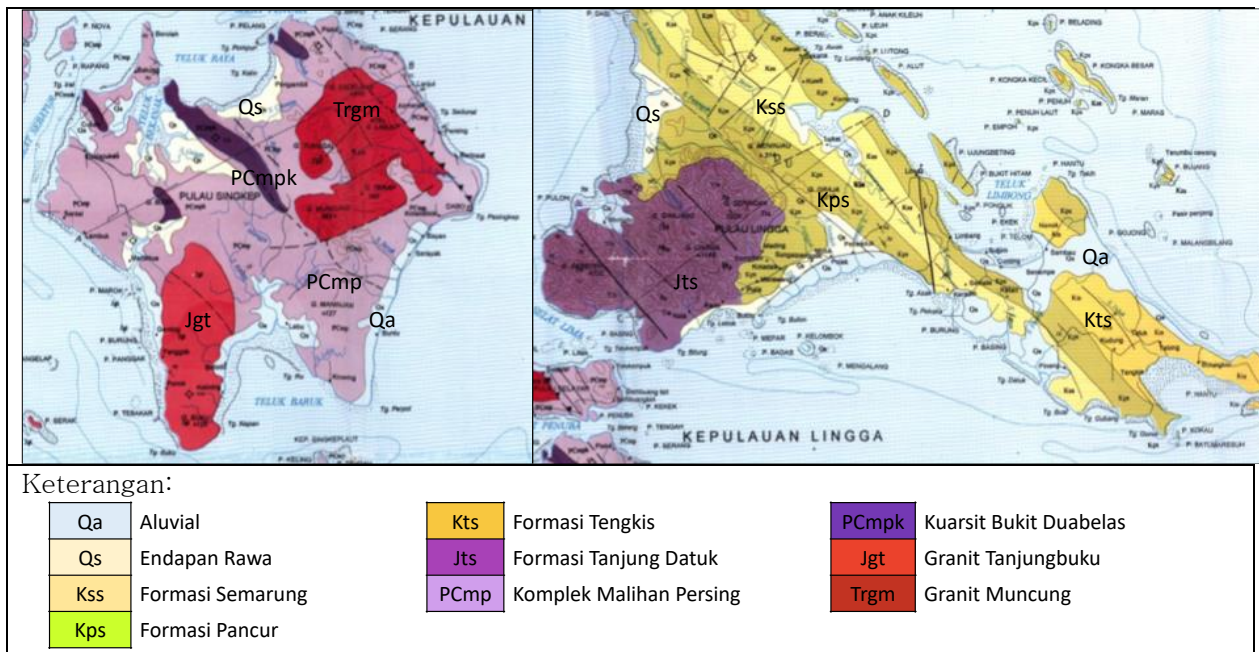
tertua yang ada di daerah ini adalah batuan metamorf berumur Jura Formasi Tanjung Datuk (Jts) yang tersusun atas batupasir malih, batulempung malih, dan batulanau malih dengan sisipan baturijang abu-abu coklat. Di atasnya, secara tidak selaras diendapkan batuan sedimen Formasi Tengkis (Kts) berumur Kapur yang tersusun atas batupasir kuarsa dengan sisipan serpih abu-abu. Formasi ini tersebar di bagian timur Pulau Lingga. Secara selaras, di atas formasi ini diendapkan Formasi Pancur (Kps) berumur Kapur yang tersusun atas serpih merah dengan sisipan batupasir merah dan konglomerat. Di atas Formasi Pancur diendapkan lagi secara selaras Formasi Semarang (Kss) yang tersusun atas batupasir arkosa berbutir sedang-kasar dengan sisipan batulempung. Batuan sedimen tersebut mengalami perlipatan sehingga membentuk suatu sinklin berarah tenggara – baratlaut. Struktur sesar mendatar dekstral berarah relatif utara – selatan berada di Tanjung Asak, sementara struktur sesar lainnya yang belum diketahui jenisnya berarah relatif tenggara – baratlaut tersebar di sekitar G. Lingga dan G. Sereteh[15].



