

RISIKO KONSTRUKSI PADA PEMBANGKIT LISTRIK KONVENSIONAL, SEBAGAI MASUKAN UNTUK KONSTRUKSI PLTN PERTAMA DI INDONESIA

Dharu Dewi

Pusat Pengembangan Energi Nuklir, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN)
Jl. Kuningan Barat, Mampang Prapatan, Jakarta Selatan
E-mail : dharu_dewi@batan.go.id

Abstract

In general, Construction Risks of the Conventional Power Plants are almost the same with the Construction Risks at the Nuclear Power Plant (NPP). Construction Risks Experience in the Conventional Power Plant can be used as a lesson learned for Construction of the Nuclear Power Plant. This study method covers the survey, the relevant publication and empiric assessment on the real project risk implementation. The input data have been provided from experiences in conventional power plant. Hence, project risks must be control to make sure that construction activities in accordance to agreed shedule and free from cost overruns. This study can be expected will provide a valuable input to project risks of Construction of the NPP. It is concluded that the risk management can be carried out by risk identification, and implement the selected technique or strategy for reduction of risk, transfer of risk and retention of risk to anticipate the all risks which is take place at the construction. Risk management system must be carried out by well in order to risk can be minimized.

Kata Kunci: konstruksi, konvensional, pembangkit listrik, risiko, PLTN

1. PENDAHULUAN

Setiap Pembangkit Listrik Konvensional seperti Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU), Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG), Pembangkit Listrik Tenaga Gas dan Uap (PLTGU), Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) selalu memiliki risiko pada saat konstruksi. Besar kecilnya risiko tergantung pada tahap awal dalam menyikapi dan mengantisipasi risiko sebelum timbul risiko. Pada prinsipnya risiko konstruksi pembangkit listrik konvensional dengan kapasitas besar hampir sama dengan risiko konstruksi yang terjadi pada Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN). Namun demikian ada beberapa hal yang sangat berbeda. Perbedaan risiko yang sangat nyata dapat dilihat yakni waktu konstruksi PLTN yang lebih lama dibandingkan pembangkit listrik konvensional. Selain itu juga pada pengangkutan komponen berat *Nuclear Island* yang memiliki dimensi komponen yang lebih besar dibandingkan pembangkit listrik konvensional sehingga memerlukan transportasi yang sangat hati-hati

serta pemasangan komponen berat yang harus presisi dan akurat karena harus memenuhi standar keselamatan yang tinggi untuk menahan radiasi pada saat pengoperasian PLTN. Namun demikian berbagai pengalaman risiko konstruksi yang terjadi pada pembangkit listrik konvensional di Indonesia dapat dijadikan pembelajaran dan bahan masukan bagi konstruksi PLTN di Indonesia.

Fase proyek Pembangkit Listrik secara umum terdiri dari fase pra-konstruksi, konstruksi, komisioning, pengoperasian, dan dekomisioning. Maka ada beberapa jenis risiko yang dapat timbul dalam kegiatan fase tersebut. Semua risiko harus dikaji secara rinci dan mendalam oleh pimpinan puncak, para pengambil keputusan, para pemangku kepentingan (*stakeholder*), *Owner* dan institusi yang terkait. Demikian juga halnya risiko yang mungkin dapat timbul pada konstruksi PLTN di Indonesia. Secara umum istilah risiko didefinisikan sebagai kemungkinan kejadian yang merugikan. Sangat penting untuk mengetahui berapa besar kemungkinan dari suatu kejadian dan berapa besar konsekuensi/akibat kerugian yang ditimbulkan dari kejadian tersebut. Jika risiko harus dihadapi, maka yang harus dilakukan adalah membuat kemungkinan kejadian sedemikian

