

PENILAIAN KEAMANAN PLTN

Oleh : Sutaryo Supadi ¹⁾
Martias Nurdin ²⁾

I P E N D A H U L U A N

Kehidupan kita penuh dengan risiko, adakalanya risiko yang dihadapi dapat diterima sebagai pengorbanan yang sewajarnya ditanggung untuk suatu hasil yang diinginkan, dan sering risiko tersebut tidak dapat diterima dengan pemikiran yang rasional ataupun bahkan kadang-kadang dengan alasan-alasan yang kurang dapat diterangkan secara ilmiah.

Bila penyediaan energi merupakan salah satu masalah dunia yang kita hadapi, jelaslah bahwa untuk menanggulangi masalah tersebut kita harus dapat memperkirakan dan mengatur sendiri kompromi antara risiko dengan sasaran yang dituju.

Hampir seperempat abad sejarah PLTN, belum pernah ada kecelakaan yang merusak terhadap personil, instalasi dan lingkungan sekitarnya. Tetapi entah karena penampilan pertama kalinya yang berbentuk kegiatan-kegiatan non-damai, atau karena kurang mengertinya terhadap masalah sebenarnya yang dihadapi, maka masalah-masalah keamanan dan keselamatan PLTN telah menjadi issue pada akhir-akhir ini ditengah-tengah kekurangan sumber energi yang melanda dimana-mana.

Kekhawatiran akan terlepasnya zat-zat radioaktif keluar PLTN, telah menambah usaha manusia untuk mendisain sistim keamanan PLTN secara berlapis-lapis, baik yang berupa sistim operasi (proses), sistim proteksi maupun pada sistim isolasi dengan menggunakan kemajuan ilmu dan teknologi.

Selain itu diusahakan pula usaha-usaha yang terpisah dalam menganalisa dan mengkwafilisir kemungkinan kecelakaan serta risiko/konsekwensinya. Metoda yang digunakan telah pula digunakan pada disiplin maupun kegiatan lain, dimana data-data statistik tentang pengalaman kecelakaan-kecelakaan praktis tidak ada. Hasil-hasil yang diperoleh dapat membantu memberikan petunjuk dalam penyempurnaan-penyempurnaan yang perlu dilakukan maupun dalam mengambil putusan-putusan tentang masa depan PLTN.

Kemajuan ilmu dan teknologi serta pengalaman dari operasi PLTN-PLTN yang telah ada, digunakan sebagai umpan balik untuk terus menerus menyempurnakan sistim-sistim pengamanan dan atas dasar yang sama, standar dan kriteria keselamatan PLTN, diubah dan disesuaikan oleh instansi-instansi yang berwenang mengaturnya.

Pendapat masyarakat luas tentang aspek-aspek ini, cukup besar pula peranannya dalam turut mewarnai standar dan kriteria keselamatan reaktor. Se-

1) BATAN/Sub Komisi Teknologi Reaktor KP2PLTN

2) PRAB-BATAN/Sub Komisi Teknologi Reaktor KP2PLTN.

bagian pendapat masyarakat memang dalam batas-batas/proporsi yang wajar, tetapi harus diakui pula bahwa sebagian lagi benar-benar menjurus pada kepentingan pribadi ataupun golongan, dan berwujud apa saja yang dapat dibayangkan dengan menggunakan dalih keselamatan umum. Walaupun analisa-analisa ilmiah secara kuantitatif tentang risiko telah dapat diselesaikan, namun bagaimana mengkomunikasikan hal tersebut pada masyarakat luas, merupakan masalah lain dan benar-benar bukan hal yang gampang.

Bagi Indonesia yang mengharapkan PLTN pertama beroperasi pada tahun 80-an, kiranya tepat dari sekarang menyiapkan diri untuk secara mendalam lebih memperhatikan masalah-masalah keselamatan PLTN dan merintis kearah penentuan standar ataupun kriteria yang bakal berlaku dikemudian hari. Selain itu masyarakat luas secara bertahap perlu jauh-jauh hari disiapkan agar pada saatnya dapat menerima kehadiran suatu PLTN, bukan saja sekedar memenuhi kebutuhan energi, tetapi juga suatu PLTN yang aman, hasil dari pemikiran dan pembangunan para ahli kita sendiri yang penuh tanggung jawab terhadap peri kehidupan umat manusia.

II. EVOLUSI KEAMANAN PLTN

II.1. PENGEMBANGAN TEKNOLOGI SISTEM PENGAMAN

Penilaian keamanan pada sistem PLTN secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga bagian, yaitu :

a. Peralatan sistem proses

Terdiri dari peralatan-peralatan pengamanan yang berfungsi pada operasi normal. Bagaimana sistem ini di-disain, dibuat dan selanjutnya dipakai agar dapat memenuhi kriteria-kriteria keamanan yang diinginkan, akan dibahas pada kertas-kertas karya yang lain terutama dari Westinghouse.

b. Peralatan sistem proteksi

Yaitu semua sistem atau alat-alat yang direncanakan untuk mencegah terjadinya kerusakan bahan bakar nuklir karena kegagalan sistem proses atau kesalahan operator. Peralatan pokok pada sistem ini adalah Sistem Pendingin Darurat (ECCS – Emergency Core Cooling System).

c. Peralatan sistem isolasi

Yaitu setiap struktur dengan peralatan serta sistem-sistem yang dirancang untuk mencegah atau membatasi keluarnya zat radioaktif dari sistem proses keluar disekitar PLTN. Sistem ini erat hubungannya.

Baik peralatan maupun cara bekerjanya sistem-sistem diatas adalah bebas serta tidak tergantung satu dengan lainnya, dan bahkan satu sama lain saling merupakan satu sistem pengamanan yang berlapis-lapis dari PLTN. Selain itu juga diusahakan agar kemungkinan kegagalan secara bersamaan (ganda) dari ke-3 sistem-sistem diatas sangat kecil.

Dari setiap penilaian tentang keselamatan suatu PLTN, sejak dahulu kala telah didasari bahwa satu-satunya potensi bahaya terbesar dari PLTN ialah bila terjadi penyebaran zat-zat radioaktif kelingkuangan secara besar-besaran, hal mana akibat melelehnya bahan bakar nuklir. Hal itu baru akan terjadi bila ke-3 sistem diatas gagal berfungsi secara bersamaan.

Pada kertas karya ini hanya akan dibahas perubahan-perubahan/penyempurnaan pada sistem-sistem proteksi dan isolasi pada PLTN untuk menggambarkan usaha-usaha manusia dalam menjamin keselamatan suatu PLTN.

PLTN jenis BWR

Mula-mula hanya disediakan sistem pendingin darurat (ECCS) yang berfungsi menahan temperatur bahan bakar nuklir agar tidak meleleh. Sistem ini terdiri dari : Sistem Injeksi Bertekanan Tinggi (HPIS) memompakan air keteras reaktor dari atas bila tekanan pada pipa primer turun dari kondisi operasi tetapi belum terlalu berbeda. Semi automatic blowdown berfungsi menurunkan tekanan dengan menyedot uap tekanan tinggi ke tangki penurun tekanan. Penyembur teras, alat semprotan yang dipakai. Sistem injeksi Bertekanan Rendah (LPIS), menyemprotkan air dingin keteras reaktor, sehingga dapat membatasi kenaikan temperatur dengan baik – cepat.

Kemudian disamping ECCS, juga disediakan sistem pendingin ruang isolasi, dimana disamping mendinginkan, air yang mengandung zat kimia disengaja untuk mengikat I^{131} dan diembunkan serta larut dalam air sehingga tidak berdiffusi melalui sistem isolasi.

Sebelum tahun 1969, sistem isolasi BWR berbentuk bola lampu terbalik dan diluarnya ada bejana penurun tekanan, dan sejak 1969, disain baru yang lebih kokoh dan keandalan lebih tinggi ditemukan dan di trapkan dalam sistem proteksi dan isolasi tersebut. Sistem isolasi berbentuk kerucut dimana bejana penurun tekanan sudah berada didalamnya. Dengan disain yang baru keandalan ECCS dan sistem isolasi bertambah baik serta sewaktu-waktu sistem-sistem tersebut mudah diuji keandalannya.

Disain sistem isolasi BWR sebelum th. 1969 disebut "Pressure Suppression Containment", dan disain 1969 disebut "Over and Under Design Containment".

PLTN jenis PWR

Pada PLTN jenis PWR, baik sistem proteksi maupun sistem isolasi dirancang/disediakan untuk tujuan yang sama. Prinsip kerja dan detail teknis sedikit berbeda, tapi tujuan tetap sama.

Pada tahun 1967 - didapatkan konsep baru yang menunjukkan keandalan yang cukup baik, dimana didapatkan Ice Condenser Containment Concept. Pada konsep baru itu ditekankan masalah penyerapan panas yang lebih sempurna.