Gambar 1. (a) Regional Struktur Geologi di Sumatra[16–18], Daerah Rupture Gempa Besar [19–21], Serta Fitur Struktur Utama di Kerak Samudra, (b) Peta Lokasi Sumber Gempa dan Kedalamannya di Wilayah Sumatra[14].



Gambar 2. Peta Percepatan Puncak Di Batuan Dasar (PGA) Untuk Probabilitas Terlampaui 10% Dalam 50 Tahun[14].



Gambar 3. Peta Geologi Regional Daerah Pulau Singkep dan Pulau Lingga Menunjukkan Sebaran Batuan Berumur Karbon Sampai Paleosen Serta Struktur Geologi Berarah Relatif Tenggara – Baratlaut[15].

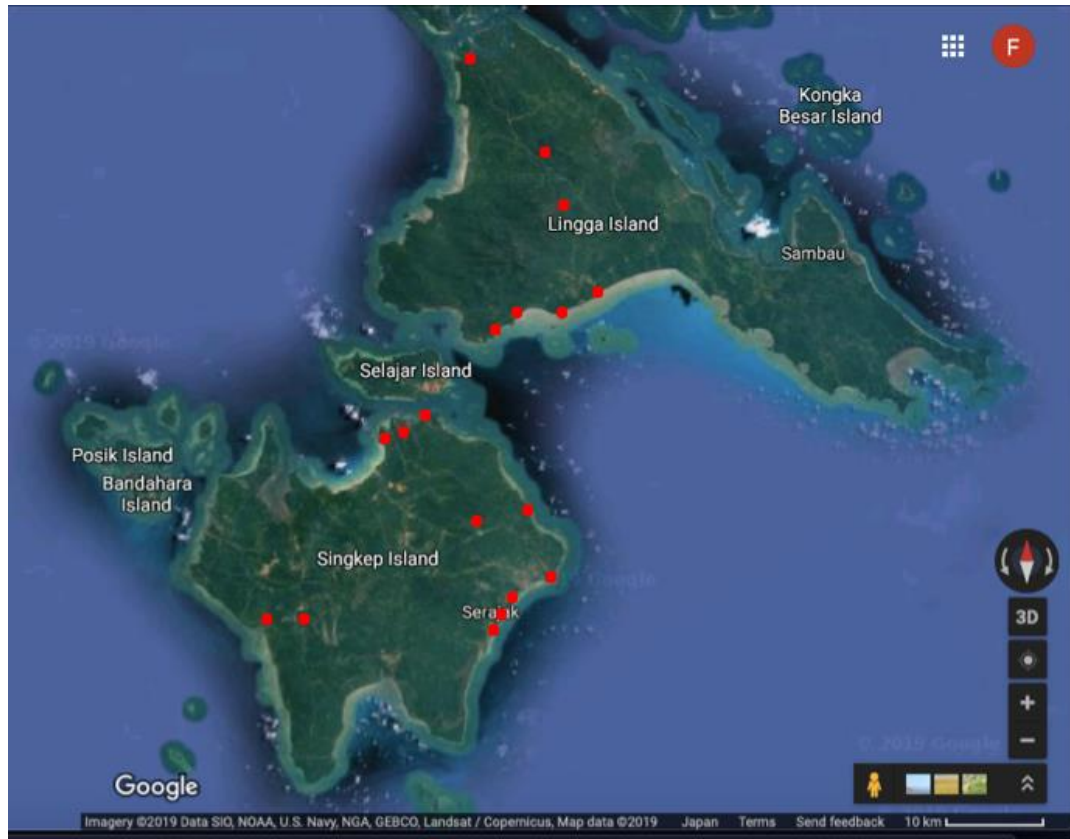
### 3. METODOLOGI

Metodologi penelitian meliputi studi geologi regional melalui pengumpulan data sekunder, kemudian dilanjutkan dengan kunjungan ke lapangan untuk verifikasi hasil kajian. Verifikasi data di lapangan meliputi pengamatan batuan untuk menentukan jenis dan karakteristiknya, pengukuran struktur geologi untuk mengetahui potensi adanya pensesaran dan kegempaan, pendataan sumber-sumber air panas untuk mengetahui aktivitas magmatisme

yang masih terjadi. Lintasan pengamatan utamanya dilakukan di wilayah pesisir Pulau Singkep dan Lingga (Gambar 4).