kecilnya, membuat dampak kejadian sedemikian kecilnya atau mencari sumber pendanaan untuk membiayai kerugian. Sistem manajemen risiko sangat penting dilakukan untuk mengelola risiko-risiko yang mungkin timbul. Risiko tidak selalu tetap. Risiko yang baru dapat timbul, risiko yang ada dapat berubah menjadi hilang serta prioritas risiko dapat berubah dalam suatu sistem manajemen proyek. Risiko merupakan ketidakpastian yang dapat menjadi suatu harapan positif (*positive outcome*) dan harapan negatif (*negative outcome*). Kebijakan pimpinan puncak, para pengambil keputusan dan para pemangku kepentingan harus dapat mengelola risiko dengan baik. Risiko dapat timbul dari berbagai kegiatan manajemen, proses tender, kegiatan jadwal/program, finansial, alasan politik dan keamanan dalam negeri, bencana alam/kondisi alam di calon tapak (*site candidate*), perubahan harga material, perubahan susunan personalia, perubahan nilai tukar mata uang asing dan suku bunga yang berubah, persyaratan-persyaratan teknis dan perizinan, teknologi dan enjiniring, manufaktur material dan komponen, pengadaan peralatan berat, kualifikasi sumber daya manusia, perubahan hukum dan peraturan, keselamatan dan keamanan kerja, dan lain-lain. Segala jenis risiko potensial harus dikaji untuk antisipasi kejadian buruk, kegagalan teknis maupun kegagalan finansial. Untuk mengantisipasi semua risiko potensial yang mungkin terjadi maka semua sumber risiko harus dapat diidentifikasi sebelumnya dalam bentuk daftar/peta risiko dan dapat dikendalikan/dikelola dengan baik dan efektif.

Pada makalah ini, dipelajari mengenai pengalaman risiko pembangkit listrik konvensional sehingga dapat menjadi pembelajaran dan bahan masukan bagi konstruksi PLTN di Indonesia.

Tujuan studi adalah untuk mengetahui pengalaman risiko konstruksi yang terjadi pada pembangkit listrik konvensional dan diidentifikasi untuk dapat dijadikan sebagai bahan masukan untuk konstruksi PLTN pertama di Indonesia.

Manfaat dari hasil studi diharapkan dapat memberikan masukan kepada para pengambil keputusan, para pemangku kepentingan, calon *owner*, dan institusi terkait sehingga nantinya dapat dibuat suatu dokumen panduan manajemen risiko yang terkait dengan program PLTN di Indonesia.

2. BAHAN DAN METODE

Metode penelitian yang digunakan pada kegiatan ini adalah metode survei, wawancara dengan narasumber dan studi literatur.

2.1. Metode Survei

Untuk mendapatkan data risiko konstruksi pembangkit listrik konvensional, salah satu metode yang digunakan adalah metode survei. Metode survei dilakukan dengan cara melakukan kunjungan teknis ke pembangkit listrik konvensional. Pada kunjungan tersebut dilakukan diskusi dengan narasumber di pembangkit listrik.

2.2. Konsultasi teknis dengan narasumber

Pengumpulan data risiko selain dari narasumber yang berasal dari pembangkit listrik dilakukan pula dengan cara diskusi/konsultasi teknis dengan narasumber yang bukan berasal dari pembangkit listrik konvensional. Narasumber tersebut menguasai teknologi pembangkit listrik konvensional.

2.3. Kajian literatur

Kajian literatur dilakukan dengan cara memperoleh data dari narasumber mengenai risiko pembangkit listrik. Untuk mendukung data yang diperoleh dan pembahasan risiko yang lebih rinci telah dilakukan kajian berbagai studi literatur yang terkait dengan manajemen risiko serta pelacakan data melalui *browsing* internet.

2.4. Identifikasi Risiko

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka langkah selanjutnya adalah melakukan identifikasi risiko yang merupakan salah satu bagian dari tahapan proses sistem manajemen risiko. Secara umum terdapat 5 jenis standar yang dipakai oleh berbagai kalangan pengkaji risiko untuk melakukan tahapan proses sistem manajemen risiko. Jenis standar tersebut yakni standar Project Management Body Of Knowledge (PMI –USA), standar AS/NZS4360 (Standar Australia – Selandia Baru), standar AIRMIC (Inggris), standar FERMA dan Standar IAEA (khusus nuklir). Seluruh standar tersebut pada prinsipnya sama yakni melakukan identifikasi risiko, melakukan teknik/strategi untuk mengelola risiko dan melakukan pemantauan dan umpan balik untuk penanganan risiko. Pada studi ini dilakukan identifikasi risiko yang selanjutnya dibuat daftar risiko dan rincian risiko yang lebih spesifik. Berdasarkan hasil identifikasi risiko yang diperoleh dari studi kasus pengalaman risiko pembangkit listrik konvensional, maka dilakukan langkah-langkah yang sebaiknya dilakukan dan atau teknik/strategi yang dipilih untuk pengurangan risiko (*reduction of risk*), pengalihan risiko (*transfer of risk*) atau penerimaan risiko (*retention of risk*).