Jumlah panas yang harus dibuang, sebagiannya terserap sewaktu pencairan es yang ada pada bagian atas, panas sisa dibuang dengan sistem pendingin darurat (ECCS) yang telah disediakan.

Dengan tidak mengurangi komponen-komponen subsistem lainnya, jelaslah Ice Condenser Containment Concept lebih menunjukkan keandalan yang tinggi dari konsep sebelumnya.

Penyempurnaan baru terus diusahakan, yaitu dengan menambahkan kostikoda pada es sehingga bisa mengikat iodine radioaktif dari udara.

PLTN jenis HWR

Pada PLTN jenis HWR, baik sistem proses, sistem proteksi maupun sistem isolasi kesemuanya mengalami perubahan. Perubahan-perubahan mana ditujukan guna mendapatkan pengamanan yang lebih baik.

PLTN Douglas Point tidak mempunyai ruangan hampa sebagai Pickering dan Bruce. Douglas Point beroperasi 1967, Pickering 1971 dan Bruce akan beroperasi 1976.

Dari konsep sistim isolasi PLTN Pickering didapatkan evolusinya pada PLTN Bruce.

Sistim penghubung ruang hampa dirubah, perubahan mana memberikan respon yang lebih cepat dari sistim semprot ruang hampa.

Perbaikan pada sistim proses dari Douglas Point ke Pickering dan Bruce tercermin dalam bentuk dan lay out bejana tekan dengan dump tank, disamping itu diintro - dusirnya penggunaan pressurizer (mengatur kondisi tekanan sistim pendingin primer) pada Pickering dan Bruce.

Perubahan lain terjadi pada Pickering 3 & 4, dimana disain tabung tekan Pickering 3 dengan umur pakai hanya 15 tahun, maka tabung tekan Pickering 4 didisain untuk selama umur reaktor, 30 tahun.

II.2. PENDAPAT MASYARAKAT

Diskusi yang ada dalam masyarakat luas mengenai keselamatan PLTN, cenderung menjurus pada "maximum credible accident", yaitu suatu kecelakaan dengan postulasi korban/akibat yang paling banyak/jelek. Anggapan ini dapat dimengerti sepenuhnya, tetapi hendaknya jangan dilupakan untuk pula meneliti bagaimana skenario dari kecelakaan tersebut dapat terjadi, lengkap dengan keboleh jadiannya. Disinilah letak pangkal perbedaan pendapat/hasil studi yang berkecamuk di masyarakat, masing-masing menggunakan skenario yang hipotetis.

Dari sekian banyak kontroversi tentang keselamatan PLTN, masalah ECCS rupanya selalu merupakan issue pokok. Pertanyaan-pertanyaan diajukan apakah ECCS akan berfungsi bila diperlukan ?. Andaikata berfungsi, apakah cukup mendinginkan bahan bakar nuklir agar tidak meleleh ? Pertanyaan-pertanyaan diatas didasarkan pada kenyataan bahwa walaupun telah diadakan eksperimen-eksperimen secara subsistim dengan menggunakan RIG (engineering loop), tetapi sistim tersebut belum pernah dicoba pada kondisi-kondisi kecelakaan yang disimulasikan secara realistis. Reaktor LOFT (Lose of Fluids Test) di Idaho akan digunakan untuk melakukan eksperimen-eksperimen semacam itu, dan diharapkan reaktor LOFT dapat beroperasi pada akhir tahun 1975. Sebelum eksperimen-eksperimen pada LOFT dapat dilakukan dan memberikan hasil yang memuaskan, kiranya sulit untuk meyakinkan semua pihak akan keandalan ECCS.

Pada tahun 1970, sdr. England membuat thesis yang pada dasarnya membuat kode computer untuk menghitung panas sisa yang dikeluarkan setelah reaktor dihentikan operasinya. Thesis tersebut telah mengundang golongan masyarakat yang lain untuk melakukan kampanye anti nuklir dengan menggunakan data-data tesis sdr. England. Antara lain dapat disebutkan pernyataan dari Environment Quality Laboratory (California), Mr. Ralph Nader, Union of Concerned Scientists (UCS) dimulai pada tahun 1971, dan sebagainya.

Ulasan-ulasan pro dan kontra saling bermunculan, baik di Amerika sendiri maupun di negara-negara barat lainnya, yang umumnya mengikuti pola perkembangan di Amerika Serikat (baik yang pro maupun yang kontra) dengan selang waktu beberapa saat.

Khusus mengenai ECCS telah diadakan beberapa kali penelaahan yang menghasilkan Interim Policy Statement dari USAEC pada th. 1971, dan kemudian "dengar-pendapat" di markas besar USAEC pada tahun-tahun 1972 dan 1973

(selama 17, hingga akhir-akhirnya pada Desember 1973 dikeluarkan Final Acceptance Criteria. Sementara itu pada tahun 1972, USAEC telah membentuk Reactor Safety Study (RSS) yang diketuai oleh Prof. N. Rasmussen untuk menilai risiko kecelakaan pada PLTN-PLTN yang beroperasi di Amerika Serikat.

Mengenai pendapat masyarakat di Amerika Serikat kiranya sudah cukup banyak diketahui dari majalah-majalah ilmiah maupun mingguan-mingguan yang beredar di Indonesia, dan karenanya tidak dibahas lagi. Sebagai pelengkap kiranya baik untuk digambarkan secara singkat perkembangan pendapat masyarakat tentang keselamatan PLTN di salah satu negara Eropa, yaitu Swedia.

PLTN pertama di Swedia yang merupakan PLTN percobaan diresmikan pada tahun 1963, dan seperti halnya di negara-negara lain pada waktu itu, tidak terdapat oposisi yang berarti khususnya terhadap pencemaran lingkungan. Dengan penerangan-penerangan secukupnya, penduduk yang tinggal disekitar danau dimana air buangan PLTN disalurkan, dapat mengerti dan menerima bahwa mereka tidak dalam bahaya. Bahkan pada waktu PLTN tersebut dihentikan pada tahun 1974, mereka memprotes penggunaan PLTU secara terus menerus (yang mula-mula hanya berupa cadangan), setelah menyaksikan perbedaan kebersihan udara disekitarnya.

Tetapi sejak tahun 1970, setelah pemenang hadiah Nobel Prof. Alven menulis surat yang berisi peringatan risiko yang bakal dihadapi oleh rakyat Swedia mengenai pembangunan-pembangunan PLTN di Swedia, organisasi lingkungan mulai mengarahkan perhatiannya pada nuklir. Apa yang mereka perjuangkan mengikuti pola yang terjadi di Amerika, mula-mula mempersalahkan zat radioaktif yang dikeluarkan selama PLTN beroperasi normal dan efek termis dari air pendingin. Kemudian menyusul issue-issue tentang LOCA, pembuangan sampah radioaktif, masalah transpor dan kemungkinan pembajakan plutonium dan sebagainya.

Karena negara tersebut mengikuti pola perkembangan di Amerika, maka masalah-masalah Watergate turut memberi saham pada adanya ketidakpercayaan sebagian masyarakat setempat terhadap penjelasan resmi dari para ahli. Keadaan demikian makin berkembang hingga kemudian malahan menjadi masalah politik, seperti antara lain menjadi salah satu program partai politik (Centre Party) dalam pemilihan umum akhir tahun 1976 yang akan datang.

Dari uraian-uraian diatas jelaslah bahwa masalah-masalah keamanan reaktor, yang sebenarnya bersifat teknis, dengan mudah dapat dikaitkan dengan apa saja termasuk politik dengan menggunakan dalih keselamatan dan kelestarian lingkungan.

III. PENELITIAN RASMUSSEN

III.1. T U J U A N

Seperti telah diuraikan pada bab II, maka pada tahun 1972, untuk pertama kalinya, Komisi Tenaga Atom Amerika Serikat telah membentuk suatu team yang diketuai oleh Prof. Norman C. Rasmussen dari Massachusetts Institute of Technology untuk mengadakan penelitian-penelitian yang dapat memperhitungkan secara sistimatis dan kuantitatif dari segala risiko yang bakal dialami oleh masyarakat luas terhadap potensi bermacam-macam bahaya dari beroperasinya PLTN-PLTN di Amerika Serikat.

Pada banyak bidang dalam masyarakat, risiko ditentukan atas dasar pengalaman/statistik, yaitu banyaknya peristiwa yang terjadi dan berapa besar kerugian yang dialami. Misalnya peristiwa kecelakaan mobil dan kerugiannya pun dapat diukur baik yang berupa kerusakan, luka-luka maupun yang meninggal

dunia. Walaupun pada saat ini \pm 50 buah PLTN telah beroperasi di Amerika Serikat, tetapi karena belum pernah ada kecelakaan yang terjadi, maka risiko-risiko yang diteliti oleh team Rasmussen harus diperkirakan dan tidak dapat didasarkan atas pengalaman ataupun pengukuran-pengukuran. Oleh karena itu harus dibuat estimasi terhadap :

1. kemungkinan terjadinya kecelakaan, dan
2. konsekuensi dari kecelakaan-kecelakaan tersebut.