Peralatan yang digunakan untuk pengamatan geologi lapangan terdiri dari:

- GPS (*Global Positioning System*) yaitu alat penentu posisi untuk mengetahui posisi titik pengamatan menggunakan triangulasi satelit,
- Kompas, palu dan kaca pembesar (*loupe*) yaitu peralatan untuk pengamatan geologi.



Gambar 4. Peta lokasi pengamatan lapangan (titik merah) di Pulau Singkep dan Lingga (modifikasi dari *googlemaps*).

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pulau Singkep

Pengamatan lapangan di daerah Batubedaun dan Batubongkok yang berada di sebelah selatan Kota Dabo memperlihatkan adanya singkapan perselingan filit, batusabak dan sekis grafit dengan urat-urat kuarsa, serta kemiringan batuan relatif tegak. Endapan oksida besi terlihat menutupi beberapa bagian batuan sehingga menjadi lebih keras dibandingkan lainnya (Gambar 5a). Pada umumnya, singkapan batuan terlihat telah lapuk. Secara regional batuan tersebut termasuk dalam Komplek Malihan Persing (PCmp). Morfologi di bagian darat berupa pedataran. Sementara itu, di bagian pesisir terlihat pantai yang datar dan landai, berpasir putih dengan singkapan batuan di beberapa tempat. Di bagian utara pantai timur masih dijumpai singkapan batuan dengan kondisi morfologi yang mirip dengan di kawasan Batubedaun. Kuarsa terlihat mengisi bidang-bidang foliasi batuan, dengan ketebalan mencapai >10 cm (Gambar 5b). Di bagian pantai

timur, yaitu di Maroktua singkapan Kompleks Malihan Persing (Pcmp) terlihat lapuk, dengan endapan rawa (Qs) menutupi kompleks batuan ini (Gambar 5c).

Di bagian utara Pulau Singkep, di sekitar Pelabuhan Sungai Buluh terlihat singkapan batusabak yang berselingan dengan filit. Kondisi singkapan telah lapuk dan di permukaan telah menjadi *soil* (Gambar 6a). Sebaran singkapan terdapat pada morfologi yang bergelombang lemah. Kebanyakan singkapan terlihat karena adanya pembukaan jalan.

Aktivitas yang berkaitan dengan kegiatan magmatisme ditemukan di Desa Berindat berupa sumber air panas alami. Di daerah ini tidak terlihat secara baik adanya singkapan batuan yang segar. Di sekitar sumber air panas dijumpai lapukan batuan bersifat lempungan, liat dan merupakan mineral feldspar yang telah lapuk. Selain itu, dijumpai juga beberapa sisa kuarsa berukuran halus, serta beberapa mineral mafik. Interpretasi terhadap lapukan/*soil* tersebut adalah lapukan dari batuan granitis. Menggunakan acuan dari peta geologi regional dapat diketahui bahwa daerah sumber air panas tersebut berada dalam sebaran Granit Muncung (Trgm) berumur Trias [15]. Morfologi di sekitar daerah tersebut merupakan suatu perbukitan

bergelombang yang menunjukkan batuan asal cukup keras dan tahan pelapukan seperti granit. Berdasarkan hal ini, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui proses magmatisme yang menyebabkan terbentuknya sumber air panas tersebut.

