

**PARAMETER GEOLOGI DALAM PERENCANAAN PEMBANGUNAN PLTN
DI DAERAH UJUNG LEMAHABANG, JEPARA, JAWA TENGAH**

Oleh : Hadi Suntoko^{*)}

Abstrak

PARAMETER GEOLOGI DALAM PERENCANAAN PEMBANGUNAN PLTN DI DAERAH UJUNG LEMAHABANG, JEPARA, JAWA TENGAH. Identifikasi data geologi merupakan data yang penting dalam perencanaan pondasi PLTN. Data tersebut meliputi litologi, patahan, susunan pelapisan, kegempaan dan aspek geologis lainnya. Penulisan ini dimaksudkan memberikan gambaran secara umum pengambilan data geologi yang diperlukan untuk perencanaan pondasi dalam proses studi tapak. Pembangunan PLTN dilakukan melalui tahapan-tahapan meliputi penentuan tapak, konstruksi, komisioning operasi dan dekomisioning. Dalam kegiatan penentuan tapak kegiatan terbagi menjadi tiga tahap dan setiap tahap terdiri dari beberapa aspek penelitian yang saling berhubungan dan berkelanjutan termasuk geologi. Identifikasi yang dibutuhkan dimulai dari data yang bersifat regional dilanjutkan pengamatan lokal dengan detail. Hasil penelitian lokal yang berhubungan dengan desain pondasi ialah sifat fisik mekanika batuan yang meliputi daya dukung tanah, percepatan tanah, kecepatan gelombang geser, permukaan air tanah, banjir pantai. Parameter teknis geologi tersebut akan menjadi masukan untuk kegiatan desain konstruksi dalam persiapan pembangunan. Ujung Lemahabang (ULA) adalah contoh lokasi yang lolos dalam tahap penentuan tapak pada studi kelayakan tapak yang dilakukan BATAN bersama Konsultan Newjec 1996.

Abstract

PARAMETER GEOLOGY FOR PLANNING OF NUCLEAR FACILITIES DEVELOPMENT AT THE UJUNG LEMAHABANG, JEPARA, CENTRAL OF JAVA. Parameter geology is important assessment of site in the work planning of nuclear facility development. Data of base rock consists of litology, faulting, stratigraphy, seismicity, and other aspek of geology. The document is purposed to view of parameter geology data will need for planning of site study activities. The nuclear facilities development have performed with step by step consist of siting, construction, comisioning, operation and decomisioning. In the siting that activity are provided of tree steps and every step consist of investigation by consideration as geology. Identification is needed to begin of regionally continuing of local survey. The result of local is consider by the desain parameters foundation are mecanica rock and soil which consist of bearing capacity, peak ground acceleration, shear wave velocity, ground water level, flood beach area. The parameter geology must be supported by all factor's, will determine feasibility of site for construction of nuclear facility, without ignoring the others.

Ujung Lemahabang is as preffered candidate site and environmental feasibility study that have been conducted by Newjec 1996. Another have participated in the study through on the job training.

^{*)} *Bidang Penerapan Sistem Energi P2EN - BATAN*

I. PENDAHULUAN

I. 1. Latar Belakang

Ujung Lemahabang (ULA) mempunyai luas kurang lebih 4.5 ha terletak di posisi paling utara Jawa Tengah, berbatasan langsung dengan Laut Jawa. Lokasi tersebut termasuk Desa Balong Kecamatan Bangsri dan Kabupaten Jepara dengan penduduk berjumlah 4413 jiwa, dan kepadatan 313 jiwa/km² (Demografi 99). Secara geografis posisi ULA terletak pada koordinat 6° 25' 00" LU dan 6° 27' 22" LS serta 110° 46' 20" BT dan 110° 48' 48" BB.

