

KESIAPAN SDM ANALISIS KESELAMATAN PROBABILISTIK DALAM PLTN PERTAMA DI INDONESIA

D.T. SONY TJAHYANI

*Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir – BATAN
Kawasan Puspipstek, Serpong – Tangerang, 15314
E-mail: sonybatan@yahoo.com*

Abstrak

KESIAPAN SDM ANALISIS KESELAMATAN PROBABILISTIK DALAM PLTN PERTAMA DI INDONESIA. Sesuai dengan peraturan pemerintah nomor 43 Tahun 2006 disebutkan bahwa salah satu syarat yang harus disertakan dalam proses izin konstruksi reaktor daya komersial (PLTN) adalah laporan analisis keselamatan probabilistik (PSA). Analisis keselamatan probabilistik terdiri atas 3 level, PSA level 1 bertujuan untuk menentukan frekuensi kerusakan teras (CDF), level 2 untuk menentukan frekuensi lepasan produk fisi dari sungkup (CFF), sedangkan level 3 memperkirakan resiko yang diterima masyarakat apabila terjadi kecelakaan PLTN. Makalah ini membahas mengenai kesiapan SDM dalam analisis keselamatan probabilistik pada PLTN pertama di Indonesia. Kajian dilakukan dengan membandingkan antara SDM yang diperlukan pada SS 50-P-4 dengan kondisi SDM yang ada pada saat ini. Dari hasil kajian menunjukkan bahwa SDM untuk analisis keselamatan probabilistik pada saat ini telah siap sebagai penilai atau reviewer untuk laporan analisis keselamatan probabilistik.

Kata kunci: SDM, analisis keselamatan probabilistik, PLTN

Abstract

HUMAN RESOURCES READINESS FOR PROBABILISTIC SAFETY ANALYSIS ON THE FIRST NPP IN INDONESIA. In accordance with government regulation no. 43 year 2006 is mentioned that probabilistic safety analysis report (PSA) is one of requirements which should be applied in construction licensing for commercial power reactor (NPP). Probabilistic safety analysis is divided by 3 levels, level 1 is purposed to determine core damage frequency (CDF), level 2 is to determine frequency of fission products release from containment, and level 3 is to predict risk that is publicly received if accident is occurred. This paper discusses about human resources readiness for probabilistic safety analysis on the first NPP in Indonesia. The assessment is done by comparing human resources requirement based on SS 50-P-4 with human resources status currently. The assessment results showed that human resources for probabilistic safety analysis are ready as evaluator or reviewer for probabilistic safety analysis report.

Keywords: human resources, probabilistic safety analysis, NPP

PENDAHULUAN

Pada saat ini sedang dilakukan persiapan pembangunan PLTN pertama yang direncanakan akan mulai beroperasi pada tahun 2016. Mengacu pada hal tersebut direncanakan pada tahun 2010 dilakukan tahapan konstruksi, sehingga diperlukan persiapan secara administrasi maupun teknis. Tujuan dari persiapan tersebut adalah untuk mendapatkan PLTN yang selamat dan aman serta mempunyai nilai ekonomis yang kompetitif. Untuk

mendapatkan PLTN yang mempunyai tingkat keselamatan yang tinggi, PLTN terpilih harus dikaji dan dievaluasi serta badan pengawas akan memastikan hasil kajian tersebut dalam bentuk perizinan yaitu izin tapak, izin konstruksi, izin komisioning, izin operasi dan izin dekomisioning.

Sesuai dengan NS-G-1.2^[1] mengenai verifikasi dan penilaian keselamatan reaktor daya disebutkan bahwa untuk melakukan analisis keselamatan dilakukan dengan metode deterministik dan probabilistik, dimana kedua

metode tersebut saling melengkapi. Metode deterministik memprediksi respon yang terjadi akibat dari kejadian terpostulasi dengan mengasumsikan pada kondisi awal tertentu. Tujuan dari metode ini untuk mengecek pemenuhan kriteria penerimaan (*acceptance criteria*), sedangkan metode probabilistik mengkombinasi kejadian awal (*initiating event*), skenario kecelakaan serta konsekuensinya untuk menentukan frekuensi kerusakan teras (CDF, *core damage frequency*) dan risiko yang diterima apabila terjadi kecelakaan pada PLTN.