Selain Granit Muncung, batuan granitis lainnya ditemukan di bagian timur Pulau Singkep yang mengarah ke Desa Maroktua. Batuan granitis dijumpai pada sebaran daerah dengan morfologi perbukitan bergelombang. Hasil identifikasi komposisi mineral dari batuan ini diketahui terdiri dari kuarsa, feldspar dan sedikit mineral mafik. Morfologinya yang berupa perbukitan menunjukkan bahwa batuan ini lebih resisten daripada sebaran batuan lainnya di sekitar area ini (Gambar 6b). Mengacu pada peta geologi regional granit di daerah ini termasuk ke dalam kelompok Granit Tanjungbuku (Jgt) berumur Jura [15]. Sebaran batuan granit mengarah ke selatan sampai ke daerah pantai.

Secara umum, berdasarkan hasil pengamatan lapangan, batuan-batuan metamorfik dari Kompleks Malihan Persing merupakan batuan tua yang sangat keras. Mineral-mineral isian terlihat pada bidang-bidang perlapisan yang sangat rapat dan tidak meninggalkan sisa ruang di dalamnya. Hal ini disebabkan oleh proses metamorfisme regional karena pengaruh panas dan terutama tekanan yang sangat berperan di dalam mengubah batuan asal sedimenter (lunak) menjadi batuan metamorfik yang lebih keras. Kelompok batuan ini tersebar dan tersingkap di hampir sepanjang pantai Pulau Singkep. Kompleks ini berumur tua (Karbon-Perem) sehingga tingkat kekerasan dan kompaksi batuan sangat baik. Oleh karena itu, di lokasi daerah sebaran batuan ini berpotensi sebagai calon tapak PLTN, walaupun tetap diperlukan studi lebih mendalam untuk meyakinkan kelayakan daerah ini sebagai tapak PLTN.



Gambar 5. (a) Singkapan Batuan Filit, Batusabak dan Sekis Grafit (kelompok batuan metamorf) dengan Urat-Urat Kuarsa di Daerah Batubedaun dan Batubongkok (pantai barat bagian selatan), (b) Mikrostruktur Sesar Pada Batuan metamorf di Tanjung Sedamai (Pantai Barat bagian utara) Memperlihatkan Adanya Offset Pada Mineral Kuarsa, (c) Endapan Rawa-Qs di Daerah Maroktua yang Menutupi Kompleks Malihan Persing. Daerah Ini Merupakan Daerah Rawa-Rawa Tempat Pertemuan Sungai Dengan Laut.



Gambar 6. (a) Singkapan Batuan Filit Berselingan dengan Batusabak Dalam Kondisi Lapuk yang Tersingkap Pada Area Buka-an Jalan, (b) Singkapan Batuan Granit Tanjungbuku di bagian tengah Pulau Singkep membentuk Morfologi Perbukitan Bergelombang.

Selain batuan Kompleks Malihan Persing, sebaran batuan granitik dari Granit Tanjungbuku (Jgt) di bagian selatan Pulau Singkep juga memiliki potensi yang baik sebagai lokasi tapak PLTN. Berdasarkan hasil pengamatan terlihat bahwa batuan granit ini cukup keras, serta tidak ditemukan fraktur yang cukup rapat. Berdasarkan umurnya, batuan ini berumur Jura, umur yang sangat tua sehingga kekerasannya sangat baik. Keterbatasan akses menuju ke bagian selatan Pulau Singkep menyebabkan kurangnya data mengenai sebaran granit di daerah tersebut. Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai batuan granit dan sebarannya khususnya di bagian selatan Pulau Singkep sehingga informasi yang didapatkan akan lebih lengkap.

Kelompok batuan Granit Muncung dan Kuarsit Bukit dua belas yang sebagian besar sebarannya hanya di temukan darat. Batuan Granit Muncung yang dijumpai sebagian besar terlihat sangat lapuk. Terlihat sesar naik berarah tenggara – barat laut memotong batuan granit sampai ke Pulau Selayar. Terdapatnya sumber air panas di bagian granit ini menunjukkan masih adanya proses magmatisme yang terjadi sehingga perlu dilakukan penelitian lebih mendalam terkait hal tersebut. Oleh karena itu, sebaran batuan ini kurang berpotensi sebagai calon tapak PLTN. Sama halnya dengan batuan Kuarsit Bukitduabelas.