Makalah ini disusun berdasarkan kajian data dari beberapa literatur dan penelitian di lapangan yang dilakukan oleh penulis di daerah ULA dan sekitarnya. Secara langsung penulis mengikuti proses studi ini bersama Konsultan Newjec tahun 1994 melalui *On-the Job Training* (OJT) yang menghasilkan peta geologi skala 1:25.000.

Proses pembangunan PLTN memerlukan waktu panjang dan secara bertahap meliputi kegiatan penentuan tapak, konstruksi, komisioning, operasi dan dekomisioning. Penentuan tapak (*siting*) merupakan kegiatan seleksi, evaluasi dan konfirmasi suatu lokasi yang akan digunakan untuk pembangunan. Dalam studi kelayakan tapak pada contoh ULA terdiri dari tiga tahapan/tiga step. Dalam proses tersebut data geologi memberikan bobot yang tinggi untuk menentukan apakah daerah tersebut layak digunakan sebagai lokasi pembangunan atau tidak dan tentunya tidak mengabaikan data penting lainnya.

Secara umum posisi stratigrafi ULA terletak pada pelapisan *kuarter* yang merupakan hasil aktivitas Gunung Muria tempo dulu. Berdasarkan data fisik litologi terdiri dari: batuan vulkanik bersifat lepas, bergradasi, semen pengikat berupa pasir vulkanik dan beberapa sisipan lempung. Hasil analisis mekanika tanah dan batuan menunjukkan hasil yang baik dan memenuhi syarat untuk pondasi pembangunan PLTN.

Kegiatan studi tapak pada aspek geologi dan identifikasi data untuk perencanaan pembangunan meliputi: litologi, susunan pelapisan tanah/batuan, kegempaan, struktur geologi, vulkanologi, rona permukaan/topografi, hidrogeologi. Pada pengumpulan data dilakukan pengujian lapangan maupun pengujian laboratorium.

Secara regional tatanan geologi Indonesia sangat rumit, hal ini tercermin dari bentuk struktur geologi yang dipetakan melalui hasil survei permukaan maupun bawah permukaan yang menghasilkan Peta Geologi Indonesia. Kerumitan tersebut menurut ahli struktur geologi Indonesia (seperti Sukendar Asikin dsb.) karena Indonesia terletak pada tiga titik pertemuan lempeng benua yaitu Australia, Pasifik dan Hindia-Australia. Pertemuan lempeng benua tersebut saling bergerak dan terjadi tumbukan satu sama lain yang menyebabkan gempa. Suatu hal yang tidak mustahil terjadi karena tumbukan itu terus berlangsung hingga waktu sekarang (berdasarkan data seismik) dan saling menekan, maka akan muncul gunung api-gunung api tinggi yang merupakan efek hasil tumbukan lempeng-lempeng benua yang menyebabkan permukaan tanah menjulang dan di sisi lain pulau kita akan tenggelam. Dengan

bergeraknya lempeng-lempeng tersebut melalui kecepatan tertentu maka terjadi tekanan dan tarikan di suatu tempat sehingga daerah itu tidak stabil. Ketidakstabilan suatu daerah tergantung dari kondisi pelapisannya, di mana daerah yang mempunyai batuan keras akan merasakan akibat gempa yang lebih besar dibanding dengan daerah yang mempunyai batuan yang lunak.

I. 2. Tujuan Penulisan

Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk memperoleh informasi parameter geologi dalam pembangunan PLTN yang dilakukan melalui kerjasama BATAN dan Konsultan dalam proses tahapan studi kelayakan tapak. Disamping itu memberikan gambaran umum terhadap aspek geologi yang memberikan sumbangan penting layak dan tidaknya daerah yang akan dibangun tanpa mengabaikan aspek lain.

I. 3. Metode

Metode penulisan dilakukan atas dasar studi pustaka dari peneliti terdahulu yang meneliti daerah Muria dan ULA khususnya. Disamping itu juga didasarkan atas survei lapangan secara langsung bersama konsultan-konsultan dalam proyek studi kelayakan tapak dan lingkungan.