Tujuan dari penelitian ini ialah membuat suatu estimasi yang realistis dari risiko-risiko kecelakaan PLTN dan membandingkannya dengan risiko-risiko yang terjadi dari kecelakaan-kecelakaan non nuklir yang hingga saat ini telah dialami oleh masyarakat luas. Perbandingan ini dipandang perlu untuk lebih menundukkan masalah pada proporsi yang wajar, dan lagi pula perlu untuk bahan pertimbangan dalam memutuskan penggunaan tenaga nuklir guna memenuhi kebutuhan tenaga listrik dimasa mendatang.

III.2. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup dari penelitian hanya meliputi tipe-tipe reaktor yang sekarang telah beroperasi di Amerika Serikat, yaitu tipe-tipe PWR dan BWR yang kesemuanya menggunakan air biasa sebagai pendingin dan moderator. Penelitian diarahkan pada masalah-masalah pokok, yaitu :

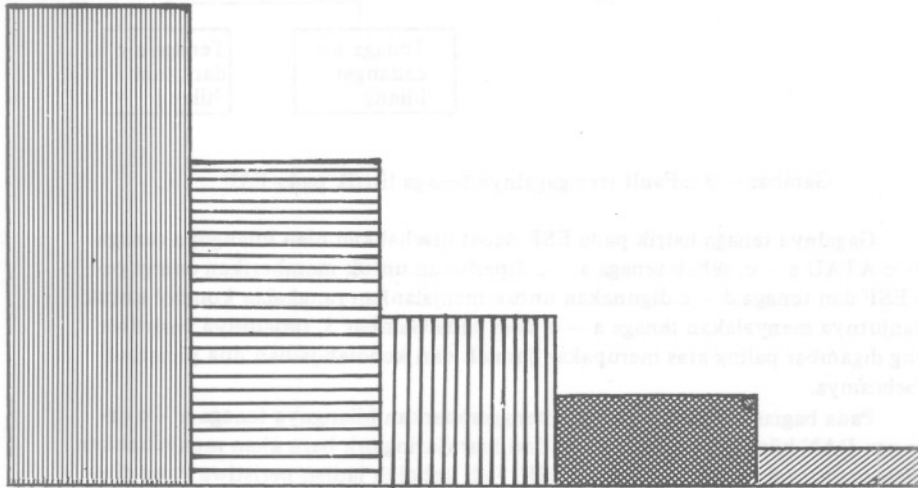
1. Identifikasi dari sebab-sebab terjadinya kecelakaan
2. Menentukan keboleh-jadian (probability) pada masing-masing sebab kecelakaan
3. Pola transpor hasil-fisi
4. Distribusi hasil fisi ke lingkungan disekitarnya
5. Efek kesehatan dan kerugian harta
6. Risiko-risiko terhadap kecelakaan non-nuklir
7. Interpretasi dan komunikasi dari arti keboleh-jadian kepada masyarakat umum/awam.

III.3. PELAKSANAAN PENELITIAN

Team Rasmussen terdiri dari 60 orang cendekiawan, yang ahli dan berpengalaman dalam bidang-bidang yang diperlukan dalam penelitian tersebut, dan datang dari berbagai-bagai instansi, seperti Komisi Tenaga Atom, Laboratorium-Laboratorium Nasional, Perusahaan-perusahaan Swasta, dan Universitas-universitas. Penelitian yang semula diharapkan selesai dalam 1 tahun ternyata memerlukan waktu 2 tahun, dimana telah bekerja sebanyak 50 orang - tahun (man years) dan memakan biaya sebesar 3 juta dollar.

Metodologi yang digunakan, mendasarkan atas metodologi yang telah dikembangkan oleh Departemen Pertahanan dan NASA sejak tahun 60-an, yaitu apa yang disebut "event trees" dan "fault trees". Untuk maksud penulisan ini, masing-masing akan digunakan terjemahan "pohon-kejadian" dan "pohon-kegagalan". Metoda ini sangat berharga dalam memramalkan keandalan dari suatu sistim bila data-data pengalaman belum ada, yaitu dengan menggunakan data-data yang telah ada dari komponen-kom-

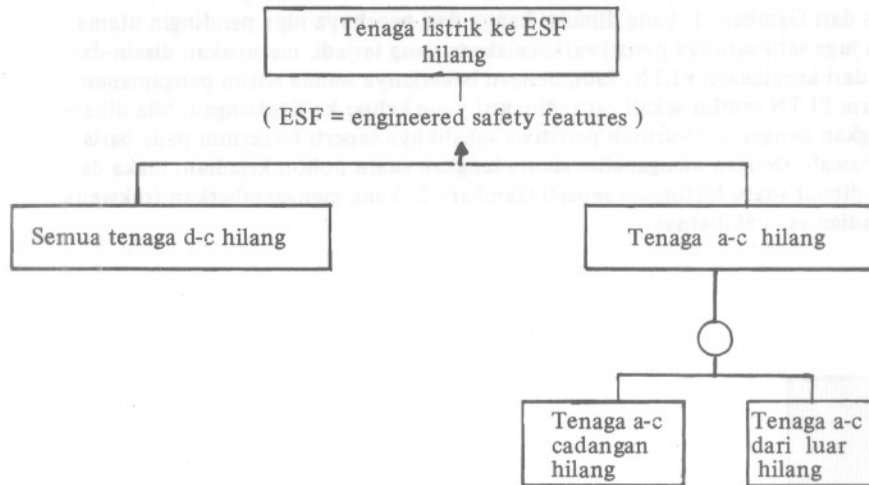
keboleh-jadian suatu peristiwa tertentu dari sistim secara menyeluruh. Baris teratas dari Gambar-1, yang dimulai hanya dari pecahnya pipa pendingin utama dan juga satu-satunya peristiwa/kecelakaan yang terjadi, merupakan disain-dasar dari kecelakaan PLTN. Jadi, dengan bekerjanya semua sistim pengaman dalam PLTN sedikit sekali zat radioaktif yang keluar ke lingkungan, bila dibandingkan dengan urutan peristiwa sebaliknya seperti tercermin pada baris terbawah. Dengan menganalisa secara lengkap suatu pohon kejadian, maka dapat dibuat suatu histogram seperti Gambar-2. Yang menggambarkan frekwensi kejadian vs - akibatnya.



Gambar - 2. : Histogram dari besarnya zat radioaktif yang tersebar.

Dalam uraian diatas, sebagai contoh telah diambil pohon-kejadian yang dimulai dengan pecahnya pipa pendingin. Setiap peristiwa-peristiwa lain yang dapat memulai rentetan peristiwa-peristiwa berikutnya dapat pula dibuatkan pohon-kejadian sendiri-sendiri, selama peristiwa yang memulai tersebut tidak saling bergantung satu sama lain. Selanjutnya juga dapat dibuatkan histogram seperti pada Gb-2, dan hasilnya dapat digabungkan satu sama lain sebagai hasil-akhir dari gabungan peristiwa-peristiwa/kecelakaan-kecelakaan pokok dalam PLTN.

Pohon-kegagalan adalah suatu metoda untuk menentukan keboleh-jadian yang diperlukan dalam pohon-kejadian. Jalan pikiran yang digunakan dalam pohon kegagalan adalah hampir merupakan kebalikan dari yang digunakan pada pohon-kejadian, yaitu pohon kegagalan mulai pada suatu kejadian yang tidak diinginkan dan kemudian mengidentifisir hal-hal yang dapat menyebabkannya. Sebagai contoh dapat diterangkan secara sederhana bagaimana menentukan keboleh jadian P_2 pada Gambar - 1.



Gambar – 3 : Fault tree gagalnya tenaga listrik pada ESF

Gagalnya tenaga listrik pada ESF dapat disebabkan oleh hilangnya tenaga- $d - c$ ATAU $a - c$, sebab tenaga $a - c$ diperlukan untuk memberikan energi pada ESF dan tenaga $d - c$ digunakan untuk menjalankan rangkaian kontrol untuk selanjutnya menyalakan tenaga $a - c$. Jadi pada Gambar 3, terjadinya peristiwa yang digambar paling atas merupakan jumlah dari keboleh-jadian dua peristiwa sebelumnya.

Pada bagian dibawahnya lagi, menggambarkan hilangnya tenaga $a - c$ cadangan DAN hilangnya tenaga $a - c$ dari luar (jaringan), baru akan menyebabkan kehilangan total tenaga $a - c$ pada ESF. Jadi keboleh jadian peristiwa yang disebut terakhir merupakan perkalian dari keboleh jadian dari dua peristiwa sebelumnya.