#### 4.2 Pulau Lingga

Pengamatan di beberapa lokasi menunjukkan adanya sebaran batuan metamorfik, batuan granitik dan batuan

metasedimen sebagai penyusun Pulau Lingga. Pengamatan di bagian selatan yaitu di daerah Pasirpanjang ditemukan singkapan batuan granitik pada morfologi perbukitan bergelombang dengan beda elevasi (dengan laut) sekitar 25 m (Gambar 7a). Mengacu pada peta geologi regional, ternyata tidak ditemukan batuan granitis di daerah ini. Sebaran granit yang terdekat dengan daerah ini adalah Granit Muncung (Trgm) yang berada di Pulau Singkep. Oleh karena itu, diasumsikan granit ini termasuk dalam kelompok Granit Muncung (Trgm) berumur Trias. Singkapan batuan granit ini cukup segar, mineral kuarsa, feldspar dan mineral mafik masih terlihat dengan baik. Di bagian pesisir terlihat pantai bermorfologi landai dengan hamparan pasir putih kuarsa yang berasal dari granit di atasnya.

Selain granit, singkapan batuan keras lainnya yang dijumpai adalah batupasir malih, batulempung malih dan batulanau malih dengan sisipan baturijang berwarna abu-abu coklat. Kondisi batuan cukup segar, sedikit lapuk, dengan tingkat kekerasan yang sangat tinggi. Singkapan ini ditemukan di air terjun Resun, membentuk morfologi tinggian (Gambar 7b). Morfologi tinggian ini menunjukkan bahwa batuan yang berada di daerah tersebut memiliki kekerasan cukup tinggi sehingga lebih resisten terhadap pelapukan. Mengacu pada peta geologi regional, batuan ini termasuk dalam kelompok Formasi Tanjung Datuk (Jts) berumur Jura. Secara regional, sebaran batuan ini mengisi daerah pegunungan di bagian selatan Pulau Lingga (Gambar 8).

Sebaran batuan sedimen berupa serpih merah dengan sisipan batupasir merah ditemukan di sekitar Pelabuhan Tanjung Buton

yang merupakan bagian selatan dari Pulau Lingga. Batuan sedimen ini telah mengalami proses oksidasi yang cukup kuat sehingga warna merah cukup dominan di batuan tersebut. Kondisi batuan di bagian permukaan lapuk, namun oksida besi yang menutupi batuan tersebut menyebabkan batuan menjadi agak keras di permukaan (Gambar 9a). Sebaran batuan di sekitar pantai Pelabuhan Tanjung Buton membentuk morfologi yang landai, dengan sebaran batu dan pasir berwarna kemerahan. Sementara itu, singkapan serpih merah dengan sisipan batupasir merah dan konglomerat juga ditemukan di sekitar daerah Resun menuju ke Pelabuhan Tenam yang merupakan bagian tengah dari Pulau Lingga. Kedudukan perlapisan batuan ini berarah relatif tenggara – barat laut dengan kemiringan lapisan batuan antara  $30^{\circ}$  –  $40^{\circ}$  ke arah timur laut. Urat-urat kuarsa tampak mengisi bidang frakturasi, dengan ketebalan sekitar 5 cm (Gambar 9a). Kondisi batuan sangat lapuk, beberapa telah menjadi *soil*. Morfologi daerah ini merupakan daerah perbukitan bergelombang dengan beda elevasi yang tidak banyak. Berdasarkan peta geologi regional, batuan tersebut termasuk ke dalam Formasi Pancur (Kps) yang berumur Kapur [15].

