

# Analisis sistem peringatan dini reaktor nuklir dan puspikte Serpong: studi parameter daya reaktor dan parameter pendingin primer terhadap kemungkinan kedaruratan nuklir

Werdi Putra Daeng Beta

Deskripsi Dokumen: <http://lib.ui.ac.id/opac/ui/detail.jsp?id=99936&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Energi nuklir telah dimanfaatkan di Indonesia untuk berbagai kegiatan. Pemanfaatan energi nuklir harus memperhatikan keamanan dan keselamatan masyarakat dan lingkungan. Dampak lingkungan dari operasi reaktor adalah risiko meningkatnya gross radioaktivitas lingkungan, risiko terlepasnya radionuklida ke lingkungan, risiko pemajanan radiasi pada para pekerja dan pada masyarakat sekitar. Semua risiko tersebut harus dikendalikan pada kondisi yang tidak membahayakan pekerja, masyarakat sekitar dan lingkungan. Oleh karena itu, untuk mengendalikan risiko-risiko tersebut diperlukan sistem peringatan dini.

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk mengetahui sistem peringatan dini reaktor nuklir dalam menjamin keamanan dan keselamatan masyarakat dan lingkungan. Selain itu ada 3 tujuan khusus, yaitu: (1) Untuk mengetahui pengaruh parameter daya reaktor terhadap kemungkinan kejadian kedaruratan nuklir; (2) Untuk mengetahui pengaruh parameter pendingin primer terhadap kemungkinan kejadian kedaruratan nuklir; dan (3) Untuk mengetahui apakah sistem peringatan dini dapat mencegah pencemaran lingkungan disebabkan oleh kecelakaan nuklir.

Adapun hipotesis claim penelitian ini adalah:

- a) Terdapat hubungan yang positif antara parameter daya reaktor dengan kemungkinan terjadinya kedaruratan nuklir.
- b) Terdapat hubungan yang positif antara parameter pendingin primer reaktor dengan kemungkinan terjadinya kedaruratan nuklir
- c) Sistem peringatan dini reaktor nuklir bekerja secara efisien dan efektif.
- d) Sistem peringatan dini reaktor dapat mencegah pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh kecelakaan nuklir.

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dengan pendekatan simulasi sistem reaktor nuklir.

Metode penelitian dilakukan dengan pengamatan atau observasi data lapangan maupun simulasi di laboratorium dan menjalankan program perhitungan permodelan sebaran radionuklida di lingkungan. Sifat penelitian adalah kuantitatif, deskriptif analitik.

Teknik analisis data dilakukan dengan pengkajian keselamatan deterministik (deterministic safety assessment, atau disingkat DSA) berdasarkan spesifikasi teknis dan sistem dengan pengujian 2 variabel babas yang ditinjau

dalam penelitian ini mempunyai nilai deterministik terbesar yang mengakibatkan terjadi kegagalan sistem; serta dengan menerapkan dua skenario kecelakaan terparah yaitu penyumbatan kanal pendingin elemen bakar (Flow Blockage to Single Cooling Channels) dan pelelehan pelat elemen bakar (Local melting of a Few Fuel Plates) yang terjadi secara berurutan. Kemudian dilakukan perhitungan matematis dan pengkajian kecelakaan yang timbul serta penanggulangan yang mungkin dapat dilakukan dengan berfokus pada penyelamatan manusia dan lingkungan; penetapan serta pengelolaan zona kedaruratan dan zona

pendukungnya dalam rangka proteksi terhadap masyarakat dan lingkungan.

Hasil penelitian ini adalah semakin lama reaktor dioperasikan pada daya tinggi maka akan semakin besar peluang untuk terjadinya kedaruratan atau kecelakaan nuklir. Laju alir pendingin primer tetap konstan selama operasi daya tinggi dengan fluktuasi yang dapat diabaikan atau masih dalam batas aman.

Penelitian ini juga berhasil menghitung nilai dosis efektif kolektif pada simulasi kecelakaan pelelehan 6 elemen bakar reaktor (beyond design basic accident, BDBA) dengan asumsi-asumsi yang ketat diperoleh nilai 0,0288 man Sievert. Hal ini berarti bahwa setiap orang yang berada pada radius 0-5 km dari reaktor pada saat kecelakaan akan menerima dosis rata-rata 0,0288 Sv atau 28,8 mSv atau berarti hampir 6 kali dari dosis tahunan untuk masyarakat umum yaitu 5 mSv/th. Berdasarkan grafik standar efek probabilistik risiko kematian karena kanker pada dosis 28,8 mSv ini diketahui bahwa angka risiko kematian adalah sekitar  $2 \times 10^{-3}$  atau 2 kasus pada setiap 1000 penduduk setiap tahunnya atau 20 kasus per 10.000 penduduk per tahun (Camber, 1992). Artinya jika jumlah penduduk yang terpajan radiasi 176224 orang (sampai dengan radius 5 km) maka ada kebolehjadian sekitar 176 kasus kematian karena kanker setiap tahunnya. Sistem peringatan dini dalam hal ini adalah benteng pertama (first barrier) yang harus diperkuat dalam rangka pengelolaan lingkungan hidup guna mempertahankan kualitas lingkungan menuju pemanfaatan tenaga nuklir yang aman dan selamat.