Dengan mengetahui bekerjanya suatu sistim secara detail, maka analisa pohon kegagalan dapat diselesaikan.

Sudah barang tentu kegagalan bekerjanya suatu unit tergantung dari laju kerusakan dari komponen-komponen yang membuatnya serta kesalahan-kesalahan manusia yang mengoperasikannya. Keandalan dari kedua hal diatas dapat ditentukan dengan cukup baik oleh ahli-ahli yang bergerak dalam bidang-bidang tersebut, hingga sebagai akibatnya harus diakui bahwa penentuan keboleh jadian dari laju kerusakan komponen maupun kesalahan manusia tetap akan membawa kesalahan-kesalahan. Perhitungan-perhitungan dari keboleh jadian semacam P_2 , biasanya dilakukan dengan komputer.

Ketelitian perhitungan-perhitungan dari pohon kegagalan tergantung dari analisa peristiwa-peristiwa apa saja yang dapat terjadi sebelumnya, serta pada masing-masing peristiwa harus ditentukan angka keboleh-jadian-nya. Walaupun kelihatannya hasil akhir mengandung banyak kemungkinan kesalahan-kesalahan namun pengalaman menunjukkan bahwa pohon kegagalan dapat memberikan angka-angka yang konsisten bila staf yang melakukan analisa benar-benar berpengalaman dan mengerti benar sistim yang sedang dipelajari.

Dengan sengaja metoda penelitian yang dipakai oleh team Rasmussen secara relatif telah diuraikan dengan panjang lebar, agar kita dapat memberikan

apresiasi sewajarnya akan hasil-hasil yang disimpulkan. Lebih-lebih, jangan sampai ada kesan-kesan yang negatif bila ternyata hasil yang dicapai oleh team yang dianggap "pro-nuklir" ini, menyimpulkan bahwa keselamatan PLTN sebagai sesuatu yang tidak menakutkan.

III.4. H A S I L – H A S I L

Dalam menganalisa keselamatan PLTN, team Rasmussen telah menggunakan dasar perhitungan yaitu akan beroperasinya 100 buah PLTN di Amerika Serikat, yang diperkirakan terjadi pada tahun 80-an. Seperti diketahui saat ini, kira-kira 50 buah reaktor telah beroperasi disana.

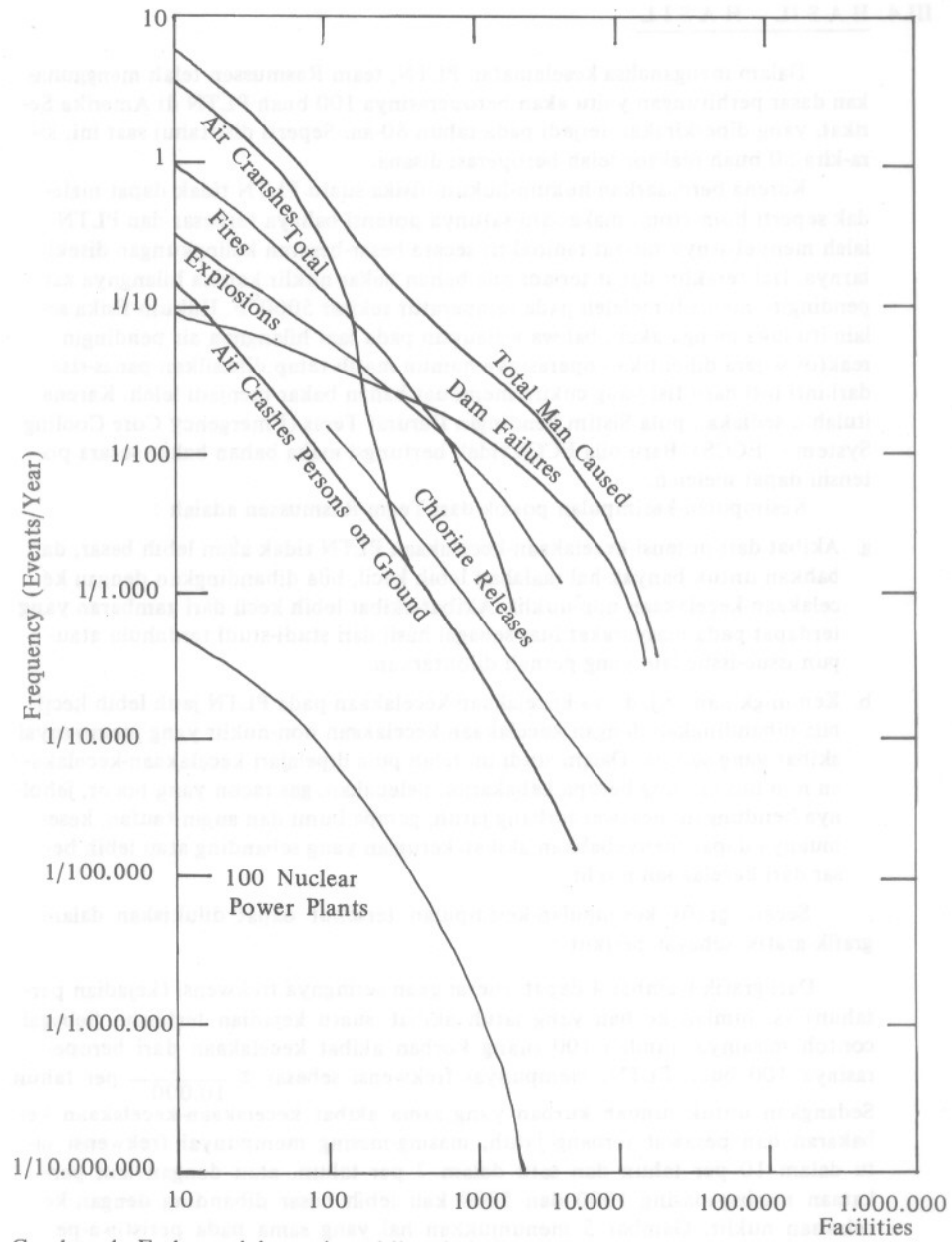
Karena berdasarkan hukum-hukum fisika suatu PLTN tidak dapat meledak seperti bom atom, maka satu-satunya potensi bahaya terbesar dan PLTN ialah menyebarnya zat-zat radioaktif secara besar-besaran kelingkungan disekitarnya. Hal terakhir dapat terjadi bila bahan bakar nuklir karena hilangnya zat pendingin, menjadi meleleh pada temperatur sekitar 5000°F. Hukum fisika selain itu juga mengatakan, bahwa walaupun pada saat hilangnya air pendingin reaktor segera dihentikan operasinya namun masih tetap dihasilkan panas-sisa dari inti inti hasil fisi yang cukup membuat bahan bakar menjadi leleh. Karena itulah disediakan pula Sistem Pendingin Darurat Teras (Emergency Core Cooling System – ECCS). Baru bila ECCS tidak berfungsi maka bahan bakar secara potensial dapat meleleh.

Kesimpulan-kesimpulan pokok dari Team Rasmussen adalah :