Pada penelitian ini tidak dibahas masalah tindakan korektif maupun pemantauan dan pengendalian risiko terhadap risiko yang timbul. Penelitian dibatasi hanya sampai pada langkah langkah teknik/strategi untuk mengelola risiko agar risiko seminimal mungkin.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengalaman risiko konstruksi pada suatu pembangkit listrik konvensional dapat dijadikan pembelajaran dan masukan berharga bagi konstruksi Pembangkit listrik konvensional lainnya dan program PLTN di Indonesia sehingga segala kemungkinan risiko yang timbul sudah diantisipasi sebelumnya. Semakin besar kapasitas

pembangkit, semakin besar risiko yang mungkin timbul. PLTN sebagai pembangkit berkapasitas besar merupakan pembangkit dengan padat modal dan teknologi tinggi. Dengan demikian semakin besar risiko yang harus diidentifikasi. Identifikasi risiko yang terjadi pada pembangkit listrik konvensional dapat menjadi masukan berharga bagi identifikasi risiko untuk konstruksi PLTN. Tabel 1 memperlihatkan beberapa contoh pengalaman risiko konstruksi pada pembangkit konvensional. Dari beberapa contoh pengalaman tersebut, selanjutnya dibuat identifikasi risiko dalam bentuk daftar/peta risiko seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 1. Contoh Risiko Konstruksi yang terjadi pada Pembangkit Listrik Konvensional

No.	Nama lokasi	Risiko Konstruksi
1.	PLTU Tanjung Jati B	<ul style="list-style-type: none"> - Adanya krisis ekonomi yang melanda Indonesia tahun 1997 pada saat pembangunan/konstruksi PLTU Tanjung Jati B sudah berjalan sekitar 70% sehingga konstruksi mengalami penundaan. - Pada tahun 1999, konstruksi proyek sempat terhenti disebabkan karena adanya ketidaksepakatan antara Kementerian Keuangan dengan Japan Bank International Corporation (JBIC) mengenai fasilitas likuiditas. Pendanaan PLTU Tanjung Jati didanai oleh JBIC. - Pada tahun 2003, terjadi kembali penundaan konstruksi yang disebabkan adanya kebijakan aturan imbal dagang (<i>counter trade</i>) yang diterapkan Kementerian Perindustrian dan Perdagangan sehingga menyebabkan kontraktor Jepang yakni Sumitomo Corp menunggu hasil negosiasi dengan PT. PLN. - Banyak material yang hilang di lokasi proyek selama konstruksi PLTU.
2.	PLTU Cilacap	<p>Dari sisi Kontraktor Utama (Chengda)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chengda selaku Kontraktor Utama, tidak memberikan rincian daftar pekerjaan apa saja yang akan dilakukan, akan tetapi memberikan pekerjaan secara sedikit-demi sedikit. - Sumber Daya Manusia yang ada di daerah Cilacap kurang memadai. - Adanya peningkatan biaya untuk mempersingkat waktu pekerjaan sipil. - Terdapat kendala dalam pekerjaan pondasi. - Karena Kontraktor Utama berasal dari China, maka kualitas tidak berjalan dengan baik. - Kadang-kadang terjadi penyimpangan pekerjaan antara pelaksana dengan desainer. <p>Dari sisi Owner (PT. PJB):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Komunikasi Bahasa yang kurang dikuasai. - Etos kerja orang Indonesia kurang bisa menyeimbangi etos kerja orang China. - Banyaknya Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) yang menentang proyek PLTU ini.
3.	PLTP Kamojang	<ul style="list-style-type: none"> - adanya risiko ketidakpastian dalam menemukan uap panas bumi pada saat pengeboran.