Dalam peraturan pemerintah no. 43 Tahun 2006 mengenai perizinan reaktor nuklir pada pasal 12 disebutkan bahwa sebelum mendapatkan izin konstruksi, pemohon harus melampirkan dokumen persyaratan administrasi dan teknis^[2]. Salah satu persyaratan teknis adalah laporan analisis keselamatan pendahuluan serta laporan analisis keselamatan probabilistik untuk reaktor daya komersial. Pada peraturan pemerintah tersebut yang dimaksud dengan laporan analisis keselamatan pendahuluan memuat tentang metode analisis deterministik sedangkan laporan analisis keselamatan probabilistik memuat mengenai metode probabilistik.

Maka dari itu walaupun ketentuan pasti mengenai pembangunan PLTN tersebut masih belum jelas, tetapi apapun juga akan diperlukan SDM yang mampu menganalisis keselamatan reaktor terutama reaktor daya dengan metode probabilistik. Dalam makalah ini akan dibahas kesiapan SDM dalam analisis probabilistik serta permasalahannya dan pendekatan pemecahan masalah tersebut.

Analisis Keselamatan Probabilistik

PSA (*Probabilistic Safety Analysis*) yang di dalam peraturan pemerintah No. 43 tahun 2006 disebut dengan istilah analisis keselamatan probabilistik, mempunyai tujuan yang terbagi atas 3 level yaitu level 1 untuk menentukan frekuensi kerusakan teras (CDF, *core damage frequency*), level 2 untuk menentukan frekuensi lepasan produk fisi dari sungkup (CFF, *containment failure frequency*) dan level 3 memperkirakan resiko yaitu kombinasi antara probabilitas dan konsekuensi yang diterima masyarakat apabila terjadi kecelakaan PLTN. Analisis tersebut merupakan analisis yang berurutan yaitu analisis pada level yang tinggi baru dapat dilakukan berdasarkan hasil dari analisis sebelumnya, maka sangatlah penting hasil analisis PSA level 1.

Tabel 1. Kelompok dan Tugas Dalam Penyusunan PSA Level-1

No.	Kelompok	Jumlah SDM (OB)	Tugas
1.	Identifikasi sumber lepasan radioaktif serta pemicu kecelakaan	12 -24	Pengenalan <i>plant</i> dan pengumpulan informasi Mengidentifikasi dan pemilihan letak sumber lepasan bahan radioaktif Menentukan dan pemilihan status operasi <i>plant</i> Mendefinisikan status kerusakan teras atau konsekuensi lainnya Memilih kejadian awal Menentukan fungsi keselamatan Mengkaji hubungan antar sistem atau fungsi Mengkaji persyaratan sistem Pengelompokan kejadian awal Memodelkan sekuensi kejadian Memodelkan sistem Menganalisis kinerja manusia Menganalisis ketergantungan kualitatif Menganalisis pengaruh proses fisis pada pengembangan model logika Mengklasifikasi sekuensi kecelakaan terhadap status kerusakan <i>plant</i>
2.	Pemodelan sekuensi kecelakaan	48-102	Menentukan bahaya eksternal Mengkaji frekuensi kejadian awal Mengkaji keandalan komponen Mengkaji probabilitas kegagalan penyebab sama (<i>common cause failure</i>) Mengkaji probabilitas kesalahan manusia
3.	Kajian data dan estimasi parameter	4-12	

Tabel 1. Kelompok dan Tugas Dalam Penyusunan PSA Level-1 (lanjutan)