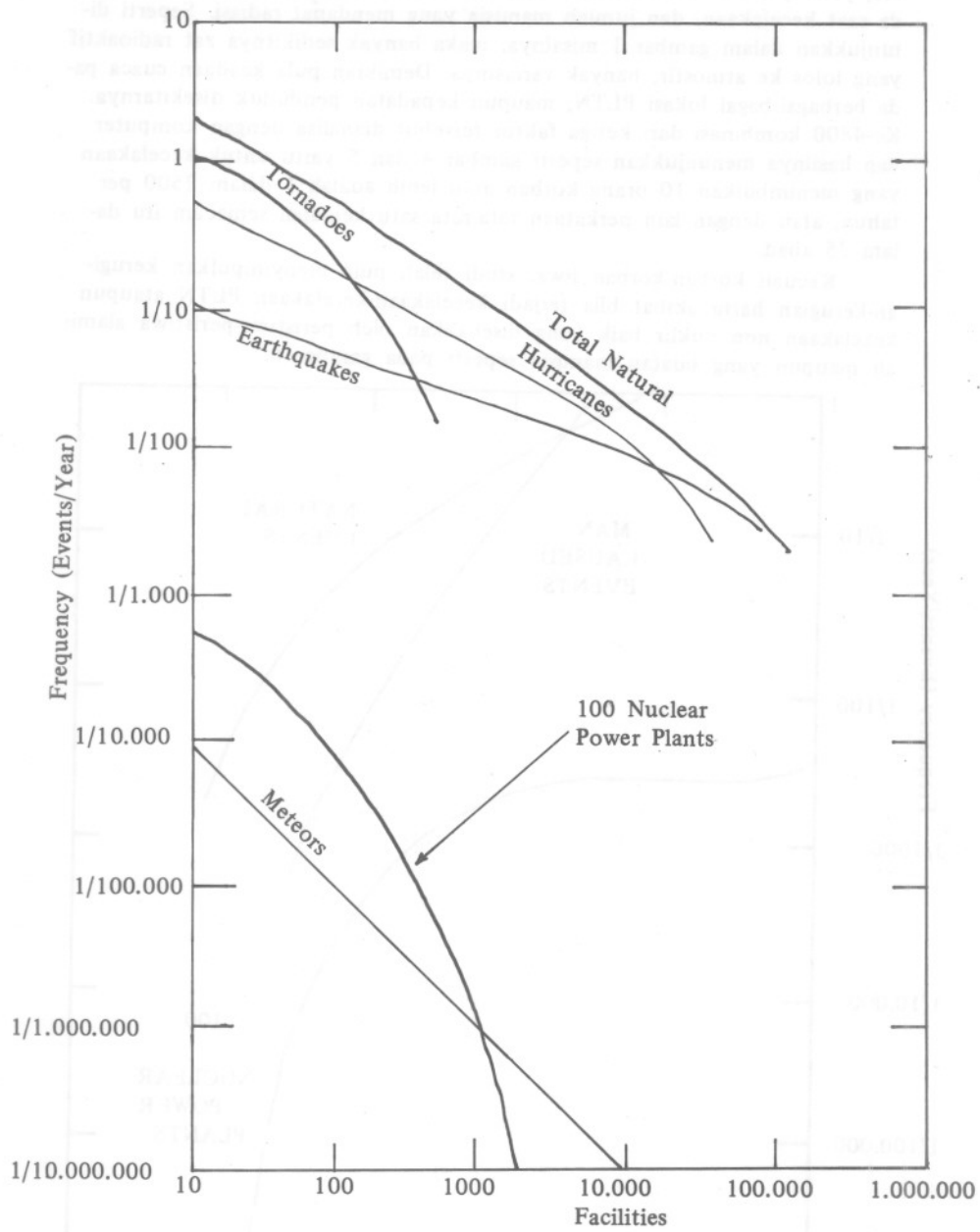
- a. Akibat dari potensi kecelakaan-kecelakaan PLTN tidak akan lebih besar, dan bahkan untuk banyak hal malahan lebih kecil, bila dibandingkan dengan kecelakaan-kecelakaan non-nuklir. Akibat-akibat lebih kecil dari gambaran yang terdapat pada masyarakat luas sebagai hasil dari studi-studi terdahulu ataupun issue-issue lain yang pernah dilontarkan.
- b. Kemungkinan terjadinya kecelakaan-kecelakaan pada PLTN jauh lebih kecil bila dibandingkan dengan kecelakaan-kecelakaan non-nuklir yang mempunyai akibat yang serupa. Dalam studi ini telah pula dipelajari kecelakaan-kecelakaan non-nuklir yang berupa kebakaran, peledakan, gas racun yang bocor, jebolnya bendungan, pesawat terbang jatuh, gempa bumi dan angin taufan, kesemuanya dapat menyebabkan akibat/kerugian yang sebanding atau lebih besar dari kecelakaan nuklir.

Secara grafis kesimpulan-kesimpulan tersebut dapat dilukiskan dalam grafik-grafik sebagai berikut :

Dari grafik Gambar 4 dapat diterangkan seringnya frekwensi (kejadian per-tahun) vs. jumlah korban yang jatuh akibat suatu kejadian tertentu. Sebagai contoh misalnya, jumlah 100 orang korban akibat kecelakaan dari beroperasinya 100 buah PLTN, mempunyai frekwensi sebesar $\pm \frac{1}{10.000}$ per tahun. Sedangkan untuk jumlah kurban yang sama akibat kecelakaan-kecelakaan kebakaran dan pesawat terbang jatuh, masing-masing mempunyai frekwensi satu dalam 10 per tahun dan satu dalam 2 per tahun, atau dengan lain perkataan masing-masing 1000 dan 5000 kali lebih besar dibanding dengan kecelakaan nuklir. Gambar 5 menunjukkan hal yang sama pada peristiwa-peistiwa yang secara alamiah.



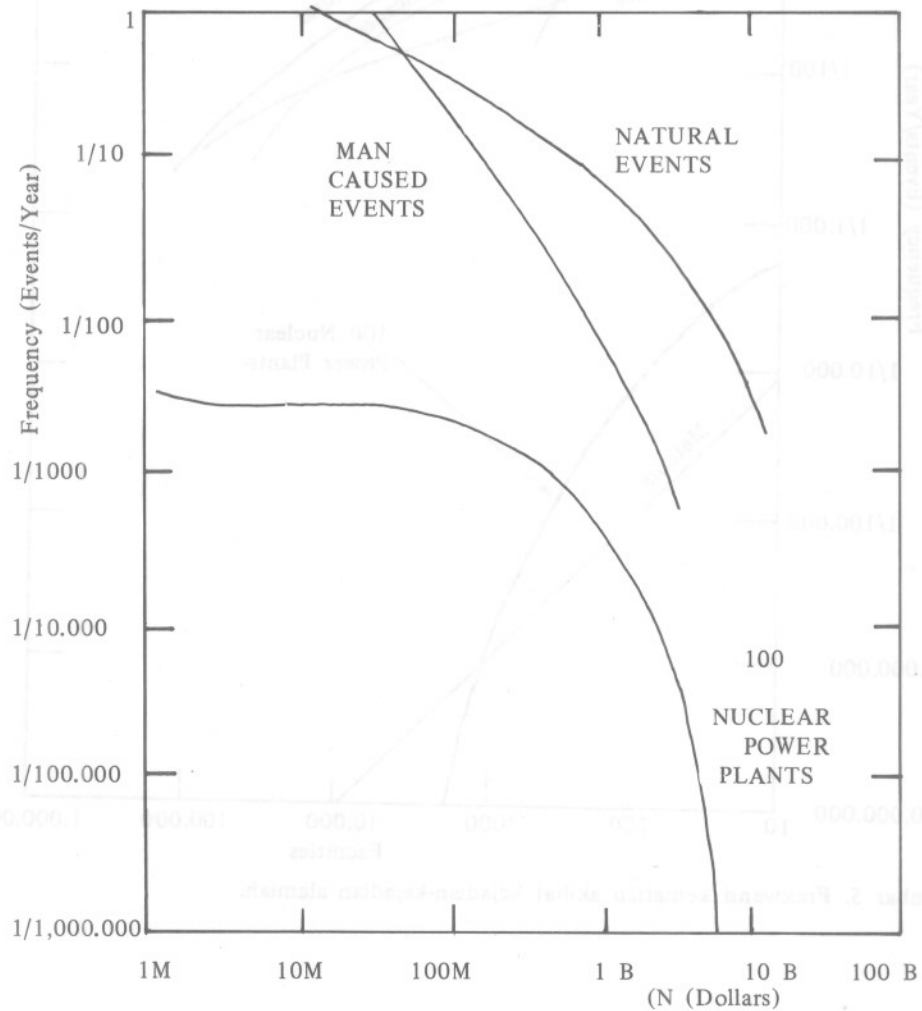
Gambar 4. Frekwensi kematian akibat kejadian-kejadian buatan manusia.



Gambar 5. Frekwensi kematian akibat kejadian-kejadian alamiah.

Dalam menghitung jumlah korban yang mungkin jatuh, baik yang meninggal maupun tidak, team telah menganalisa 4800 kombinasi dari 3 faktor, yaitu jumlah radioaktivitas yang lolos kelingkungan, keadaan cuaca pada saat kecelakaan, dan jumlah manusia yang mendapat radiasi. Seperti ditunjukkan dalam gambar 1 misalnya, maka banyak sedikitnya zat radioaktif yang lolos ke atmosfer, banyak variasinya. Demikian pula keadaan cuaca pada berbagai-bagai lokasi PLTN, maupun kepadatan penduduk disekitarnya. Ke-4800 kombinasi dari ketiga faktor tersebut dianalisa dengan komputer dan hasilnya menunjukkan seperti gambar 4 dan 5 yaitu untuk kecelakaan yang menimbulkan 10 orang korban atau lebih adalah 1 dalam 2500 per tahun, atau dengan lain perkataan rata-rata satu kejadian semacam itu dalam 25 abad.

Kecuali korban-korban jiwa, studi telah pula menyimpulkan kerugian-kerugian harta akibat bila terjadi kecelakaan-kecelakaan PLTN ataupun kecelakaan non nuklir baik yang disebabkan oleh peristiwa-peristiwa alamiah maupun yang buatan manusia seperti pada gambar 6.



Gambar 6. : Frekwensi kerugian harta akibat kecelakaan-kecelakaan baik yang alamiah maupun yang bukan.

