

REAKTOR DAYA UKURAN KECIL  
SEBAGAI MEDIA UNTUK Menguasai TEKNOLOGI ENERGI NUKLIR

Saswinadi Sasnojo

Pusat Penelitian Energi, Institut Teknologi Bandung

PENDAHULUAN

Untuk jangka waktu lima, sepuluh, ataupun lima belas tahun mendatang, penyediaan sumber energi yang bukan nuklir untuk memenuhi kebutuhan akan energi kiranya tidak merupakan masalah, ditinjau dari sumber daya yang tersedia di Indonesia. Pendapat tersebut didasarkan pada ketersediaan minyak bumi, gas bumi, batubara, tenaga hidro, dan tenaga panas bumi [KUBE (1984), REPELITA IV (1984)].

Akan tetapi, dalam jangka panjang, bertolak dari perkiraan-perkiraan yang telah dilakukan orang, penggunaan energi nuklir merupakan salah satu pilihan utama untuk memenuhi kebutuhan energi dimasa depan guna menjangkau kebutuhan kehidupan [BOCKRIS (1980), BENDER & KOCH (1982)].

Oleh karena itu pengembangan dan penumbuhan pengetahuan, kemampuan, serta pengalaman dalam menangani pembangkitan energi yang berasal dari tenaga nuklir merupakan keharusan. Pertama untuk mempertimbangkan pemakaiannya; kedua untuk melakukan pemilihan teknologinya; dan ketiga untuk memungskan teknologinya.

Sehubungan dengan hal tersebut, landasan pemikiran yang dipakai disini adalah bahwa :

- (1) pada saat ini, dan untuk lima, sepuluh, ataupun limabelas tahun mendatang, penyediaan energi yang bertumpu pada penggunaan tenaga nuklir bukan merupakan kebutuhan mendesak;
- (2) untuk jangka panjang, guna mempersiapkan diri dalam menghadapi pilihan-pilihan untuk penyediaan energi, harus dipunyai pengetahuan, kemampuan, dan pengalaman dalam mempertimbangkan, memilih, dan memungskan teknologi nuklir.

Dengan landasan pemikiran tersebut, yang penting untuk dijawab bukanlah pertanyaan,

- Apakah kita akan menggunakan energi nuklir dalam rangka penyediaan energi ?

- Kapan pembangkit listrik nuklir akan dibangun dan kemudian difungsikan ?  
Pertanyaan-pertanyaan yang kini perlu dan penting untuk dijawab dapat dirumuskan sebagai berikut :

Pola pendekatan bagaimana yang sebaiknya ditempuh agar dipunyai pengetahuan, kemampuan dan pengalaman untuk dapat,

- (a) mempertimbangkan penggunaan tenaga nuklir untuk penyediaan energi di Indonesia;
- (b) memilih teknologi yang sebaiknya diimplementasikan dalam menyediakan energi di Indonesia dari sumber tenaga nuklir;
- (c) memungskan teknologi nuklir dalam rangka menyediakan energi di Indonesia.

Uraian yang disampaikan di makalah ini mengemukakan salah satu segi jawaban yang bertautan dengan pertanyaan-pertanyaan tersebut, yaitu pemilihan media alih teknologi untuk memungkinkan dikembangkan dan ditumbuhkannya pengetahuan, kemampuan dan pengalaman guna menguasai pemahaman teknologi nuklir untuk penyediaan energi.

MENCIPTAKAN SARANA GUNA MENUMBUHKAN PENGETAHUAN, KEMAMPUAN DAN PENGALAMAN DALAM Menguasai TEKNOLOGI NUKLIR.

Dalam mengembangkan kemampuan nasional akan penguasaan terhadap teknologi nuklir, berbagai usaha telah ditempuh. Pada saat ini telah berfungsi lembaga-lembaga dan program-program yang berkaitan dengan pengelolaan masalah teknologi nuklir, pendidikan, penelitian dan aspek-aspek lainnya.

Dengan berfungsinya lembaga-lembaga tersebut dan dengan berlangsungnya aktivitas



sesuai program-program yang digariskan, secara perlahan telah terhimpun tenaga dan terjadi kegiatan dimana teknologi nuklir menjadi obyek garapan atau dimanfaatkan.

Akan tetapi perkembangan dari tingkat penguasaan akan teknologi nuklir tak dapat diharapkan memadai, hanya dengan sistem sarana yang telah ada tersebut. Hingga kini belum dipunyai suatu fungsi produksi dimana teknologi nuklir diterapkan secara berarti. Hanya bila ada suatu aktivitas penopang kebutuhan hidup yang benar-benar secara nyata dan berarti difungsikan dalam bentuk sistem produksi, baru kegiatan pengelolaan, penelitian dan pendidikan mempunyai gerak yang terarah, berarti dan berdampak.