		<ul style="list-style-type: none"> - risiko eksplorasi pada saat pengeboran sumur untuk mendapatkan sumur dengan uap temperatur dan bertekanan tinggi dengan kualitas dan kuantitas yang bagus. - risiko pengeboran dengan penggunaan peralatan berat. - risiko uap yang keluar dari sumur bertekanan dan temperatur tinggi (sekitar 15 Bar dan 250°C), hal ini sangat berbahaya bagi keselamatan dan kesehatan para pekerja.
4.	PLTP Wayang Windu	<ul style="list-style-type: none"> - risiko eksplorasi pada saat pengeboran sumur untuk mendapatkan sumur dengan uap temperatur dan bertekanan tinggi dengan kualitas dan kuantitas yang bagus. - risiko pengeboran dengan penggunaan peralatan berat - risiko uap yang keluar dari sumur bertekanan dan temperatur tinggi (sekitar 15 Bar dan 250°C), hal ini sangat berbahaya bagi keselamatan dan kesehatan para pekerja.
5	PLTGU Muara Tawar, Tambak Lorok dan Grati	Telah terjadi perubahan peraturan (<i>change in laws and regulations</i>) dimana bagian proyek yang pembiayaannya berasal dari APLN terkena bea masuk. Keadaan ini telah menimbulkan kesulitan karena anggarannya belum tersedia sementara barang sudah banyak yang tiba di pelabuhan. Akibatnya pengeluaran barang tertunda cukup lama sehingga menunda penyelesaian proyek secara keseluruhan (1996).
6	PLTA Singkarak	Telah terjadi <i>unforeseen condition</i> , dimana kondisi tanah dalam terowongan (<i>tunnel</i>) tidak sesuai spesifikasi kontrak, sehingga <i>Tunnel Boring Machine</i> nya tidak dapat berfungsi karena terperangkap dalam tanah yang lunak. Sebagai akibatnya pihak kontraktor mengajukan klaim yang besar kepada PLN (1976).
7.	PLTU Ombilin	Pada saat pengangkutan rotor turbin dari pelabuhan Teluk Bayur ke lokasi proyek, telah terjadi kecelakaan sehingga rotor terjatuh ke dalam jurang dan rusak. Untuk penggantian memerlukan waktu sehingga penyelesaian proyek terhambat (1995).
8.	PLTU Suralaya Unit 5,6,7	Pada saat pemasangan <i>boiler steel structure</i> , salah seorang pekerja tersambar batang besi yang sedang diangkat oleh crane, sehingga terjatuh dan meninggal. Untuk itu keluarga yang bersangkutan memperoleh santunan asuransi dari perusahaan yang mempekerjakannya (1995).

Tabel 2. Identifikasi Risiko Konstruksi pada Pembangkit Listrik Konvensional

No.	Identifikasi Risiko	
	Daftar Risiko	Rincian Risiko
1.	Risiko pembengkakan biaya selama pelaksanaan kontrak	<ul style="list-style-type: none"> - Risiko adanya pekerjaan tambahan yang harus dimasukkan dalam lingkup pekerjaan dan harus dilaksanakan. - Risiko terjadinya penyimpangan kondisi lapangan dari spesifikasi kontrak atau risiko kondisi lahan/tapak tidak sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. - Risiko terjadinya kenaikan harga barang dan jasa (inflasi). - Perubahan nilai tukar uang yang tidak normal (krisis moneter).
2.	Risiko penundaan selama pelaksanaan proyek	<ul style="list-style-type: none"> - Adanya krisis ekonomi. - Adanya perubahan politik dalam negeri.. - Kurangnya/ketidakpastian sumber pendanaan. - Risiko pihak pemberi kerja tidak dapat menyiapkan lokasi proyek

