

# KATA PENGANTAR

Penelitian, pengembangan dan penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi (Iptek) di bidang nuklir merupakan masalah yang sensitif karena selalu dikaitkan dengan sejarah awal pemanfaatan energi nuklir untuk menciptakan bom nuklir sebagai senjata pemusnah masal, yaitu menjelang berakhirnya Perang Dunia II. Jepang menyerah tanpa syarat akibat dijatuhkannya bom atom di Hiroshima dan Nagasaki yang daya rusaknya sangat luar biasa. Dalam hitungan detik, sebanyak 117.810 korban tewas tergulung gelombang kejut dan 60.769 orang luka-luka. Demikian juga gedung-gedung, jembatan, dan semua instalasi di kedua kota tersebut hancur tidak bersisa. Namun dewasa ini Jepang, sebagai satu-satunya negara yang menjadi korban senjata nuklir yang seharusnya trauma dengan energi nuklir, ternyata telah memanfaatkan energi nuklir untuk memenuhi lebih dari 60% kebutuhan energi listriknya. Sejak tahun 1963 di Jepang telah beroperasi 55 unit pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) dan 2 unit dalam pembangunan. Walaupun terjadi perdebatan publik dalam pembangunan PLTN, saat ini ada 439 PLTN yang beroperasi di 32 negara di dunia, dan energi nuklir menyumbang 16,24% dari produksi listrik dunia.

Energi nuklir kembali menjadi pilihan karena sumber energi ini ramah lingkungan. Dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar fosil yang dominan saat ini, seperti batu bara, gas alam, dan minyak bumi, PLTN tidak menghasilkan emisi gas berbahaya seperti NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, dan CO<sub>2</sub> yang dianggap sebagai kontributor utama pencemaran lingkungan yang menyebabkan efek rumah kaca. Karena itu energi nuklir telah dipromosikan kembali untuk melawan pemanasan global yang semakin parah sekarang ini. Pada saat yang bersamaan, harus tetap menjaga faktor-faktor keamanan dan keselamatan PLTN, terutama setelah kecelakaan nuklir di Three Miles Island dan Chernobyl yang menyebabkan terhentinya pembangunan PLTN baru di Amerika Utara dan Eropa Barat. Kecelakaan PLTN jenis PWR di Three Mile Island, Pennsylvania pada tahun 1979, adalah karena kesalahan manusia yaitu operator mematikan *emergency core cooling system*. Beruntung dengan adanya bangunan pengungkung (*containment*) reaktor maka hanya sejumlah kecil produk fisi radioaktif yang keluar dari pengungkung. Kecelakaan PLTN jenis RBMK-1000 di Chernobyl Ukraina, pada tanggal 26 April 1986, diakibatkan juga oleh kesalahan manusia yaitu operator melakukan pengujian yang tidak sesuai dengan prosedur. Dengan tidak adanya bangunan pengungkung seperti pada reaktor di Three Mile Island, maka terlepaslah isotop radiasi tinggi (100-150 juta curies) ke atmosfer. Akibat kecelakaan ini, dua pekerja tewas seketika pada waktu ledakan, sedangkan 31 pekerja meninggal kemudian akibat menerima dosis radiasi tinggi pada waktu melakukan pembersihan. Selain itu, tidak kurang dari 135.000 orang harus diungsikan keluar daerah bencana.

Setelah dua kecelakaan nuklir diatas, maka adanya *Full Scope Training Simulator* (FSTS) telah menjadi keharusan, terutama bagi operator PLTN. Di mulai sejak tahun 1968, General Electric melengkapi pusat pelatihannya dengan FSTS yaitu untuk melatih operator PLTN agar terbiasa mengoperasikan PLTN baik dalam kondisi normal dan terutama dalam kondisi yang abnormal. Seperti juga pelatihan *flight simulator* bagi pilot pesawat terbang, FSTS memberikan replika dari ruang kendali PLTN dengan ketepatan dan keselarasan simulasi yang tinggi, yaitu sesuai dengan perilaku dan parameter PLTN yang disimulasikan. Kemudian pembangunan FSTS diikuti oleh seluruh pembuat PLTN di Amerika dan di seluruh dunia. Biaya terbesar dalam pengembangan simulator PLTN tetap pada tenaga manusia, yaitu tenaga ahli untuk melakukan pemodelan matematika dari sistem fisik dan kemudian mengubah persamaan-persamaan matematika menjadi kode-kode komputer yang siap untuk mensimulasikan proses fisik. Pemodelan dan simulasi komputer merupakan bagian dari ilmu komputasi (*computational science*) sebagai bidang ilmu yang mempunyai perhatian pada penyusunan model matematika dan penggunaan komputer untuk menganalisis dan memecahkan masalah ilmiah dengan simulasi. Akan tetapi dalam perkembangannya kemudian, digunakan pula untuk menemukan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan baru yang mendasar. Ilmu komputasi kemudian berkembang menjadi bidang ilmu tersendiri.

Ilmu komputasi muncul bersamaan dengan berkembangnya kekuatan pengolahan komputer dan metode numerik. Dengan ilmu komputasi maka solusi atas masalah dapat lebih cepat dan lebih akurat dibandingkan dengan komputasi klasik yang umumnya hanya menggunakan pena dan kertas yang dikerjakan dengan bantuan tabel atau mesin hitung. Penelitian dan pengembangan dewasa ini dapat lebih terarah dengan bantuan model matematik dan simulasi komputer. Eksperimen yang selama ini dilakukan dengan metode coba-coba (*trial and error*) yang menyebabkan pemborosan dapat dikurangi. Adalah ilmuwan besar abad 21, John Von Neumann yang meletakkan dasar-dasar ilmu komputasi melalui karya-karyanya tidak hanya dalam bidang matematika, teori kuantum dan teori permainan, namun juga dalam fisika nuklir. Bersama-sama dengan Stanislaw M. Ulam, Enrico Fermi, dan Nicholas Metropolis, John von Neumann mengembangkan program simulasi komputer untuk proyek pembuatan bom atom di Los Alamos pada perang Dunia II. Pada buku ini, penulis mencoba memberikan gambaran kepada pembaca mengenai peranan ilmu komputasi dalam iptek nuklir, mulai dari pemodelan, perancangan sampai dengan simulasi komputer.

September 2010