Karena sistem produksi dimana teknologi nuklir paling besar berfungsi adalah sistem penyediaan energi, maka suatu pola dimana usaha-usaha penguasaan teknologi nuklir dapat terkait dengan suatu sistem produksi energi, perlu dicari dan diciptakan.

Pandangan yang diketengahkan disini adalah bahwa tanpa adanya sistem sarana semacam itu, perkembangan penguasaan akan teknologi nuklir akan tetap lamban. Berdasarkan pada uraian yang telah dikemukakan terdahulu, perkembangan yang lamban tersebut perlu diubah, karena persoalan mempertimbangkan, memilih, dan memungsikan teknologi nuklir dipandang nyata kebutuhannya dalam rangka perencanaan jangka panjang tentang penyediaan energi.

Akan tetapi telah dikemukakan juga bahwa untuk jangka 5 - 15 tahun mendatang, pilihan penggunaan teknologi nuklir dalam rangka penyediaan energi belum merupakan persoalan penting, karena pemanfaatan sumber-sumber non-nuklir masih terbuka.

Mempertimbangkan hal-hal dan pandangan di atas, dapat diketengahkan dua pola yang dapat dipilih untuk menciptakan sarana yang dapat dijadikan media untuk menumbuhkan penguasaan teknologi nuklir yang lebih cepat.

- a) menugaskan tenaga-tenaga Indonesia untuk terlibat langsung dengan aktivitas yang berkaitan dengan produksi energi yang bersumber dari tenaga nuklir di luar negeri untuk jangka waktu panjang.
- b) membangun dan mengelola sistem pembangkit tenaga nuklir yang ditujukan untuk penyediaan energi, dengan persyaratan :
  - i. tidak memerlukan penanaman modal yang tinggi;
  - ii. secara nyata menyediakan energi yang dipergunakan untuk memenuhi suatu kebutuhan;

iii. mempunyai fungsi tambahan untuk memungkinkan dikajinya pilihan-pilihan penyediaan energi dengan memanfaatkan tenaga nuklir di masa depan.

Kedua pola tersebut masing-masing mempunyai kelebihan/keuntungan serta kekurangan/kerugian tertentu, tetapi yang jelas keduanya memerlukan diciptakannya suatu kerjasama yang erat dan saling menguntungkan dengan negara penghasil teknologi nuklir.

Ditinjau dari segi persiapan jangka panjang dalam masalah penyediaan energi, pola kedua kiranya lebih menguntungkan :

- a) penciptaan pengalaman untuk mengelola instalasi pembangkit energi yang menggunakan tenaga nuklir lebih terwujud, khususnya dalam menanggulangi persoalan teknis, persoalan pengamanan, persoalan lingkungan, dan keekonomian dari pengoperasian dan pengusahaan instalasi semacam itu;
- b) terbuka kesempatan untuk melakukan kajian-kajian mula guna mempersiapkan pilihan-pilihan dimasa depan, bagi penyediaan bahan-bahan energi baru, dengan memanfaatkan tenaga nuklir, dimana sumber-sumber bahan bakar alam menjadi makin langka.

Disamping kedua hal di atas, pembentukan instalasi semacam itu mungkin cukup menarik bagi negara penghasil teknologi nuklir untuk melaksanakan kerjasama, dimana risiko modal untuk sebagian besar dapat ditanggung oleh pihak penghasil teknologi; dan risiko lingkungan karena penempatan instalasi merupakan andil negara yang menjadi tempat instalasi. Bagi kedua pihak terbuka kesempatan untuk menelaah kemungkinan-kemungkinan baru dari cara memanfaatkan tenaga nuklir guna penyediaan energi di masa depan.

#### REAKTOR DAYA SKALA KECIL SEBAGAI SUATU PILIHAN

Mengikuti alur pemikiran yang dikemukakan terdahulu, suatu pilihan untuk membangun reaktor daya skala kecil kiranya sangat sesuai dan cukup menarik, atas dasar pertimbangan-pertimbangan berikut :

- a. penanaman modal yang besar dapat dihindari, bahkan mungkin sekali terdapat kesempatan untuk menarik kesertaan modal dari pihak sumber penghasil teknologi, dengan proporsi yang besar;
- b. pemakaian teknologi yang boros dalam pemakaian bahan bakar nuklir, yaitu teknologi teknologi yang kini difungsikan di instalasi-instalasi pembangkit tenaga nuklir, dapat dibatasi dan dihindari penggunaannya di



Indonesia;

- c. terbuka kesempatan untuk menelaah pola-pola penyediaan energi baru yang memanfaatkan tenaga nuklir, seperti pembuatan gas hidrogen, dan gas sintesis;
- d. terbuka kesempatan untuk menghimpun pengalaman dan mengembangkan pengetahuan dalam mengelola, mengoperasikan, dan melakukan langkah-langkah pengamanan dalam memungsiakan teknologi nuklir untuk pengadaan energi;
- e. menyediakan sarana dimana usaha-usaha pengembangan penguasaan teknologi nuklir yang selama ini ditempuh dapat lebih termotivasi-kan terarah, dan berdampak.