		<p>pada waktunya atau terlambat dalam memberikan <i>design approval</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Risiko pihak pemberi kerja terlambat melakukan pembayaran. - Risiko penundaan konstruksi yang disebabkan adanya kebijakan pemerintah. - Risiko pihak kontraktor terlambat dalam menyelesaikan proyek secara keseluruhan. - Adanya kendala pada saat pekerjaan pondasi. - Adanya penolakan sebagian masyarakat yang kontra sehingga pembangunan tidak dapat berjalan dengan lancar.
3.	Risiko kesehatan dan keselamatan kerja	<ul style="list-style-type: none"> - Risiko kecelakaan pada saat pengapalan atau pengangkutan yang dapat mengakibatkan kerusakan pada peralatan dan mencederai personel kontraktor atau pemberi kerja atau pihak ketiga. - Risiko kecelakaan pada saat pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lokasi proyek.
4.	Risiko Kehilangan	<ul style="list-style-type: none"> - Banyaknya material yang hilang selama konstruksi.
5.	Risiko Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> - Risiko keterlambatan penyediaan material di lokasi proyek - Risiko keterlambatan pengadaan peralatan berat pengangkut komponen di lokasi proyek. - Risiko kurang siapnya infrastruktur yang menuju jalan akses ke proyek. Misalnya infrastruktur jalan, jembatan, pelabuhan dll.
6.	Risiko Kontraktual	<ul style="list-style-type: none"> - Risiko pihak kontraktor tidak mampu menyelesaikan proyek karena berbagai alasan sehingga pihak pemberi kerja tidak dapat membayar sesuai ketentuan kontrak. - Risiko kegagalan koordinasi antara <i>owner</i> dengan kontraktor.
7	Risiko Manajemen	<ul style="list-style-type: none"> - Risiko penyimpangan mutu pekerjaan terhadap persyaratan/spesifikasi yang ada yang diatur dalam manajemen mutu. - Risiko ketidakpuasan pemilik pekerjaan terhadap hasil pekerjaan kontraktor. - Risiko tidak kompetennya tenaga kerja yang ada atau kualifikasi Sumber Daya Manusia yang tidak sesuai. - Banyaknya Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) yang menentang selama pekerjaan konstruksi berlangsung.

Dari beberapa studi kasus pengalaman risiko konstruksi pembangkit listrik konvensional dan identifikasi risiko yang terjadi, maka langkah-langkah yang diperlukan untuk melakukan teknik atau strategi yang dipilih untuk pengurangan risiko, pengalihan risiko atau penerimaan risiko dalam mengantisipasi risiko yang timbul dapat dilakukan beberapa hal antara lain:

a. Risiko Ekonomi.

- Pihak *Owner* harus memastikan bahwa dalam kontrak sudah harus memperhitungkan nilai inflasi dan perubahan nilai tukar uang.
- Sumber pendanaan harus jelas karena pembangkit listrik membutuhkan modal yang sangat besar sehingga keterlibatan modal asing sangat mempengaruhi kegiatan proyek konstruksi. Dengan demikian pinjaman luar negeri harus

memperhitungkan tingkat bunga yang menguntungkan *Owner*.

- Adanya jaminan pemerintah jangka panjang untuk menyiapkan dana dalam mengatasi krisis ekonomi maupun perubahan politik.

b. Risiko Kontrak

- Pemilihan kontraktor yang kompeten dan profesional pada saat proses penawaran (*bidding*) sebelum proyek konstruksi sangat menentukan tingkat keberhasilan proyek.
- Sebelum kontrak ditandatangani, *Owner* harus melakukan re-negosiasi kembali terhadap lingkup pekerjaan yang belum tercakup di dalam dokumen penawaran.
- Risiko kegagalan koordinasi antara *Owner* dengan kontraktor dapat dicegah dengan cara melakukan rapat secara berkala antara *Owner* dan kontraktor untuk

menyatukan persepsi sesuai spesifikasi teknis yang diminta oleh Owner.

c. Risiko Politik

- Untuk mengantisipasi demonstrasi penolakan yang dilakukan oleh pihak LSM, diperlukan sosialisasi dan pendekatan secara terus menerus di daerah sekitar calon tapak sejak dimulai tahap pra konstruksi. Sosialisasi dan pendekatan kepada masyarakat dapat dilakukan antara lain dengan cara :
 - pendekatan struktural (pemerintah pusat, pemerintah daerah, muspida dan muspika)
 - pendekatan kultural (tokoh masyarakat, tokoh agama, tokoh adat)
 - pemberdayaan masyarakat dan pelatihan ketrampilan di lingkungan calon tapak pembangkit
 - menjalin komunikasi secara terus-menerus dengan masyarakat khususnya yang kontra dengan cara melakukan forum diskusi formal dan informal serta melalui media masa.
 - Memberikan bantuan infrastruktur (sarana jalan dan jembatan) untuk masyarakat sekitar tapak.
- Penggantian kepemimpinan negara sangat mempengaruhi kebijakan politik, peraturan perundangan dan regulasi sehingga komitmen jangka panjang sangat dibutuhkan untuk keberlanjutan proyek konstruksi pembangkit.

d. Risiko Konstruksi

- Penyiapan dan penyelidikan tapak pembangkit (*site investigation*) yang dilakukan saat membuat studi kelayakan (*feasibility study*) harus dilakukan dengan sangat teliti dan hati-hati untuk mencegah terjadinya hal-hal yang tidak diharapkan selama konstruksi.
- Kecakapan pihak kontraktor (*vendor*) tergantung pada saat pemilihan kontraktor pada proses penawaran (*bidding*)
- Izin konstruksi harus memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan dan harus mendapat izin dari pemerintah pusat, pemerintah daerah, muspida dan muspika.
- Pembangunan pondasi pembangkit harus sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah disyaratkan dalam studi kelayakan dengan mempertimbangkan faktor geologi, kegempaan, kegunungpian, dampak lingkungan dan lain lain.