Singkapan batuan sedimen lain ditemukan di bagian barat laut Pulau Lingga, yaitu di sekitar Pelabuhan Tenam. Pelabuhan Tenam merupakan pelabuhan yang dibangun untuk keperluan sandar kapal barang berukuran besar. Di lokasi ini terdapat singkapan batuan sedimen berupa batupasir arkosa berbutir sedang–kasar dengan sisipan batulempung. Terlihat bidang perlapisan dengan kemiringan relatif tegak karena terlipat kuat. Batuan ini umumnya berwarna kelabu, sedikit kemerahan karena adanya oksidasi (Gambar 9b). Kondisi batuan lunak, lapuk, dan terlihat lempung terserpihkan (*scaly clay*), kemungkinan batuan ini mengalami proses tektonik kuat yang membentuk tekstur dan lapisan tegak. Berdasarkan peta geologi regional, batuan tersebut termasuk ke dalam Formasi Semarang (Kss) yang berumur Kapur [15].

Secara kualitatif, berdasarkan hasil pengamatan di lapangan batuan dan kajian peta geologi regional, diketahui bahwa batuan Formasi Tanjung Datuk merupakan batuan terkeras yang ada di Pulau Lingga. Hal ini ditunjukkan dengan adanya morfologi

pegunungan yang cukup tinggi di sebaran batuan ini. Kekerasan batuan disebabkan selain karena umurnya yang cukup tua (Jura) juga karena adanya proses metamorfisme regional yang membuat batupasir, batulempung dan baturijang menjadi termalihkan. Berdasarkan peta geologi regional, sebaran batuan ini menempati bagian selatan Pulau Lingga sampai ke bagian pantai. Pengamatan lapangan di bagian pantai belum dapat dilakukan karena keterbatasan akses jalan, tetapi berdasarkan singkapan yang ditemukan di lokasi air terjun Resun kemungkinan kondisi batumannya akan sama. Oleh karena itu, sebaran batuan Formasi Tanjung Datuk cukup potensial sebagai calon tapak PLTN.

Selain batuan malihan Formasi Tanjung Datuk, batuan granitik Pantai pasirpanjang yang berada di pantai selatan bagian timur juga memiliki potensi yang baik sebagai calon tapak. Secara kualitatif, batuan ini cukup keras dengan morfologi perbukitan bergelombang. Di bukit Benteng Tanjung, beda elevasi dengan permukaan laut sekitar 25 meter. Pantai Pasirpanjang merupakan pantai yang datar dengan kedalaman mencapai 10 meter [15]. Oleh karena itu, daerah ini cukup potensial untuk dikembangkan sebagai calon tapak potensial. Hanya saja perlu dilakukan studi lanjut dan mendalam, terutama untuk mengetahui sebaran granit dan hubungannya dengan batuan granit lainnya.

Batuan sedimen Formasi Pancur (Kps) dan Formasi Semarang (Kss) merupakan batuan sedimen berumur tua (Kapur) namun kondisi batuan di permukaan umumnya dalam kondisi lapuk. Struktur geologi yang kuat menyebabkan batuan mengalami perlipatan dengan kemiringan lapisan cukup tinggi, bahkan batupasir Formasi Semarang terlihat tegak. Frakturasi pada batuan ini cukup kuat dengan isian kuarsa yang terlihat di batuan Formasi Pancur daerah Resun. Frakturasi yang kuat juga terlihat pada batupasir dan batulempung Formasi Semarang di sekitar Pelabuhan Tenam terkersikkan (*scaly clay*) sehingga nampak pecah–pecah. Di beberapa lokasi menuju Pelabuhan Tenam juga terlihat jalan yang longsor, sehingga potensi longsor di sebaran Formasi Semarang cukup tinggi. Oleh karena itu, sebaran batuan Formasi Pancur dan Formasi Semarang secara kualitatif tidak berpotensi sebagai calon tapak PLTN.