Dengan merujuk ke beberapa pemikiran yang telah dikemukakan orang, berikut ini diberikan dua uraian tentang instalasi tenaga nuklir skala kecil yang kiranya relevan dengan usaha mewujudkan pola pendekatan yang dikemukakan di atas.

#### SISTEM ENERGI NUKLIR-LISTRIK-HIDROGEN

Osery mengemukakan suatu konsep pembentukan sistem energi nuklir-listrik hidrogen, yang strukturnya diberikan di Gambar 1. [OSERY (1984)] Konsep tersebut diajukannya dengan pertimbangan-pertimbangan berikut ini :

- a. karena sekitar 75% dari energi yang dikonsumsi bukan berupa tenaga listrik, maka sistem energi nuklir tidak hanya dipakai sebagai pembangkit listrik, tetapi juga untuk menghasilkan bahan bakar yang merupakan sistem yang lebih efisien ditinjau dari pemanfaatan tenaga nuklir;
- b. karena persyaratan stabilitas sistem, ukuran pembangkit tenaga listrik nuklir perlu dibatasi pada tingkat 10% dari "grid size"; karena saat ini reaktor-reaktor nuklir mempunyai kapasitas 600-1000 MW, penggunaan energi nuklir sangat dibatasi pada tingkat ukuran grid yang besar.
- c. penggunaan energi nuklir untuk membangkitkan listrik, dan bersamaan dengan itu menghasilkan hidrogen, memberi peluang untuk menyimpan energi yang dihasilkan diselang waktu off-peak;

Disamping gagasan di atas, berbagai penelitian dan pengembangan telah berjalan untuk memanfaatkan tenaga nuklir dalam penyediaan "process heat" bagi industri kimia, a.l. untuk menghasilkan gas sintesis seperti pada pembuatan methanol dan tujuan-tujuan lain [SCHULTEN (1982)].

Pemanfaatan semacam itu membuka kesempatan

untuk menghasilkan energi dalam bentuk yang dapat disimpan dan ditranspor bilamana diperlukan; suatu sifat yang tak dimiliki oleh tenaga listrik.

#### PERKEMBANGAN DALAM PENGEMBANGAN REAKTOR NUKLIR SKALA KECIL

Berbagai industri di dunia telah mengembangkan pemikiran dan langkah-langkah untuk membuat reaktor nuklir skala kecil, mulai dari 2 MW (Slowpoke III Reaktor, Canada) sampai 100, 200 dan 300 MW (Jerman, Jepang, Inggris, Perancis, Swedia, dan sebagainya).

Uraian mengenai ini telah diberikan antara lain oleh Egan [EGAN, (1984)].

Usaha-usaha tersebut telah dilakukan dengan mempertimbangkan kemungkinan dibukanya kesempatan-kesempatan baru untuk memasarkan dan mengimplementasikan teknologi nuklir ke negara-negara berkembang. Di segi lain hal ini membuka kesempatan bagi negara-negara berkembang untuk dapat memanfaatkan teknologi itu bilamana diperlukan dan dikehendaki.

#### RANGKUMAN

- 1) Dalam masalah tenaga nuklir di Indonesia, pertanyaan yang penting untuk dijawab bukanlah pertanyaan: "Apakah tenaga nuklir akan dimanfaatkan untuk penyediaan energi di Indonesia?"; tetapi pertanyaan tentang pendekatan yang bagaimana sebaiknya diambil agar pengetahuan, kemampuan dan pengalaman untuk mengelola dan memanfaatkan teknologi nuklir guna penyediaan energi dapat dikuasai.
- 2) Suatu pola pendekatan yang dipandang bersesuaian dan layak ditempuh adalah menciptakan sarana dimana usaha untuk menguasai teknologinya dapat direalisasikan dengan melaksanakan aktivitas produksi yang nyata. Untuk itu dikemukakan pemungsi-kan reaktor daya skala kecil, dengan pertimbangan bahwa :
  - a. penciptaan sarana yang dipandang perlu untuk mengembangkan pengetahuan, kemampuan dan pengalaman dalam memanfaatkan teknologi nuklir dapat diwujudkan dengan investasi yang lebih kecil;
  - b. tanpa menunda kesempatan pemungsi-kan suatu sistem produksi energi bertenaga nuklir, terhindar pemakaian teknologi pada skala besar yang dalam jangka panjang boros dalam pemakaian sumber-sumber nuklir; dan karenanya terbuka kesempatan untuk meman-