No.	Kelompok	Jumlah SDM (OB)	Tugas
4.	Kuantifikasi sekuensi kecelakaan	8-20	Menentukan persamaan Boolean sekuensi kecelakaan Mengkuantifikasi awal sekuensi kecelakaan Mengkuantifikasi akhir sekuensi kecelakaan Melakukan analisis ketidakpastian Melakukan analisis sensitivitas dan <i>importance</i>
JUMLAH		72-158	

Pada umumnya tahapan penyusunan PSA Level-1 untuk PLTN^[3] terbagi atas 4 kelompok besar yaitu: identifikasi sumber lepasan radioaktif serta pemicu kecelakaan, pemodelan sekuensi kecelakaan, kajian data dan estimasi parameter serta kuantifikasi sekuensi kecelakaan dengan masing-masing kelompok pada prinsipnya mempunyai tugas serta jumlah SDM seperti dalam Tabel 1. Disamping 4 kelompok tersebut terdapat kelompok manajemen/organisasi, kelompok dokumentasi hasil analisis dan kelompok jaminan kualitas.

Sedangkan jumlah spesialis atau kepakaran yang diperlukan dalam penyusunan PSA level-1 ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Perkiraan Spesialis atau Pakar Dalam Penyusunan PSA Level-1 Berdasarkan Jangka Waktu Pelaksanaan

No.	Spesialis/Pakar	Jumlah SDM Yang Diperlukan	
		Jangka Waktu 18 Bulan	Jangka Waktu 36 Bulan
1.	Pemimpin Tim	1	1
2.	Penganalisis Sistem	8-10	5
3.	Spesialis PSA/Kuantifikasi	3-4	2
4.	Penganalisis Kinerja Manusia	1-2	1
5.	Penganalisis Data	1-2	1
6.	Penganalisis Bahaya Eksternal	2	1-2

Penentuan jumlah SDM dalam analisis keselamatan probabilistik sangat sulit ditentukan secara pasti karena tergantung dari kualitas SDM, pengalaman serta jenis dan teknologi dari reaktor daya yang dianalisis. Versi NRC (*Nuclear Regulatory Commission*)

memberikan perkiraan jumlah SDM yang diperlukan seperti diperlihatkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. SDM yang diperlukan dalam penyusunan PSA level 1 versi NRC^[4]

Tugas	Jumlah SDM (OB)
Pengumpulan informasi awal	1 - 2
Penyusunan pohon kejadian dan model sistem	29 - 38
Analisis prosedur dan keandalan manusia	2 - 3
Pengembangan data	5 - 6
Kuantifikasi sekuensi kecelakaan	9 - 12
Kejadian eksternal	14 - 18
Analisis ketidak pastian	3 - 4
Pengembangan dan interpretasi hasil	2 -3
Jumlah	51 - 86

PEMBAHASAN

Seperti terlihat dalam Tabel 1 dan Tabel 2, melakukan analisis keselamatan probabilistik merupakan suatu kegiatan yang terintegrasi dengan melibatkan banyak personil (bukan kegiatan perorangan) dengan beberapa bidang ilmu, sehingga seperti terlihat dalam Tabel 1 dan Tabel 3 jumlah SDM yang dibutuhkan sangat bervariasi dan tergantung dari beberapa faktor. Faktor-faktor tersebut antara lain kualitas SDM yang melakukan analisis, kekompleksan sistem yang dianalisis, serta jangka waktu yang dialokasikan. Faktor yang sulit diperhitungkan adalah kualitas SDM karena sampai saat ini tidak ada sertifikasi mengenai SDM dalam bidang PSA, maka sangat sulit menentukan jumlah SDM yang tepat diperlukan untuk analisis keselamatan probabilistik dalam persiapan PLTN pertama di Indonesia. Jumlah SDM ini juga tergantung pula pada PSA level berapa yang harus disampaikan dalam proses perizinan.