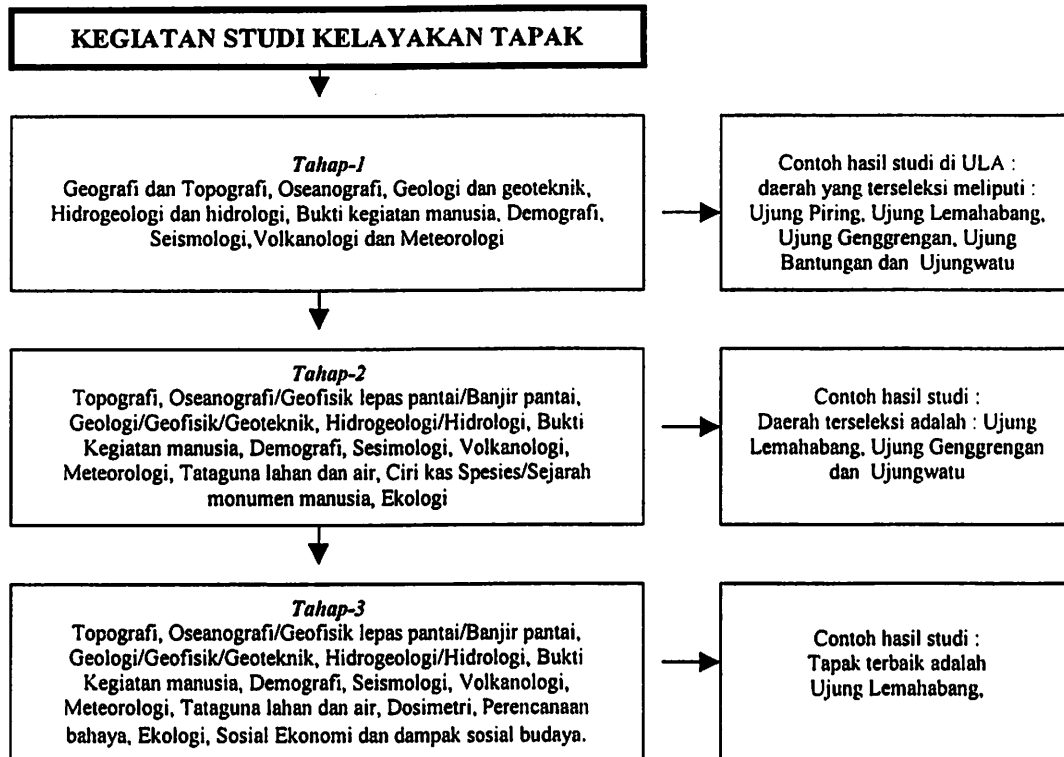
II. ASPEK STUDI

Proses pembangunan sebuah gedung memerlukan identifikasi data dari berbagai disiplin ilmu. Dalam hal ini penulis mengambil aspek identifikasi data geologi yang memegang peranan dalam menentukan kelayakan tapak terutama untuk pondasi bangunan. Data yang diperoleh dari berbagai aspek bidang penelitian akan dianalisa dan disimpulkan. Bila terdapat data yang dapat menimbulkan risiko terhadap keamanan tapak, tentunya risiko tersebut dapat dihindari sedini mungkin. Fenomena risiko dari bencana geologi adalah: keretakan pondasi akibat tapak dilalui oleh patahan/sesar, amblesan yang diakibatkan oleh pelapisan yang rendah daya dukungnya, dsb. Untuk mendapatkan sebuah pondasi konstruksi yang bebas dari bencana atau menimbulkan kerusakan akibat proses geologi maka informasi dan identifikasi data geologi menjadi faktor penentu dalam proses pondasi.

Secara umum tahapan pembangunan PLTN meliputi penentuan lokasi, pra-konstruksi, komisioning, operasi dan dekomisioning. Sebagai salah satu contoh dalam pembangunan PLTN di ULA maka tahapan penentuan tapak telah terlewati, dengan dipilihnya ULA sebagai tapak terbaik. Kegiatan penentuan tapak tersebut meliputi: pemilihan, seleksi tapak (tahap satu), konfirmasi (tahap 2), dan evaluasi tapak (tahap 3).