faatkan teknologi yang lebih efisien.  
 c. terbuka kesempatan untuk mengkaji dan mempersiapkan diri dalam memanfaatkan tenaga nuklir untuk menyediakan energi baru dalam era dimana bahan bakar fosil telah menjadi langka atau kurang menguntungkan pemakaiannya ditinjau dari pemeliharaan kualitas lingkungan, karena polusi yang ditimbulkannya.

DAFTAR PUSTAKA

BENDER & KOCH : F.Bender and K.E.Koch, "Resources and Reserves of Fossil and Nuclear Fuels", dalam Primary Energy (Klaus O.Thielheim, ed), Spring-Verlag, Berlin-Heidelberg- New York, 20-46, 1982.

BOCKRIS : J.O'M. Bockris, Energy Options, Taylor

& Francis Ltd., London, 1980.

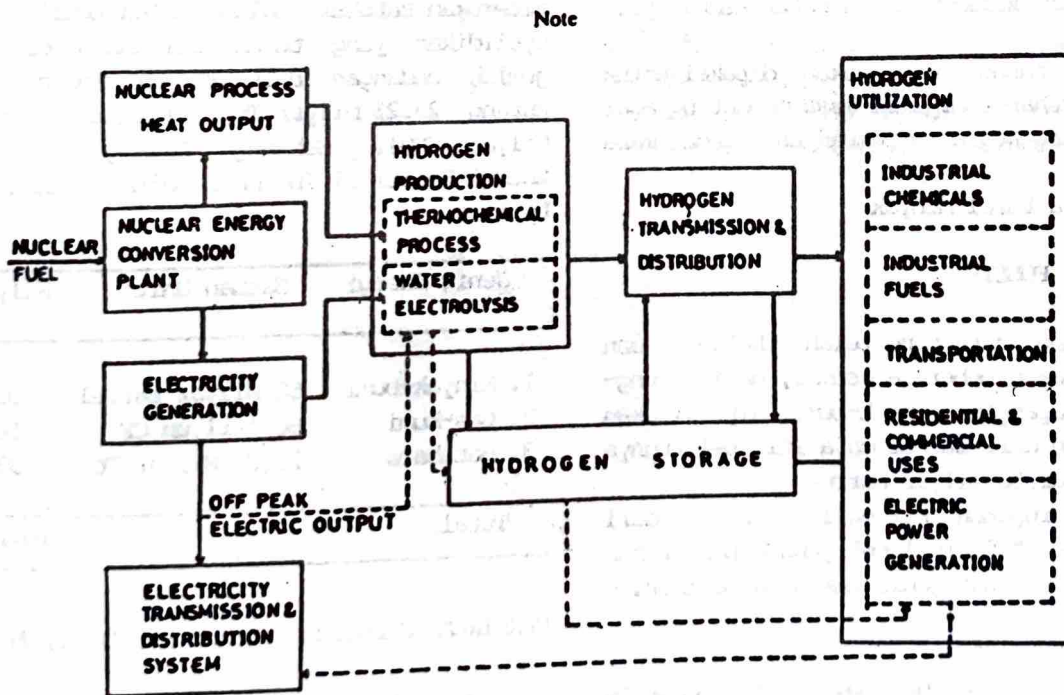
EGAN : Joseph R. Egan, " Small reactors and the "second nuclear era", Energy, Vol.9/10, 1984.

KUBE : Kebijaksanaan Umum Bidang Energy, Bakoren, 1 April 1984.

OSERY : I.A.El Osery, " A nuclear-electric-hydrogen energy system", Energy, Vol.9, No.8, 1984.

REPELITA IV : Rencana Pembangunan Lima Tahun Keempat 1984/85 - 1988/89, Buku II, Bab 12, 97-164 1984.

SCHULTEN : R. Schulten, "High Temperature Reactors, dalam Primary Energy (Klaus O. Thielheim, ed), Spring-Verlag, Berlin-Heidelberg- New York, 92-105, 1982.



Gambar 1 : Skema Struktur Sistem Nuklir-Listrik-Hidrogen yang dikemukakan oleh Osery