Dalam penjelasan pasal 12 pada peraturan pemerintah No. 43 Tahun 2006, BAPETEN selaku badan regulasi mensyaratkan laporan analisis keselamatan probabilistik harus memuat sekurang-kurangnya seperti berikut ini:

- a. Identifikasi sistem, struktur, komponen reaktor nuklir;
- b. Analisis respon reaktor nuklir;
- c. Pemilihan kejadian awal yang memicu kecelakaan ;
- d. Pengembangan rentetan kecelakaan;
- e. Analisis keandalan sistem dan manusia;
- f. Analisis kualitatif dan kuantitatif; dan
- g. Perhitungan probabilitas kerusakan teras

Peraturan pemerintah tersebut akan diatur lebih lanjut dengan peraturan kepala BAPETEN, namun sampai sekarang peraturan tersebut belum tersusun, sehingga pada saat ini belum jelas PSA level berapa yang dikehendaki oleh BAPETEN. Namun bila membandingkan antara *Safety Series* 50-P-4 (Tabel 1) dan penjelasan dalam peraturan pemerintah tersebut, walaupun tidak tersirat secara eksplisit, maka PSA yang dikehendaki oleh BAPETEN adalah PSA level 1. Hal ini terlihat dalam item terakhir yaitu bertujuan menentukan probabilitas kerusakan teras atau tepatnya frekuensi kerusakan teras (CDF, *core damage frequency*). Hal yang dipersyaratkan dalam PP No. 43 sebagian sudah sesuai dengan SS 50-P-4. Item a, b dan c termasuk dalam kelompok identifikasi sumber lepasan radioaktif serta pemicu kecelakaan, item d dan e termasuk kelompok pemodelan sekuensi kecelakaan, item f termasuk kelompok kajian data dan estimasi parameter, sedangkan item g termasuk kelompok kuantifikasi sekuensi kecelakaan. Maka dari itu SDM yang perlu disiapkan minimal harus mampu melakukan item-item yang dipersyaratkan dalam peraturan pemerintah tersebut.

Seperti disebutkan sebelumnya sangat sulit menentukan jumlah SDM yang diperlukan

dalam persiapan PLTN pertama untuk analisis keselamatan probabilistik, namun bila mengacu pada Tabel 1 dan Tabel 3 maka komposisi yang paling banyak diperlukan dalam kegiatan PSA adalah melakukan pemodelan sekuensi kecelakaan termasuk analisis sistem. Dalam tahapan ini melihat tugas yang dilalukan harus melibatkan beberapa disiplin ilmu yang terintegrasi antara lain teknologi reaktor, elektrik, mekanik, ergonomik, sistem kendali, dan lain-lainnya.

BATAN sesuai dengan UU no.10 Tahun 1997 bukanlah pemilik atau operator PLTN, namun hanya sebagai badan promosi. Laporan analisis keselamatan probabilistik diajukan oleh pemilik atau operator dalam proses izin konstruksi, namun demikian BATAN khususnya PTRKN (Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir) dapat berperan sebagai TSO (*Technical Support Organization*). Di BATAN atau PTRKN banyak SDM yang hanya dalam tingkatan mengetahui PSA, tetapi sedikit yang pernah melakukan/mengerjakan analisis dalam kegiatan PSA. Hal ini disebabkan selain PSA bukanlah bidang yang menarik seperti halnya analisis deterministik, juga banyak SDM yang mengetahui berdasarkan dari diklat atau *training* yang tidak berhubungan langsung dengan penelitian yang dilakukan sehari-hari.

Berdasarkan suatu asumsi, maka jumlah SDM yang masih aktif melakukan kegiatan PSA di BATAN seperti terlihat dalam Tabel 4. Dalam tabel tersebut terbagi atas 2 tim, yaitu tim pertama yang langsung siap dapat melakukan kegiatan PSA dan tim kedua yang mempunyai tusi yang agak dekat kegiatan analisis probabilistik, sehingga tim kedua merupakan cadangan SDM yang bila kondisinya sangat diperlukan dapat dipergunakan tetapi masih membutuhkan bimbingan dan arahan.