Dari gambar 6 dapat ditarik kesimpulan bahwa kerugian harta yang sama akibat kecelakaan 100 PLTN, kira-kira 100 sampai 1000 kali lebih kecil kemungkinannya dibanding dengan sebab-sebab yang lain. Kerugian harta dalam kecelakaan PLTN, terdiri dari komponen-komponen :

- a. biaya yang diperlukan untuk memindahkan untuk sementara, orang-orang dari daerah yang terkontaminasi.
- b. nilai kerugian akibat tidak dapat digunakannya milik/harta benda penduduk yang barang-barangnya perlu dibersihkan akibat kontaminasi, selama beberapa minggu sampai beberapa bulan.
- c. biaya untuk menjamin masyarakat luas agar tidak terkena radioaktivitas yang mengotori makanan dan suply air minum.

Disamping resiko-resiko yang digambarkan pada ketiga grafik diatas, di samping korban jiwa kiranya perlu digambarkan efek negatif pada kesehatan manusia yang dapat ditimbulkan oleh kecelakaan PLTN, Efek kesehatan ini meliputi efek jangka panjang yang dapat berupa kanker, efek keturunan dan kelainan pada kelanjir gondok. Korban-korban tersebut dapat menjadi kira-kira dua kali lebih banyak dibanding dengan jumlah yang meninggal. Akan tetapi jumlah tersebut dapat diabaikan bila dibanding dengan 8 juta orang per tahun yang menderita kecelakaan-kecelakaan lainnya.

Satu hal yang penting perlu dikemukakan disini, hal mana diakui pula oleh team Rasmussen sebagai sesuatu yang belum sepenuhnya dapat dipecahkan, yaitu walaupun hasil-hasil studi menunjukkan risiko yang sangat kecil, tetapi tidak berarti bahwa masyarakat luas secara otomatis akan mengerti dan dapat menerimanya. Sebagai contoh, korban-korban kecelakaan lalu lintas begitu besar tiap tahunnya, dan seolah-olah masyarakat dapat menerimanya sebagai risiko/kenyataan hidup di zaman ini. Tetapi begitu ada berita korban akibat pesawat terbang jatuh, dimana sebenarnya jumlah korban sangat sedikit dibanding dengan korban lalu lintas dan demikian pula frekwensinya, maka telah menimbulkan reaksi-reaksi yang luar biasa. **Dalam hal PLTN, gambaran serupa terjadi pula, dan kuncinya terletak pada bagaimana menyampaikan pengertian keboleh-jadian suatu peristiwa pada masyarakat luas.**

Sudah barang tentu, orang akan tergoda dengan pertanyaan-pertanyaan, mengapa dan apa sebabnya hasil dari studi ini seperti yang telah digambarkan diatas, jauh lebih kecil konsekwensinya bila dibandingkan dengan hasil analisa sebelumnya. Studi utama yang pernah dilakukan oleh Komisi Tenaga Atom Amerika Serikat tentang kecelakaan-kecelakaan reaktor (WASH - 740) pada tahun 1957, menggunakan dasar-dasar perhitungan dari suatu reaktor berdaya 500 MW thermal. Seperti diketahui, pada saat itu belum ada satupun PLTN komersial yang beroperasi, dan karenanya belum dipunyai suatu gambaran teknis yang jelas tentang potensi mekanisme kecelakaan PLTN. Maksud dari studi terutama ditujukan untuk menentukan konsekwensi-konsekwensi maksimal yang mungkin dapat dialami bila terjadi kecelakaan, hal mana pada saat itu diperlukan oleh Kongres A.S. dalam rangka menentukan ganti rugi yang harus diberikan pada masyarakat/para korban bila terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.

Untuk dapat membandingkan hasil studi Rasmussen dan studi tahun 1957, maka metoda Rasmussen digunakan pula untuk menghitung suatu reaktor 500 MW thermis pula, seperti dalam tabel dibawah.

Perbandingan akibat kecelakaan PLTN hasil studi 1957 dan Rasmussen (1974)

Macam	WASH-740	Wash-1400 Rasmussen	
	Max. (1957)	Max	Rata-rata
Meninggal	3.400	92	0.05
Luka-luka/menderita sakit	43.000	200	0.01
Kerugian harta (miliar dollar)	7 (dollar th. 1957)	1.7 (dollar 1973)	0.051 (dollar 1973)
Kemungkinan terjadi per tahun operasi- reaktor		$\frac{1}{10^9}$	$\frac{1}{10^4}$

Perbedaan diatas sebagian besar dapat diterangkan sebagai berikut :

- WASH-740 menggunakan perkiraan jumlah penduduk disekitar PLTN, perkiraan mana ternyata terlalu tinggi, sedangkan Rasmussen menggunakan hasil sensus.
- WASH - 740 mengumpamakan 50% dari semua zat radioaktif keluar lingkungan, sedangkan studi terakhir berdasarkan hasil-hasil eksperimen yang diadakan menemukan bahwa tidak mungkin jumlah sebanyak itu tersebar kelingkungan.
- Studi Rasmussen memperhitungkan kemungkinan pengungsian penduduk dari sekitar PLTN, sedangkan study terdahulu tidak.
- Zat radioaktif yang terlepas bila kecelakaan PLTN terjadi, berupa semacam "asap" yang keluar dari cerobong. Karena temperatur yang tinggi, maka akan mengembang keatas dan mengurangi akibat-akibat yang ditimbulkan didarat. Gejala ini tidak dipertimbangkan dalam WASH-740.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN-SARAN

IV.1. STANDAR KEAMANAN PLTN :

Kriteria keamanan PLTN dinegara-negara pembuat PLTN, Amerika Serikat misalnya, selalu berubah, berkembang dan disempurnakan berdasarkan pengalaman dari reaktor-reaktor yang telah beroperasi dan kemajuan ilmu dan teknologi.

Disamping itu dikembangkan pula metoda-metoda untuk menganalisa aspek keamanan PLTN secara *sistimatis* dan *kwantitatif* seperti apa yang telah dilakukan oleh Team Rasmussen. Team tidak hanya menganalisa besarnya risiko ataupun konsekwensi dari suatu kecelakaan PLTN, tetapi juga menggunakan metoda yang sama untuk membandingkan risiko ataupun konsekwensi kecelakaan-kecelakaan non-nuklir yang tanpa kita sadari telah menjadi sebagian dari kehidupan kita sehari-hari. Hasil-hasil perban-

dingan tersebut dimana dikemukakan risiko beroperasinya 100 buah PLTN jauh lebih kecil dari risiko-risiko kecelakaan-kecelakaan lainnya, kiranya dapat meyakinkan masyarakat luas tentang keamanan PLTN. Tinggallah sekarang merubah pandangan hidup kita untuk menerima kehadiran PLTN-PLTN sebagai sumber tenaga listrik sebagai kenyataan.

Indonesia berharap bahwa pada tahun 80-an PLTN pertama akan sudah beroperasi. Ditinjau dari segi lamanya persiapan dan pembangunannya, jelas sekarang adalah waktunya untuk memulai persiapan-persiapan oleh unit-unit yang melembaga bila sasaran pada tahun 80-an ingin dicapai. Persiapan-persiapan dan pembangunan akan berjalan lebih lancar bila ada "terms of reference"-nya, dan sesuai dengan thema lokakarya ini, maka yang dimaksud adalah aspek keselamatan PLTN. Pada saat ini belum mempunyai kriteria keamanan PLTN yang berlaku di Indonesia.

Bagi negara berkembang pada umumnya dan Indonesia tanpa kecuali, maka adalah langka untuk dapat menyusun sendiri serta secara menyeluruh suatu standar ataupun kriteria keamanan PLTN. Walaupun demikian tidak berarti bahwa kita dapat bekerja tanpa patokan-patokan. Pada lokakarya "Penentuan Lokasi PLTN" di Karangates tahun 1975, hal yang serupa telah pula disadari, dan apa yang disimpulkan dalam lokakarya tersebut telah menuju kearah yang benar yaitu mengadakan usaha-usaha secara sistimatis dan bertahap untuk menyusun suatu kriteria penentuan lokasi PLTN. Kita ketahui bahwa kriteria penentuan lokasi adalah hanya merupakan sebagian dari kriteria keamanan PLTN pada umumnya, dan kita sadar pula bahwa masalah-masalah tersebut adalah kompleks, jauh jangkauannya dan tidak mudah menyusunnya. Alangkah idealnya bila untuk hal ini mempunyai aspek-aspek hukum seperti P.P. No. 11, 12 dan 13 tentang penggunaan dan transportasi zat radioaktif.

Untuk tahap-tahap permulaan, kiranya akan sudah memadai bila kita dapat mengidentifikasi masalah-masalah pokok dari keamanan PLTN, dan selanjutnya bekerja dengan memperhatikan kriteria dari negara-negara maju ataupun rekomendasi badan-badan internasional. Selain itu perlu diingat bahwa setiap penambahan sistim keamanan berarti tambah uang dan lagi pula sistim keamanan yang terlalu ber-lebih-lebihan justru akan mengurangi fungsi PLTN dalam membangkitkan tenaga listrik.