Di bawah ini adalah bagan alir (*Flow Chart*) kegiatan studi kelayakan tapak dari *Step-1* sampai dengan *Step-3* yang dilakukan di ULA dengan berbagai aspek studi dan hasilnya.

Setiap tahapan identifikasi data geologi secara bertahap dilakukan penelitian dari yang sifatnya identifikasi regional sampai rinci. Hasil kegiatan setiap tahap/step dapat dilihat di bagan alir di bawah ini (Gambar 1). Secara umum kegiatan tahapan pertama/step-1 terdiri dari 9 aspek penelitian bersifat regional, tahapan kedua/step-2 terdiri dari 13 aspek penelitian dan dilanjutkan dengan tahapan ketiga/step-3 yang memerlukan 15 aspek penelitian.



Gambar 1. Bagan Alir Studi Geologi

Sedangkan data yang diperlukan untuk identifikasi geologi baik data permukaan maupun bawah permukaan yang dilakukan melalui tahapan seleksi sampai dengan tahapan evaluasi dapat dilihat dalam Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Kegiatan Survei Geologi dalam Penentuan Tapak dari Tahap-1 Sampai dengan Tahap-3

Kegiatan Studi Geologi		
Tahap-1	Tahap-2	Tahap-3
<ul style="list-style-type: none"> -Sonic Prospecting daerah lepas pantai dengan radius 5 km -Bor Tangan untuk di darat dengan kedalaman 30 meter dan pengujian contoh tanah dan batuan -Tes mekanika tanah terutama pada <i>gravity</i> dan <i>gradation</i> 	<ul style="list-style-type: none"> -Pemetaan Geologi skala 1:25.000 -Pemetaan Geologi pantai skala 1:25.000 -Pemboran inti 17 lubang bor -Tes tanah & Batuan sampel bor inti 255 buah -Tes <i>permeabilitas</i> dan tekanan 5 lubang -Seismik <i>prospecting</i> 1 km 	<ul style="list-style-type: none"> -Seismic <i>prospecting</i> 1.5 km -Geolistrik 3 km -Pemboran 130 lubang -Tes tanah & Batuan 240 buah -Seismometer (tremor) -Cross- hole test pada lubang bor -Pemetaan Geologi skala 1:5.000

II.1 Kriteria Umum

Kegiatan studi kelayakan tapak (*siting*) untuk menentukan tapak terbaik meliputi tahapan yang dilakukan dengan kriteria-kriteria yang disebut dalam tahap-1, tahap-2 dan tahap-3. Kriteria tersebut meliputi kriteria umum dan kriteria spesifik. Kriteria umum memegang peranan penting untuk menentukan layak dan tidaknya lokasi pembangunan sedangkan kriteria spesifik akan memberikan informasi keberadaan pembangunan terhadap dampak untung dan ruginya terhadap masyarakat. Bila tapak telah diproses dengan persyaratan yang termuat dalam kriteria umum ternyata hasilnya layak dan baik, maka dilanjutkan dengan kriteria spesifik yang isinya berhubungan dengan pembangunan proyek.

Kriteria umum yang dilakukan meliputi seleksi lokasi, penentuan tapak dan evaluasi lokasi. Seleksi lokasi merupakan tahapan pertama yang mengumpulkan tapak-tapak terpilih dari hasil pertimbangan data *external events* (struktur geologi, vulkanologi, gempa) yang bersifat regional. Tahap kedua adalah, melanjutkan tahapan pertama yaitu penentuan tapak berdasarkan dari seleksi tapak pertama. Evaluasi tapak merupakan tahapan ketiga yang melakukan konfirmasi tapak berdasarkan data tahapan kedua.