Tabel 4. Perkiraan Jumlah SDM Untuk PSA di BATAN

Tim	Perkiraan Jumlah SDM				
	Usia 36 – 40	Usia 41 – 45	Usia 46 – 50	Usia 51 - 55	Total
I	1	2	2	1	6
II	3	1	1	-	5

Berdasarkan tabel tersebut bila dihubungkan dengan jumlah minimal yang dibutuhkan menurut *safety series* 50-P-4, maka bila dibebankan terhadap tim I dengan perhitungan yang optimistik diperlukan jangka waktu penyelesaian 12 bulan. Namun perhitungan optimistik terjadi pada personil yang sudah berpengalaman melakukan PSA untuk reaktor daya, sedangkan SDM di Indonesia belum mempunyai pengalaman hal tersebut. Bila diambil nilai OB yang maksimal, jangka waktu yang diperlukan sekitar 26 bulan. Perkiraan tersebut bila diperhitungkan dengan melibatkan tim II dibutuhkan waktu sekitar dari 14-16 bulan. Dari asumsi tersebut, maka bila pembuatan laporan analisis keselamatan probabilistik dibebankan pada personil yang ada di BATAN belum siap dan memang seperti diuraikan sebelumnya penyusun laporan analisis keselamatan probabilistik adalah pemilik/pemasok PLTN. Namun tim BATAN siap dan mampu digunakan sebagai tim mitra bestari (*reviewer*) terhadap penilaian dari laporan yang sudah dipersiapkan oleh pemasok/pemilik.

Analisis keselamatan probabilistik dapat dilakukan dengan hasil yang baik bila jenis dan tipe PLTN yang akan dibangun sudah pasti, karena ketelitian hasil PSA sangat tergantung dengan analisis sistem. Dalam pasal 10 dan pasal 12 PP No. 43 Tahun 2006 disebutkan bahwa analisis keselamatan probabilistik disampaikan dalam proses perizinan konstruksi serta dapat dilakukan setelah izin tapak diterbitkan. Berdasarkan Tabel 4 dan asumsi bahwa saat ini pemerintah belum secara pasti menentukan PLTN jenis mana yang akan dibangun serta dengan asumsi proses penilaian izin tapak selama 1 tahun dengan perkiraan yang optimistik (tanpa melalui proses revisi maksimal 4 tahun) maka pengunduran pembangunan PLTN selama 1-2 tahun tidak terlalu mempengaruhi kondisi SDM dalam bidang PSA saat ini, tetapi jika pengunduran lebih dari 2 tahun maka kondisinya akan berubah.

Seperti terlihat dalam Tabel 1 bahwa kegiatan analisis keselamatan probabilistik sebagian besar waktu dan yang paling penting adalah pada tahapan identifikasi (termasuk pengenalan sistem) serta pemodelan sekuensi kecelakaan yang memerlukan sekitar 80 % dari SDM yang dibutuhkan. Pada tahap inilah

diperlukan SDM yang andal terutama seorang penganalisis sistem. Dan yang lebih penting lagi bahwa hasil PSA tergantung dari tipe dan jenis PLTN yang benar-benar akan dibangun, tidak seperti analisis deterministik yang dapat dilakukan dengan berdasarkan skenario kecelakaan sehingga model input sudah dapat disiapkan, walaupun pada penyusunan laporan analisis keselamatan pada bab analisis keselamatan (*safety analysis*) tetap harus berdasarkan PLTN yang akan dibangun. Permasalahannya hingga saat ini pemerintah belum menentukan jenis dan tipe PLTN yang akan dibangun, walaupun kemungkinan besar jenis PWR, sehingga pada saat ini yang dapat dilakukan oleh SDM hanya menguasai metodologi PSA serta mempelajari sistem-sistem untuk jenis PLTN tertentu.

Hingga saat ini salah satu usaha yang dilakukan untuk melakukan pembinaan terhadap SDM dalam analisis keselamatan probabilistik melalui 2 diklat yang dilakukan seperti terlihat dalam Tabel 4 dan 5, yaitu diklat *National Basic Professional Training Course on Nuclear Safety* (NBPTC). Dalam materi NBPTC dibahas analisis keselamatan secara umum pada PLTN, sehingga terdapat materi mengenai PSA walaupun dengan alokasi waktu yang sangat kecil, sedangkan pada diklat PSA, materi utamanya penyusunan PSA level-1.