Barangkali ada yang bertanya apakah hasil-hasil yang membesarkan hati yang telah disimpulkan oleh team Rasmussen dapat ditrapkan pula di Indonesia. Hasil-hasil tersebut telah didasarkan atas asumsi-asumsi dan standar maupun kriteria keamanan dari sistim-sistim proses, proteksi dan isolasi dari PLTN yang berlaku di Amerika Serikat. Demikian pula mengenai kriteria mengenai penentuan lokasi yang mencakup antara lain tentang kepadatan penduduk, faktor meteorologi dan geologi setempat. Penulis penulis berkeyakinan bahwa hasil-hasil tentang perhitungan risiko terhadap kecelakaan PLTN dapat pula berlaku di Indonesia, karena team telah meninjau beroperasinya 100 buah PLTN, dimana juga bahwa "safety margin" antara risiko nuklir dan non nuklir begitu besar.

IV.2. PANDANGAN MASYARAKAT

Dari uraian pada bab III, dapat ditarik kesimpulan bahwa di banyak negara, khususnya pada tahun-tahun terakhir ini, masalah keamanan PLTN

yang sebenarnya berpangkal pada hal-hal teknis dapat berkembang menjadi masalah-masalah non teknis. Meningkatnya kesadaran akan kelestarian lingkungan perlu disambut dengan baik. Disamping itu tidak dapat dikesampingkan adanya fakta bahwa issue keamanan PLTN telah menggerakkan fihak-fihak yang meragukan keamanan PLTN untuk mengemukakan sanggahan-sanggahan atas keandalan beberapa sistim pengamanan yang dipasang. Keadaan menjadi lebih kompleks, karena sanggahan-sanggahan keandalan sistim pengamanan oleh beberapa fihak, juga digunakan untuk memperjuangkan kepentingan-kepentingan politiknya. Hal tersebut telah pula terjadi disuatu negara maju seperti Swedia.

Bagaimana kemungkinannya di Indonesia? Masalah "conditioning" dari masyarakat luas untuk dapat menerima kehadiran PLTN perlu mendapatkan perhatian khusus. Kita semua tahu, disatu pihak dikemukakan bahwa PLTN adalah aman, tetapi dilain fihak untuk berjaga-jaga diri terhadap segala kemungkinan perlu ditentukan lokasi PLTN yang jauh dari kepadatan penduduk (adanya daerah terlarang). Hal ini mengundang pertanyaan-pertanyaan yang dapat menimbulkan ketidak tenangan pada masyarakat luas. Hari-hari terakhir ini, dalam surat-surat kabar kita baca tentang masalah pemukiman kembali dari 12000 orang penduduk sebagai akibat dibangunnya pabrik baja Cilegon. Dikemukakan masalahnya adalah kompleks. Apa yang akan terjadi bila hal serupa terulang dalam rangka pembangunan PLTN pertama di Indonesia ?

Disarankan agar penerangan-penerangan pada masyarakat luas dapat dilakukan tahap demi tahap sesuai dengan kemajuan realisasi pembangunan PLTN. Sasarannya dua kelompok masyarakat, kelompok pertama adalah golongan masyarakat yang terdidik, dan kelompok kedua terdiri dari selebihnya. Kelompok terakhir, menurut pendapat penulis, relatif akan lebih mudah untuk dijelaskan melalui saluran-saluran pimpinan daerah setempat ataupun melalui mass media. Sedangkan penerangan-penerangan pada kelompok pertama ialah mereka merasa mengerti tentang masalah-masalah teknis tetapi kurang cukup untuk dapat mendalami masalah-masalah yang sesungguhnya. Sebagai akibat, pendapat ataupun pandangan-pandangan yang mereka keluarkan melalui mass media dapat merusak usaha-usaha yang telah dilaksanakan terhadap kelompok kedua. Dalam hal ini teknik pendekatan dalam memberikan penerangan pada masyarakat luas penting peranannya.

DAFTAR PUSTAKA

1. N.C. RASMUSSEN, "Reactor Safety Study. An Assessment of Accident Risks in US Commercial Nuclear Power Plants", WASH - 1400, 1974.
2. N.C. RASMUSSEN, "The AEC Study on the Estimation of Risks to the Public from Potential Accidents in Nuclear Power Plants", Nuclear Safety, Vol - 15, No. 4 July - August 1974.

3. Sten Sandstrom, "the Nuclear Debate in Sweden", Nucl. Eng. Int'l. January 1976, page 50.
4. I. CATTON, J.O. CERMAK, Y.S. KUO, PRAJOTO, A.R. WAZZAN, "Summary of the evaluation of several aspects of the hypothetical loss-of coolant accident for light water reactors", UCLA-ENG-7450, June 1974.
5. P. KAFKA, "Reactor Safety System" IAEA. International Training Course on Nuclear Project Planning and Implementation 8th September 1975, Germany, F.R.
6. G. HAKE, "The Relation of Reactor Design to Siting and Containment in Canada", Proceeding of a Symposium IAEA, April 1967.
7. KENNETH, C. LISH, P.E., "Nuclear Power Plant System and Equipment" Industrial Press Inc. 200 Madison Avenue, New York, N.Y. 10016 New York 1972.

DISKUSI

PERTANYAAN

Ir. Soeripto Setyodi

1. SARAN :

- 1.1. Rencana penentuan tenaga listrik antara lain dengan PLTN -- yang telah didahului dengan penyelidikan/penelitian yang mendalam, perlu didukung sepenuhnya oleh semua instansi pemerintah dan masyarakat semua dengan tugas dan wewenang masing-masing.
- 1.2. Untuk ini masyarakat perlu diberi penerangan yang sistematis dan mantap antara lain mengenai pengertian bahwa semua rencana tersebut telah dipikirkan dengan masak, sehingga masyarakat tidak perlu khawatir/takut-takut/ditakut-takuti akan timbulnya bahaya-bahaya yang mungkin timbul dalam bidang kesehatan.
- 1.3. Menghadapi realisasi P.L.T.N. ini perlu kiranya disusun bahan yang terwujud dalam brochures yang berhubungan dengan kesehatan, dan dapat disalurkan oleh instansi-instansi kesehatan dalam segi **health education** dalam rangka jaringan health information yang telah ada sejak dari **Dep Kes, Propinsi, Kabupaten** sampai **Kecamatan** lewat **Puskemas** -- terutama dimulai dari **Propinsi** dimana PLTN tersebut akan dibangun. Bahan tersebut sebaiknya bersifat **populair**.
- 1.4. Demikian pula untuk pemupukan dalam bidang ini dalam pengertian populair perlu diberi informasi lewat program **School health** -- program yang juga ada dari Dep Kes sampai ke pelosok-pelosok -- Mulai dari Propinsi yang akan ada P.L.T.N.
- 1.5. **Bahan-bahan populair** ini dimohon dapat diberikan dari BATAN + PLN.

2. PERTANYAAN :

Menghadapi keadaan emergency. Walaupun segala usaha telah ditempuh dalam rangka keamanan, dan kasus emergency tersebut tidak kita harapkan semua, tetapi mohon dapat diberitahukan macam bahaya apakah yang mungkin timbul yang akan mengenai petugas dan masyarakat disekitarnya, sehingga semua jaringan kesehatan/slagorde kesehatan dapat menyiapkan diri sedini mungkin, dipandang dari :

1. Tenaga-tenaga dokter
2. Tenaga-tenaga paramedis
3. Obat-obat yang diperlukan
4. Peralatan kedokteran + penunjang yang diperlukan
5. Laboratorium, klinik.,

yang perlu ada dan selalu siap di Puskesmas, RSUD Kabupaten dan RSUD Pusat, di ibu kota Propinsi, untuk kasus-kasus yang diakibatkan oleh kecelakaan atau keadaan emergency tersebut.

Mohon bahan-bahan ini dapat diberitahukan, sehingga usaha mengatasi keadaan emergency dapat kita atasi bersama .

JAWABAN :

Sutaryo Supadi M.Sc.

1. Terimakasih atas saran-saran saudara yang sangat berguna tersebut.
2. Keunikan kecelakaan nuklir adalah tersebarnya zat radioaktif kelingkungan, zat-zat mana dapat berupa gas, cairan maupun zat padat. Jadi dalam rangka persiapan pelayanan medis yang diperlukan, disamping hal-hal yang menyangkut penderita-penderita akibat radiasi, menurut hemat kami juga perlu disediakan pelayanan medis yang lain akibat kecelakaan yang dapat terjadi bila banyak orang/masyarakat sekitar PLTN menjadi panik atau diungsikan.