Gambar 7. (a) Pantai Bermorfologi Landai dengan Hamparan Pasir Kuarsa di bagian selatan Pulau Lingga. Di Bagian Belakang Merupakan Perbukitan Singkapan Granit, (b) Air Terjun Resun yang Tersusun Atas Batupasir Malih, Batulempung Malih, dan Batulanau Malih dengan Sisipan Baturijang Abu-Abu Membentuk Morfologi Tinggian pada Sebaran Batuan Tersebut



Gambar 8. Morfologi Pegunungan yang Tersusun atas Batuan Formasi Tanjung Datuk-Jts Berumur Jura.



Gambar 9. (a) Sebaran Batu dan Pasir Berwarna Merah yang merupakan batuan serpih Formasi Pancur-Kps teroksidasi kuat di Pelabuhan Tanjung Buton, Bermorfologi Landai, (b). Singkapan Batupasir Arkosa dengan Sisipan Batulempung Formasi Semarang-Kss di Sekitar Pelabuhan Tenam Dengan Kemiringan Lapisan Hampir Vertikal.

## 5. KESIMPULAN

Pengamatan awal geologi menunjukkan bahwa di beberapa lokasi di Pulau Singkep maupun di Pulau Lingga ditemukan daerah interes yang secara kualitatif dari aspek geologi dapat dijadikan daerah potensial calon tapak PLTN. Secara umum, wilayah Pulau

Singkep dan Lingga merupakan daerah aman dari gempa. Untuk wilayah Pulau Singkep, sebaran batuan metamorfik dari Kompleks Malihan Persing dan granit Tanjungsuku merupakan kelompok batuan keras yang sangat potensial untuk menjadi daerah interes calon tapak PLTN. Sementara itu, di wilayah Pulau Lingga, daerah interes calon tapak potensial

berada pada sebaran batuan metamorf Formasi Tanjung Datuk.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Kajian Energi Nuklir, dan Kepala Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir, BATAN atas kesempatannya untuk terlibat di dalam penelitian tapak PLTN di Pulau Singkep dan Lingga.