Tabel 5. Jumlah Peserta NBPTC

No.	Pelaksanaan Diklat	Jumlah Peserta
1.	25 Agustus – 5 September 2003	20
2.	19 Juli – 30 Juli 2004	20
3.	19 Juli – 29 Juli 2005	19
4.	5 Mei – 16 Mei 2008	20

Tabel 6. Jumlah Peserta Diklat PSA

No.	Pelaksanaan Diklat	Jumlah Peserta
1.	20 – 24 Nopember 2006	13
2.	1 – 10 Agustus 2007	16

Dalam pembinaan SDM untuk PLTN pertama pada kegiatan analisis probabilistik, diklat NBPTC tidak terlalu banyak membantu walaupun diikuti banyak peserta. Hal ini disamping diklat tersebut tidak secara rutin dilaksanakan setiap tahun, peserta yang

mengikuti juga dari berbagai bidang ilmu/satuan kerja yang tidak berhubungan secara langsung dengan persiapan pembangunan PLTN, sehingga setelah diklat selesai tidak ada kelanjutannya. Dalam diklat PSA, peserta diklat sudah mengarah dalam persiapan pembangunan PLTN, namun tidak semua penganalisis/praktisi probabilistik. Sebagian adalah penganalisis/praktisi dalam bidang deterministik dan sebagian berasal dari BAPETEN.

Kelemahan lainnya, sampai saat ini kesiapan SDM hanya melakukan analisis berbasis penelitian (fungsional), sedangkan dalam persiapan PLTN nanti berbasis proyek yang tentu saja target capaian agak berbeda dengan apa yang selama ini dilakukan.

Hal yang sangat penting diperhatikan adalah tetap menjaga kemampuan SDM dalam bidang PSA yang sudah ada sehingga pada saat diperlukan masih sanggup melakukan analisis dengan hasil yang seperti diharapkan, karena sebagian besar SDM yang ada saat ini merupakan perencanaan program PLTN 2003/2004. Salah satu cara untuk tetap menjaga kemampuan secara kualitatif adalah kepastian secara formal tentang pembangunan PLTN di Indonesia, karena kalau tidak terdapat kepastian maka kemampuan SDM tersebut akan meluruh. Kondisi ini juga banyak terjadi pada negara-negara yang program PLTNnya tertunda, maka dari itu perlu selalu diprogramkan dan ditingkatkan mengenai *nuclear safety knowledge management*. Cara lainnya SDM yang ada diikuti sertakan dalam *On the Job Training* pada negara-negara tetangga yang sedang membangun PLTN.

KESIMPULAN

Dalam persiapan PLTN pertama di Indonesia, SDM untuk analisis keselamatan probabilistik pada saat ini telah siap sebagai mitra bestari atau *reviewer* dalam laporan analisis keselamatan probabilistik, sebagai salah satu syarat dalam proses perizinan konstruksi, walaupun masih terdapat beberapa kendala. Kemampuan SDM dalam bidang PSA harus tetap terjaga, karena belum ada kepastian secara formal mengenai pembangunan PLTN pertama.

DAFTAR PUSTAKA

1. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 2001, "Safety Assessment and

Verification for Nuclear Power Plants", NS-G-1.2, IAEA-Vienna.

2. ANONIM, "Perizinan Reaktor Nuklir, Peraturan Pemerintah No.43 Tahun 2006".
3. INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY, 1992, "Procedures for Conducting Probabilistic Safety Assessment of Nuclear Power Plants (Level 1)", Safety Series No. 50-P-4, IAEA-Vienna.
4. FULLWOOD. R.R., HALL. R.E., 1988, *Probabilistic Risk Assessment in the Nuclear Power Industry : Fundamental and Applications*, Pergamon Press,.