Tahap-1

Kegiatan tahap-1 dikenal dengan tahapan seleksi tapak yang dikumpulkan dari berbagai titik lokasi berdasarkan data/informasi yang luas. Untuk menyeleksi tapak tersebut dilakukan kegiatan-kegiatan, antara lain: survei geografi dan topografi, oseanografi, geologi/geoteknik, hidrogeologi/hidrologi, bukti kegiatan manusia, demografi, seismologi, vulkanologi dan meteorologi. Pada studi contoh, hasil kegiatan tahap pertama tapak yang akan diseleksi meliputi : Ujung Piring, Ujung Lemahabang, Ujung Genggengan, Ujung Bantungan dan Ujungwatu.

Tahap-2

Kegiatan tahap dua merupakan tahap penentuan tapak dari proses seleksi tahap pertama, yang juga merupakan kelanjutan kegiatan tahap sebelumnya. Tahapan kedua meliputi survei topografi, oseanografi/geofisik lepas pantai/banjir pantai, geologi/geofisik/geoteknik, hidrogeologi/hidrologi, bukti kegiatan manusia, demografi, sesimologi, vulkanologi, meteorologi, tataguna lahan dan air, ciri khas spesies/sejarah monumen manusia, dan ekologi. Pada studi contoh tersebut hasil kegiatan tahap dua adalah daerah Ujung Lemahabang sebagai peringkat pertama, Ujung Genggengan peringkat kedua dan Ujungwatu adalah peringkat ketiga. Ketiga-tiganya adalah tapak yang layak untuk diadakan pembangunan PLTN pada masa datang.

Tahap-3

Kegiatan tahap tiga merupakan tahap terakhir yang disebut sebagai tahap evaluasi. Pelaksanaan kegiatan ini dititik beratkan pada penelitian tapak peringkat pertama, dalam

contoh studi ini adalah ULA. ULA adalah tapak terbaik berdasarkan hasil kegiatan penelitian tahap kedua yang kemudian dikembangkan kegiatan penelitian evaluasi dengan rinci. Kegiatan tahap ketiga meliputi kegiatan survei topografi, oseanografi/geofisik lepas pantai/banjir pantai, geologi/geofisik/geoteknik, hidrogeologi/hidrologi, bukti kegiatan manusia, demografi, sesimologi, vulkanologi, meteorologi, tataguna lahan dan air, dosimetri, perencanaan bahaya, ekologi, sosial ekonomi dan dampak sosial budaya. Hasil contoh pada studi ini adalah banyak informasi dan akan memberikan gambaran pada aspek yang berhubungan dengan geologi terutama pada parameter teknis. Parameter teknis meliputi daya dukung tanah, percepatan tanah, kecepatan gelombang geser, permukaan air tanah, tebal tipisnya abu vulkanik di tapak, dan banjir pantai.

II. 2. Kriteria Spesifik

Kegiatan lanjutan dari tahapan kriteria umum adalah kriteria spesifik, yaitu kegiatan yang berhubungan dengan dampak terhadap masyarakat umum secara luas. Kriteria spesifik tidak memberikan nilai bobot tinggi terhadap kelayakan tapak, tetapi akan menjadi pertimbangan pokok secara politik oleh Pemerintah. Rencana pembangunan dapat gagal apabila ternyata masyarakat tidak menyetujui atas keberadaan pembangunan tersebut.

Adapun kriteria spesifik terdiri dari: pengaruh secara luas aktivitas daerah terhadap keberadaan tapak yang akan dibangun, pengaruh luas kehadiran pembangunan terhadap kondisi daerah lokal sekitar tapak, dan pertimbangan penduduk secara keseluruhan dan lokal pada khususnya.