PERTANYAAN :

Ishak Gani

1. Membaca prasaran saudara pada halaman 23 baris 14 s/d 17 saya kurang setuju, malah saya berpendapat bahwa dengan sistim keamanan yang terlalu berlebih-lebihan (maksud saya kalau hal ini sistim keamanan yang "adequate") maka justru akan menambah fungsi PLTN tersebut karena si tenaga kerja akan bekerja sangat baik karena dengan sistim keamanan yang adequate itu secara fisiologis si tenaga kerja akan bekerja dengan perasaan yang sangat aman. Malah kalau kita indikasi keluar Negeri misalnya Amerika maka walaupun biaya untuk keselamatan itu besar justru sangat diperhatikan. Apalagi PLTN ini adalah salah satu dari aspek perkembangan dinegara kita ini maka kita tidak ingin pembangunan berhasil dengan disertai angka sakit (kematian) kecelakaan yang meningkat. Jadi kesimpulan saya :
Struktur Sistim Keamanan yang terlalu berlebih-lebihan (adequate) justru akan menambah fungsi PLTN dalam membangkitkan tenaga listrik.
2. Pada halaman 22 baris 5 dan 6 dari bawah dikatakan bahwa "Pada saat ini belum dipunyai kriteria keamanan PLTN yang berlaku di "Indonesia".
Pertanyaan : Apakah sudah ada di Indonesia ini yang akan bertugas menentukan kriteria-kriteria tersebut ? kalau belum ada saya sarankan segera dibentuk.

JAWABAN :

Sutaryo Supadi M.Sc.

- 1). Apa yang saya maksud dengan sistim pengamanan yang "terlalu berlebih-lebihan" bukan merupakan terjemahan dari "adequate". Tetapi justru lebih ketat lagi. Saya sangat setuju dengan pendapat saudara, bahwa sistim pengamanan harus "adequate" agar petugas dan masyarakat dapat bekerja dengan rasa aman.
- 2). BATAN yang mempunyai tugas pengembangan, pengaturan dan peng-

awasan dengan tenaga atom adalah instansi yang menentukan kriteria-kriteria yang saudara maksud.

PERTANYAAN

Dr. E. Tahir

- 1). Final Acceptance Criteria
- 2). Frekuensi kematian sudah ada,
Bagaimana dengan efek-efek lain :
 - Cacat
 - Penyakit-penyakit chronis
 - Pengaruh terhadap gen.

JAWABAN

Sutaryo Supadi M.Sc.

- 1). Final Acceptance criteria dari ECCS pada dasarnya berisi pembatasan suhu dari kelongsong bahan bakar nuklir, dengan maksud agar dapat dibatasi pembebasan panas dari reaksi eksotermik antara zirconium dan air, menjaga kerapuhan dan tidak terbentuk gas hidrogen yang bersifat eksplosif.
- 2). Frekwensi terhadap efek-efek yang lain memang tidak saya masukkan dalam kertas kerja. Tetapi Studi Rasmussen menyimpulkan pula bahwa korban luka-luka/penderita dapat dibagi dua :
 - a). jangka pendek, sesudah kecelakaan terjadi, penderita yang memerlukan perawatan dokter berjumlah kira-kira dua kali dari yang meninggal.
 - b). jangka panjang, dari kecelakaan yang mengakibatkan 100 orang meninggal, selama 20 tahun berikutnya, atau dapat menyebabkan korban/penderita akibat beberapa macam kelainan sbb :

Kemungkinan per PLTN per Tahun

Effek	1 dalam 17.000	1 dalam 1.000.000	Jumlah kejadian pada penduduk sekitar PLTN
1. kanker	< 1	450	64.000
2. penyakit pada gondok	4	12.000	20.000
3. genetika	< 1	450	100.000

Seperti dibahas dalam kertas kerja, kemungkinan terjadinya kecelakaan meledaknya bahan bakar adalah 1 dalam 17.000 per PLTN per tahun. Sebagai ilustrasi juga diberikan angka-angka untuk kemungkinan yang lebih kecil, yaitu satu dalam 1.000.000.

PERTANYAAN

Dr. F. Tambunan

1. Akhir-akhir ini terbaca dalam majalah L.N. bahwa ada tiga pejabat di A.S. (2 saya kira dari G.E. dan 1 orang dari N.R.C.) telah menjadi

anti nuklir di California. Apa pembicara/penulis paper dapat memberi penjelasan mengenai apa latar belakang dari kejadian tersebut. Dan apakah hal seperti ini tidak merugikan cause dari pengembangan PLTN- PLTN ?

2. Seorang yang kena kontaminasi bahan radioaktif, katakan saja dengan beberapa atom Pu-239, apakah dapat menjadi sumber radiasi bagi orang lain ? Bila demikian apakah hal ini diperhatikan dalam Study Rasmussen ?

JAWABAN :

Sutaryo Supadi M.Sc.

1. Maaf, saya tidak mengetahui pula alasan-alasan yang mereka kemukakan. Bila ditinjau sepintas lalu, kelihatannya kejadian tersebut merugikan pengembangan PLTN. Tetapi mengingat "keterbukaan" dari masalah PLTN dan khususnya aspek keselamatannya di A.S., maka saya berpendapat bahwa kejadian itu pada akhirnya akan memperkokoh kedudukan PLTN.
2. Tidak secara langsung. Tetapi bila zat radioaktif tersebut keluar dari tubuh manusia dengan setelah melalui jalur/saluran-saluran tertentu (misalnya air minum, makanan yang tercemar) masuk ke manusia lain, maka baru terjadi penularan. Kemungkinan terakhir ini kecil sekali, karenanya tidak dibahas dengan Study Rasmussen. Tetapi studi mempelajari pula bagaimana mengamankan daerah-daerah yang terkontaminasi.

PERTANYAAN :

S.P. Kuntjoro Jakti

1. Adakah hasil buangan ?
2. Apakah hasil buangan tersebut perlu diamankan dulu ("treated") yang lokasinya di PLTN itu sendiri, berdekatan ataukah jauh dari PLTN ?
3. Setelah itu dikemanakan hasil tersebut ?
4. Apakah pengamanan tersebut tidak mencemarkan lingkungan, khususnya sumber-sumber air (air permukaan atau air bawah tanah) ?

JAWABAN :

Sutaryo Sutadi M.Sc.

1. Sesuai dengan hasil lokakarya teknologi PLTN pada tahun 1974, Indonesia cenderung memilih PLTN jenis HWR ditinjau dari segi teknis). Dalam hal itu, jenis HWR tidak ada masalah pembuangan zat radioaktif dalam rangka proses-ulang bahan bakar.
2. 2) + 3) + 4). Pertanyaan-pertanyaan selanjutnya, lalu menjadi tidak dipermasalahkan lagi.

PERTANYAAN :

Sugimin :

Seperti diuraikan oleh Bapak DIRJEN BATAN adanya Lokakarya atau pembahasan-pembahasan mengenai keselamatan reaktor dapat menimbulkan kesan bahwa PLTN tidak aman. Pertanyaan kami :

1. Apakah sudah ada atau akan ada rencana untuk memanfaatkan perguruan tinggi untuk menghilangkan issue tersebut ?

2. Bila sudah ada, atau akan ada, cara-cara yang dipergunakan hendaknya diseragamkan supaya hasilnya tidak sebaliknya malah menakut-nakuti masyarakat.
3. Penerangan lewat pemerintah daerah perlu dipikirkan lebih dalam, karena bagaimanapun perguruan tinggi adalah hal ilmiah masih dianggap lebih dipercaya. Karena itu penerangan lewat perguruan tinggi lebih mantap daripada lewat pemerintah daerah.

JAWABAN :

Sutaryo Supadi M.Sc.

1. Sudah ada
2. Terima kasih atas saran saudara.
- 3).Terima kasih atas saran saudara.

PERTANYAAN :

Mulyono :

Bagaimana pengaruh terhadap keselamatan sumber-sumber yang lain ?
Misalnya : 1. ikan yang ada pada perairan disekitar lokasi,
2. kesuburan daerah sekitar lokasi

Atas kotoran-kotoran (residu) yang dibuang pada proses pengolahan bahan bakunya ?

Karena mata pencaharian penduduk di daerah Utara P. Jawa adalah Nelayan dan Petani.

JAWABAN :

Sutaryo Supadi M.Sc.

Apa yang dibahas dalam kertas karya adalah bila terjadi kecelakaan jadi jelas pengaruh pada manusialah yang diutamakan untuk diteliti. Masalah ikan dan kesuburan tanah dapat terpengaruh pada saat PLTN beroperasi secara normal. khususnya oleh pengaruh panas yang dibuang dari air pendingin. Kenaikan temperatur dapat diatur, tergantung dari disain-nya, agar tidak mempengaruhi sistim ekologis dialautan seandainya lokasi PLTN di tepi pantai.