- Infrastruktur menuju jalan akses proyek harus dikaji kelayakannya dan diperbaiki jika tidak memenuhi persyaratan. Hal ini karena transportasi alat berat dan kendaraan berbeban berat tidak boleh terhalang oleh infrastruktur jalan dan jembatan yang ada.

e. Risiko Manajemen

- Penerapan sistem manajemen kesehatan dan keselamatan kerja harus mendapat prioritas utama supaya tidak terjadi kecelakaan kerja.
- Pemberian asuransi harus dilakukan terhadap pekerja maupun peralatan.
- Pengawasan dan inspeksi terhadap material dan peralatan di lapangan harus ketat.
- Alokasi waktu penyediaan material dan peralatan berat di lokasi tapak sudah harus diperhitungkan sebelumnya.
- Kompetensi dan kualifikasi sumber daya manusia untuk konstruksi harus tepat.
- Aspek pengendalian mutu harus dilaksanakan secara cermat oleh kontraktor antara lain: organisasi pengendalian mutu, manual mutu, dan seluruh prosedur jaminan mutu,
- Produktifitas tenaga kerja dan alat harus benar-benar didayagunakan secara maksimal sehingga pekerjaan dapat diselesaikan tepat waktu

Dari langkah-langkah yang dilakukan untuk strategi pengurangan risiko, pengalihan risiko dan penerimaan risiko berdasarkan pengalaman risiko pembangkit listrik konvensional, maka dapat dijadikan pembelajaran dan bahan masukan bagi identifikasi risiko yang dapat timbul pada saat konstruksi PLTN di Indonesia. Program Manajemen Risiko untuk proyek konstruksi PLTN harus direncanakan sejak awal agar menghasilkan pengurangan risiko kegagalan finansial, kegagalan teknis, pembengkakan biaya, dan penundaan jadwal konstruksi. Studi manajemen risiko untuk mengidentifikasi dan mengendalikan risiko harus dilakukan secara terus-menerus dan berkelanjutan.

Sebagai pembelajaran dan bahan masukan untuk konstruksi PLTN, maka semua risiko yang timbul dapat terjadi akibat sumber risiko sejak saat dimulainya tahap pra-konstruksi. Adapun risiko potensial pra-konstruksi dapat terjadi pada saat pembuatan dan penyiapan dokumen tender PLTN yang kurang komprehensif, pelaksanaan studi kelayakan, penyiapan dokumen *Bid Invitation Specification*, perjanjian kontrak/kerjasama,

penyiapan sumber daya manusia, penyiapan pendanaan PLTN, persyaratan perizinan untuk konstruksi, teknologi yang akan dipilih, dan lain-lain.

Pada fase konstruksi PLTN, risiko potensial yang dapat terjadi terkait dengan jadwal konstruksi, proses konstruksi bangunan PLTN itu sendiri, instalasi komponen PLTN, pengangkutan alat-alat berat, kompetensi sumber daya manusia untuk pekerjaan konstruksi, risiko finansial yang diakibatkan oleh badan keuangan, kegiatan manajemen proyek, perubahan jadwal konstruksi, alasan politik dalam negeri yang tidak kondusif, bencana alam/kondisi alam yang kurang baik di calon tapak PLTN, perubahan harga material di pasaran, perubahan nilai tukar mata uang asing, perubahan suku bunga (*interest rate*), persyaratan teknik dan perijinan konstruksi, teknologi dan *engineering*, proses manufaktur/fabrikasi material dan komponen PLTN, proses pengadaan dan pengangkutan peralatan berat seperti *heavy crane*, proses transportasi, kondisi infrastruktur jalan dan pelabuhan, kompetensi sumber daya manusia konstruksi, keselamatan dan kesehatan kerja di lokasi tapak PLTN, kesalahpahaman dalam penginterpretasian oleh *vendor* kepada pemasok komponen lokal, tanggungjawab dan tugas personil yang kurang terdefinisi secara jelas, dokumen dan prosedur kerja yang tidak lengkap atau kurang jelas, *community development*, dan lain-lain.