II. 3. Kegiatan Survei

II. 3. 1. Survei Regional

Survei regional merupakan kegiatan penelitian tapak yang cakupan penelitiannya luas antara lain identifikasi umum tapak dari berbagai aspek disiplin ilmu yang diperlukan sesuai dengan lingkup kegiatan. Disamping melakukan penelitian lapangan dan laboratorium secara fisik, diperlukan juga informasi penduduk yang berhubungan dengan kondisi lapangan misalnya data jejak berupa kerusakan fisik yang diakibatkan oleh gempa, patahan, dsb. Data yang diperoleh akan dikorelasikan dengan data penelitian fisik yang pada akhirnya menjadi sebuah analisa dan kesimpulan.

II. 3. 2. Survei Lokal

Survei lokal termasuk dalam penelitian detil atau rinci yang sudah melewati tahap penelitian regional yang panjang. Penelitian lokal menitik beratkan pada karakteristik daerah yang akan dibangun. Informasi geologi detil memerlukan data pendukung seperti literatur dari peneliti lain dan geofisik yang menggunakan alat deteksi atau monitor dengan kemampuan

tertentu. Data dukung akan dikorelasikan dengan data fisik yang telah diperoleh dari data bor dan survei permukaan. Hasil penelitian dari negara-negara lain yang telah membangun PLTN merupakan informasi parameter teknis yang akan disajikan sebagai informasi umum. Parameter teknis meliputi : permukaan air tanah, kecepatan gelombang permukaan, percepatan tanah, daya dukung tanah, banjir pantai, tebal tipisnya abu vulkanik, temperatur rata-rata dan kecepatan angin pada ketinggian tertentu.

III. CONTOH HASIL YANG DIDAPAT DARI KASUS ULA

Penelitian geologi dimulai dari indentifikasi data secara regional yang diperlukan untuk mengkorelasikan hasil penelitian lokal. Penelitian regional pada aspek geologi mencakup daerah yang sangat luas, kegiatan ini meliputi : indentifikasi pelapisan, sejarah geologi, bahan galian, struktur geologi, vulkanologi, hidrogeologi, topografi, dan geomorfologi. Studi lanjutan dalam indentifikasi data geologi merupakan penelitian lokal yang memberikan informasi detail dengan dukungan data yang rinci.

Identifikasi data seismisitas regional daerah ULA yang terletak di Pulau Jawa dipengaruhi oleh lempeng tektonik yang menyebabkan sering terjadinya gempa di Indonesia. Semenanjung Muria dan sekitarnya adalah lokasi yang bertumpu di atas lempeng-lempeng sehingga bila lempeng itu bergerak kemungkinan akan terjadi gempa. Getaran gempa dapat berasal dari akibat gerak lempeng/tektonik atau adanya aktifitas vulkanik. Gerak tektonik dikenal dengan istilah patahan mendatar, patahan turun maupun patahan naik.

Indikasi dari daerah yang tidak stabil (aktif) dapat dilihat adanya gempa dan gunung api. Biasanya jalur gempa dan gunung api merupakan satu rangkaian yang tidak bisa dibedakan. Daerah yang mengindikasikan ada gempa maka di situ ada jalur gunung berapi. Fenomena tersebut dapat dilihat dari pada jalur penunjaman (*banioff zone*) yang membentang kurang lebih 5.600 km dari Kepulauan Andaman, Sumatera, Jawa, Busur Banda hingga Kepulauan Halmahera, Maluku dst.

Jalur *Banioff* bertepatan dengan suatu penunjaman lempeng. Akibat dari penunjaman ini terjadi sesar dan kekar yang dapat diamati di daratan. Kekar dan sesar ini merupakan tanda-tanda getaran yang ditimbulkan oleh gerak-gerak lempeng. Kekuatan gempa tercermin pada amplitudo yang dinyatakan dengan *M* dan oleh *Richter* diciptakan suatu skala dengan nilai 1-8. Angka tersebut menandai suatu kekuatan atau intensitas gempa. Semakin besar nilai skalanya, maka sifat getarannya semakin merusak. Skala gempa yang berlaku di Indonesia adalah skala *Richter* yang juga menggambarkan kerusakannya dengan bentuk sifat (*Modified Mercalli Intensity/MII*).