## DAFTAR ACUAN

- [1] June Mellawati, Heri Syaeful, F. Dian Indrastomo, Ratih Agustin Putri. "Kajian Awal Kondisi Geologi Kepulauan Borelang Pada Kegiatan Pra Survei Tapak PLTN," in *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi Nuklir*, Batam 4-5 Agustus 2016, Hal. 817-824.
- [2] Muhammad Zaenudin. "Kajian Free Trade Zone (FTZ) Batam-Bintan-Karimun (Permasalahan, implementasi dan solusinya)". *Eko Regional*. Volume 7, No. 2. September 2012. Hal. 79-89.
- [3] IAEA, 2016. "IAEA Safety Standards: Site Evaluation for Nuclear Installations (Safety Requirements No. NS-R-3 Rev.1)", Rev. 1. International Atomic Energy Agency, Vienna.
- [4] E. J. Cobbing, D. I. J. Mallick, P. E. J. Pitfield, and L. H. Teoh, "The Granites of the Southeast Asia Tin Belt," *Journal Geology Society*, London, Volume 143, 1 May 1986, Pp. 537-550.
- [5] W. J. Mc Court, M. J. Crow, E. J. Cobbing, and C. Amin, "Mesozoic and Cenozoic Plutonic Evolution of SE Asia: Evidence from Sumatra, Indonesia," *Journal Geology Society*, London, Volume 106, 1 January 1996, Pp. 321-335.
- [6] S. Susilohadi, Christoph Gaedicke, Axel Ehrhardt, "Neogene Structures and Sedimentation History along The Sunda Forearc Basins Off Southwest Sumatra and Southwest Java," *Marine Geology*, Volume 219, No. 2, August 2005, Pp. 133-154.
- [7] M. M. Mukti, R. Moeremans, N. D. Hananto, H. Permana, and I. Deighton, "Neotectonics of The Southern Sumatran Forearc," in *Proceedings Indonesian Petroleum Association, 36th Annual Convention and Exhibition, 2012*, p. Ipa12-G-074.
- [8] Raphael E. Moeremans, Satish. C. Singh, "Fore-Arc Basin Deformation in The Andaman Nicobar Segment of The Sumatra-Andaman Subduction Zone: Insight from High Resolution Seismic Reflection Data", *Tectonics*, Volume 34. No.8, 23 July 2015.
- [9] H. Kopp, "The Control of Subduction Zone Structural Complexity and Geometry on Margin Segmentation and Seismicity," *Tectonophysics*, Volume 589, 18 March 2013, Pp. 1-16.
- [10] Heidrun Kopp and Nina Kukowski, "Backstop Geometry and Accretionary Mechanics of the Sunda Margin," *Tectonics*, Volume 22, No. 6, 11 December 2003, Pp. No. 6, 2003, Pp. 1 - 16 .
- [11] Ian Deighton, M. Ma'ruf Mukti, Satish Singh, Tom Travis, Anthony Hardwick, Katie Hernon, "Nias Basin, NW Sumatra - New Insight Into Forearc Structure and Hydrocarbon Prospectivity from Long-Offset 2D Seismic Data," in *Proceeding Indonesian Petroleum Association, 36th Annual Convention and Exhibition, May 2014*, IPA14-G299.
- [12] Joseph R. Curray, "Tectonics and History of The Andaman Sea Region," *Journal of Asian Earth Sciences*, Volume 25, No. 1. April 2005. Pp. 187-232.
- [13] K. Berglar, C. Gaedicke, D. Franke, S. Ladage, F. Klingelhoefer, and Y. S. Djajadihardja, "Structural Evolution and Strike-Slip Tectonics Off North-Western Sumatra," *Tectonophysics*, Volume 480, No. 1-4, January 2010, Pp. 119-132.
- [14] \_\_\_\_\_, 2017, *Peta Sumber dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017*, 1st ed. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Pusat Studi Gempa Nasional.
- [15] K. Sutisna, G. Burhan, and B. Hermanto, 1994, *Peta Geologi Lembar Dabo, Sumatera*, Skala 1:250.000. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.
- [16] M. Diament, H. Harjono, K. Karta, C. Deplus, D. Dahrin, M. T. Zen, M. Gerard, O. Lassal, A. Martin, and J. Malod, "Mentawai Fault Zone Off Sumatra: A New Key To The Geodynamics Of Western Indonesia," *Geology*, 1992, Volume 20, No. 3, Pp. 259.
- [17] J. Malod and B. M. Kemal, *The Sumatra Margin: Oblique Subduction And Lateral Displacement of The Accretionary Prism*, In *Tectonic Evolution of Southeast Asia*, Geological Society, Volume 106, 1 January 1996, Pp. 19-28.
- [18] M. A. Samuel and N. A. Harbury, *The Mentawai Fault Zone And Deformation of The Sumatran Forearc In The Nias Area*, In *Tectonic Evolution of Southeast Asia*, Geological Society, Volume 106, 1 January 1996, Pp. 337-351.
- [19] R. E. Abercrombie, M. Antolik, K. Felzer, and G. Ekström, "The 1994 Java Tsunami Earthquake: Slip Over a Subducting Seamount," *Journal Geophysical Research*, Volume 106, No. B4, 10 April 2001, Pp. 6595-6607.
- [20] Charles J. Ammon, Hiroo Kanamori, Torne Lay, Aaron A. Velasco. "The 17 July 2006 Java Tsunami Earthquake", *Geophysical Research Letter*, Volume 33, No. 24, 22 December 2006, Pp. 1-5.
- [21] Richard W Briggs, Kerry Sieh, Aron J. Meltzner, Danny Natawidjaya, John Galetzka, S. Bambang, H. Ya-ju, S. Mark, H. Nugroho, S. Imam, P. Dudi, A. Jean-Philippe, P. Linette, and B. Yehuda, "Deformation and Slip Along the Sunda Megathrust in the Great 2005 Nias-Simeulue Earthquake," *Science*, Volume 311, No. 5769, 31 March 2006, Pp. 1897-1901.