Menurut rekomendasi IAEA jika skenario terburuk terjadi maka masyarakat disekitar reaktor pada radius 0.5 - 5 km harus diungsikan sementara (selama 2 hari - 1 minggu) untuk menghindari pemajanan radiasi (IAEA, 2003). Pembatasan atau pengendalian bahan makanan (food restriction zone) karena diduga tercemar oleh auen kecelakaan nuklir yang melalui rantai makanan (produk daging temak, produk susu, vegetasi atau sayuran dan buah-buahan) direkomendasikan dilakukan pada radius 5 - 50 km dari lokasi kecelakaan (IAEA, 2003).

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Sistem Peringatan Dini adalah bagian yang tidak dapat dipisahkan dari Sistem Kesiapsiagaan Nuklir Nasional. Oleh karena itu, Sistem Peringatan Dini reaktor nuklir dapat bekerja menjamin keamanan dan keselamatan masyarakat dan lingkungan jika didukung oleh sarana dan prasarana pendukungnya termasuk manusia (sumberdaya manusia) sebagai pelaksana penanggulangan keadaan darurat.
2. Parameter laju alir pendingin primer konstan selama operasi daya tinggi, sehingga lebih kecil peluangnya bagi kemungkinan kecelakaan nuklir. Pada kondisi kecelakaan, laju alir pendingin primer menurun hingga melampaui batas aman.
3. Daya reaktor lebih peka bagi kemungkinan kecelakaan nuklir. Semakin lama reaktor dioperasikan pada daya tinggi maka semakin besar peluang untuk terjadinya kedaruratan nuklir.
4. Efektivitas dan efisiensi sistem peringatan dini bergantung pada skenario yang ada dan tim-tim penanggulangan kedaruratan dalam mengurangi risiko dampak yang timbul, mencegah eskalasi tingkat kecelakaan yang tidak diinginkan serta mencegah penyebaran dampak pencemaran dan kerusakan lingkungan karena kecelakaan nuklir.

Berdasarkan kendala dan keterbatasan penelitian dan pembahasan maka dapat dikemukakan saran sebagai berikut:

1. Mengingat belum ada data baik dalam laporan keselamatan reaktor maupun dokumen-dokumen lainnya maka sebaiknya kecelakaan BDBA dimasukkan ke dalam dokumen keselamatan agar dapat diantisipasi secara dini penanggulangannya.
2. Efektivitas dan efisiensi sistem peringatan dini sebaiknya diukur lebih hati-hati dan dilaksanakan dengan

cara latihan penanggulangan kedaruratan secara rutin dengan melibatkan instansi atau lembaga terkait dan mengevaluasinya dengan seksama.

3. Perlu dilaksanakan studi parameter-parameter lainnya selain parameter yang telah diteliti dalam penelitian ini untuk mengetahui untuk kerja sistem peringatan dini secara menyeluruh.

4. Untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan validasi atau verifikasi model dan studi evaluasi pada rasio percabangan (branching ratio) pemajanan radioaktif ke lingkungan dan bagaimana kerugian ekonomi jika sistem peringatan dini tidak berfungsi dengan baik.

5. Perlu ada sosialisasi tentang penerapan sistem peringatan dini dan potensi bahaya kecelakaan reaktor nuklir kepada masyarakat agar mereka tetap waspada dan bersiap siaga jika potensi bahaya tersebut berkembang dan benar-benar terjadi. Sosialisasi dapat dilaksanakan dengan penyuluhan masyarakat tentang nuklir serta aspek keselamatan masyarakat dan lingkungan; penyebaran brosur-brosur tentang keselamatan nuklir, kedaruratan nuklir dan menyelenggarakan latihan-latihan kedaruratan nuklir yang melibatkan peranserta masyarakat. Sosialisasi ini harus dilaksanakan oleh BATAN, BAPETEN, PEMDA setempat, Badan Koordinasi Penanggulangan Bencana dan Pengungsi (BAKORNAS PBP), Kepolisian, dan instansi terkait lainnya.