Kalau dilihat pada jalur penunjaman (*banioff zone*) maka dapat dilihat gempa-gempa sepanjang sesar yang dikategorikan aktif. Sesar aktif adalah sesar yang bergerak di zaman kwater (2 juta tahun lalu umur geologi) hingga sekarang, ditandai dengan indikasi di permukaan maupun bawah permukaan dengan data seismik. Daerah yang memiliki gempa aktif disebut

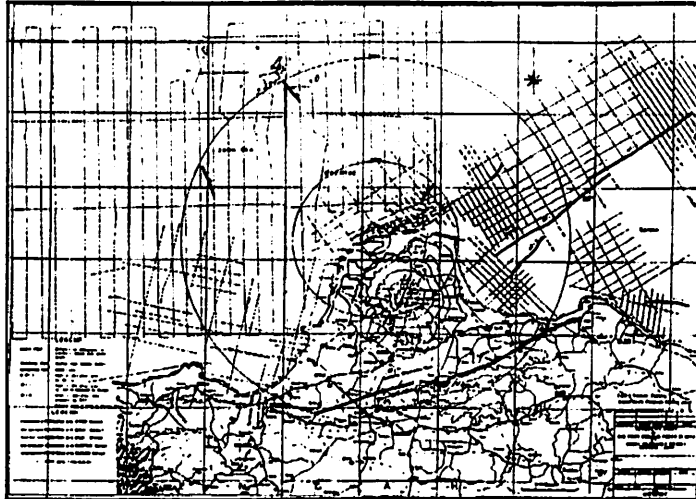
juga daerah yang memiliki seismotektonik yaitu daerah yang mempunyai pola atau sistem gempa mengikuti tektonik atau gambaran kejadian gempa dengan pola tertentu seperti: intensitas, kedalaman, hiposenter, mekanisme gempa dan frekuensi. Bila daerah tersebut akan digunakan dalam pembangunan maka perlu dibuat struktur seismotektonik yang menggambarkan daerah rawan gempa seperti Lautan Hindia (pantai selatan), Pulau Sumatera (Sumatera Selatan, Lampung), Irian Jaya, Sulawesi, Pulau Jawa (Pati, Cirebon, Sukabumi, dsb).

Hasil pemantauan data gempa khususnya terhadap lokasi tapak ULA dan sekitarnya ditinjau dari aspek getaran yang diakibatkan oleh tektonik/patahan maupun getaran yang berasal dari aktivitas Gunung Muria, disimpulkan bahwa getaran tidak ada kaitannya dengan kegiatan vulkanik Gunung Muria. Kajian dan analisis data seismik yang diperoleh baik dari data sekarang maupun data lampau (sejarah gempa) terus dilakukan, dengan harapan agar mendapatkan informasi maksimum guna memperoleh model seismotektonik yang terbaru.

Di daerah penelitian terdapat beberapa sesar yang mempunyai jarak terdekat 25 km dan jarak terjauh 60 km (lihat Gambar 4). Sesar-sesar tersebut mempunyai arah rata-rata timur laut-barat daya, sedangkan tepat di daerah ULA tidak ada indikasi sesar baik yang ada di permukaan maupun di bawah permukaan. Berdasarkan informasi tersebut maka daerah ULA adalah daerah aman untuk sesar.