Izin konstruksi untuk PLTN di Indonesia, selain harus mendapat izin dari pemerintah pusat dan pemerintah daerah, tentunya juga harus mendapat persetujuan dari Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) dan Badan Tenaga Nuklir Internasional (IAEA).

4. KESIMPULAN

- Pengelolaan risiko dapat dilakukan dengan cara melakukan identifikasi risiko dan melakukan teknik atau strategi yang dipilih untuk pengurangan risiko, pengalihan risiko atau penerimaan risiko dalam mengantisipasi segala risiko yang timbul pada saat konstruksi. Sistem manajemen risiko harus dilaksanakan dengan baik dan efektif agar risiko dapat diminimalisir sekecil mungkin.
- Pengalaman risiko pembangkit listrik konvensional dapat dijadikan bahan masukan untuk pembelajaran risiko pada pembangkit listrik PLTN. Perbedaan risiko yang sangat mendasar dapat dilihat yakni waktu konstruksi PLTN yang lebih lama dibandingkan pembangkit listrik konvensional. Selain itu juga pada pengangkutan komponen berat *Nuclear*

Island yang memiliki dimensi komponen yang lebih besar dibandingkan pembangkit listrik konvensional sehingga memerlukan transportasi yang sangat hati-hati serta pemasangan komponen berat yang harus presisi dan akurat karena harus memenuhi standar keselamatan yang tinggi untuk menahan radiasi pada saat pengoperasian PLTN

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Chairudin, 1999, Manajemen Risiko di Berbagai Proyek, Workshop Pembangkit Listrik Tenaga Uap, PT. PLN, Bogor.
- AntaraNews.com, 2010, Pemerintah Tanggung Resiko Eksplorasi Energi Panas Bumi, <http://idsaham.com/news-saham-Pemerintah-Tanggung-Resiko-Eksplorasi-Energi-Panas-Bumi-148739.html>
- Bramantyo Djohanputro, 2008, Manajemen Risiko Korporat, PPM Manajemen, Jakarta.
- Dahlan Iskan, 2011, Geotermal; Gara-gara Nila Setitik Jangan Rusak Susu Se-Malinda, <http://dahlaniskan.wordpress.com/2011/04/11/geotermal-gara-gara-nila-setitik-jangan-rusak-susu-se-malinda/>
- Dharu Dewi, Priyanto, Arum Puni Rijanti, 2006, Studi Pengendalian Proyek PLTN Pertama di Indonesia, Seminar Nasional ke-12 Teknologi dan Keselamatan PLTN serta Fasilitas Nuklir, Yogyakarta, 12-13 September 2006.
- Dharu Dewi, Sriyana, Nurlaila dkk, 2009, Studi Manajemen Risiko untuk Proyek Konstruksi Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir Pertama di Indonesia, laporan teknis penelitian Bidang Manajemen Persiapan PLTN, PPEN-BATAN.
- International Atomic Energy Agency, 1999, Management of Delayed Nuclear Power Plants Project", IAEA-TECDOC no. 1110, Vienna, Austria.
- International Atomic Energy Agency, 2001, Risk Management: A Tool for Improving Nuclear Power Plant Performance, IAEA-TECDOC no 1209.
- James F. Broder, 2006, Risk Analysis and the Security Survey, Elsevier, Oxford, UK.
- Pito Sumarno, Risiko Bisnis Kontraktor Pelaksana Konstruksi, mata kuliah topik khusus dalam

kontraktor, Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara.

Ronny Kountur DMS, 2006, Manajemen Risiko, Penerbit Abdi Tandur, Jakarta, 2006.

PLN (LITBANG), 2006, Laporan Akhir Studi Ekonomi, Pendanaan dan Struktur Owner Dalam Rangka Rencana Persiapan Pembangunan PLTN Pertama di Indonesia.

T. Lazo, B. Koufer, "A Global Approach to Risk Management", Lessons from the nuclear industry, www.nea.fr/html/pub/newsletter/2003/20-1-risk-management.pdf .