Seperti pada studi contoh tapak ULA, maka hasil penelitian tapak pada kegiatan tahap evaluasi (tahap ketiga) menghasilkan informasi geologi rinci meliputi susunan pelapisan yang diperoleh dari data bor dan survei lapangan. Batuan tersebut merupakan hasil produk vulkanik Muria tempo dulu yang mempunyai ketebalan mencapai 100 m dibawah permukaan tanah. Batuan hasil produk vulkanik tersebut terbagi menjadi beberapa zona, mulai dari atas ke bawah adalah : zona penutup (*soil*/tanah) yang mempunyai ketebalan 3-5 m, zona tufa atas kondisinya terlapukan dan sangat lunak dengan ketebalan 15 m, zona batupasir tengah mempunyai fragmen pembentuk bervariasi dari halus hingga kasar sedangkan ketebalannya berkisar 20 m, zona tufa bawah mempunyai pelapisan berselang seling dengan beberapa lapisan tipis dari batupasir dan batulanau, ketebalan zona ini adalah 20-70 m. Sedangkan paling bawah adalah formasi bulu (batupasir gampingan) yang terdiri dari satuan batupasir gampingan dan batulempung gampingan.

Pola struktur di atas merupakan salah satu contoh hasil penelitian regional tahapan penentuan tapak di Semananjung Muria dan peta memperlihatkan penyebaran struktur geologi di daerah penelitian.



Gambar 2. Pola Geologi Struktur di Semenanjung Muria dan Sekitarnya

Hasil analisis mekanika batuan dari kegiatan geoteknik/pemboran menghasilkan nilai *compressive strength* (daya dukung tanah) berkisar antara 30-60 kgf/cm² terutama pada pelapisan batupasir tengah yang cocok untuk pondasi. Kecepatan gelombang geser terendah adalah 800 m/detik pada pelapisan tufa atas. Untuk permukaan air tanah daerah penelitian mempunyai kedalaman kurang lebih 5-10 m dari permukaan tanah dan arah alirannya menuju ke utara (laut) sesuai dengan kemiringan topografi, kecepatan gelombang geser 800 m/det², percepatan tanah 290 gal, banjir pantai 0.30 m dan temperatur rata-rata 33 °C.

IV. KESIMPULAN

Untuk membangun sebuah gedung, identifikasi data geologi memegang peranan penting dalam penentuan sebuah tapak. Proses pemilihan tapak untuk pembangunan PLTN melalui beberapa tahapan, yaitu tahap pertama, kedua, dan tahap ketiga. Tahap pertama adalah seleksi, tahap kedua penentuan lokasi, dan tahap ketiga adalah evaluasi.

Proses pembangunan PLTN memerlukan waktu panjang dan secara bertahap meliputi kegiatan penentuan tapak, konstruksi, komisioning, operasi dan dekomisioning. Penentuan tapak (*siting*) merupakan kegiatan pemilihan, seleksi, evaluasi dan konfirmasi suatu lokasi yang akan digunakan untuk pembangunan.

Untuk memperoleh parameter geologi maka informasi regional adalah modal pertama yang harus didapat, dan selanjutnya dilakukan identifikasi detil hingga diperoleh data yang lebih rinci terhadap karakteristik tapak terbaru. Parameter untuk desain pondasi yang diperlukan adalah sifat fisik mekanik batuan yang merupakan karakteristik tapak yang meliputi parameter teknik adalah : *compressive strength* (daya dukung tanah), di ULA berkisar 30-60 kgf/cm² terutama pada pelapisan batupasir tengah (MSS) yang cocok untuk pondasi. Kecepatan gelombang geser terendah adalah 800 m/detik pada pelapisan tufa atas, permukaan air tanah

ULA mempunyai kedalaman kurang lebih 5-10 m, dan percepatan tanah 290 gal terhadap tapak.

DAFTAR PUSTAKA

1. NEWJEC, *Topical Report on Geology and Geotechnic*, Step-3, 1996
2. NEWJEC, *Topical Report on Seismology*, Step-3, 1996
3. P3G, Publikasi khusus, Geologi Kwartir dan Pengembangan Wilayah, Bandung, 1990
4. P3G, Museum Geologi Gunungapi di Indonesia, Jl. Diponegoro 57 Bandung, 1978
5. Safety Guide SG-50-S9 , *Siting on the Nuclear Power Plants*, 1988
6. Kontrak Kerjasama BATAN-Newjec dalam Proyek Studi Tapak dan Studi Kelayakan-PLTN, 1991