

EDISI 04 TAHUN 2014



NUTECH

media nuklir populer

**MENGENAL
SI LOGAM
ISTIMEWA**

**DARI RADIASI
BENDA HITAM
KE CAIRAN
KUANTUM**

**NUKLIR ITU
BUKAN BOM**

**MENINJAU TAPAK PLTN
DI PULAU BANGKA**



BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSAT APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI



Patrick Moore
**DARI MENENTANG
KINI MENDUKUNG
ENERGI NUKLIR**

Nadine Chandrawinata:
Butuh Policy-Maker Lebih bijaksana dan Tepat

FREE

Kedelai Super Genjah

GAMASUGEN

Hasil Riset BATAN

Varietas kedelai terbaru ini bisa dipanen hanya 65 hari

Untuk mengatasi masalah kekurangan pasokan kedelai, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) turut mengembangkan varietas kedelai unggul.

Tak kurang dari delapan varietas kedelai unggul telah dihasilkan BATAN sampai saat ini, yakni Muria yang dilepas pada 1987, Tengger (1991), Meratus (1998), Rajabasa (2004), Mitani (2008), Mutiara 1 (2010), Gamasugen 1 dan Gamasugen 2 (2013).

Dua varietas kedelai unggul yang diberi nama Gamasugen 1 dan Gamasugen 2 ini didesain cepat panen. Varietas ini dinamakan super genjah karena bisa dipanen di bawah umur 70 hari. Umur panen ini termasuk paling cepat. Sebab, varietas lain memiliki umur panen 70-80 hari dan bahkan 90 hari.

Varietas Gamasugen dikembangkan atas permintaan petani yang ingin menanam kedelai saat bera, yakni ketika lahan sawah sengaja ditelantarkan selama musim kemarau, biasanya sesuai tanam padi-padi-palawija. Para petani biasa memberakan sawah sekitar 2 bulan sebelum kembali menanamnya.

Gamasugen 1 dan Gamasugen 2 berasal dari Varietas Tidar yang diiradiasi dengan sinar gamma Co-60 dengan dosis 200 Gy, memiliki umur super genjah, produktivitas tinggi (rata-rata 2,41 ton/ha dan 2,42 ton/ha), tahan penyakit karat daun dan juga bisa mengisi pola tanam "padi-padi-palawija". Varietas baru ini mempunyai ukuran biji 12,5 gram per 100 butir. (arial)



Seulas Kata

Pembaca yang Budiman

Kali ini Majalah Nutech hadir kembali, dan terus berkomitmen sebagai media nuklir populer yang menghadirkan informasi terkini perkembangan iptek nuklir dan berbagai aplikasinya. Edisi kali ini memilih tajuk utama tentang aplikasi nuklir di bidang Sumber Daya Alam dan Lingkungan (SDAL), hal ini dirasa perlu karena saat ini seolah-olah berkembang di masyarakat bahwa nuklir berbahaya dan tidak ramah lingkungan. Beberapa informasi kali ini menunjukkan bahwa iptek nuklir justru banyak berperan dalam pelestarian lingkungan

Selain itu majalah Nutech jua terus menghadirkan informasi-informasi ringan yang tidak kalah penting untuk menambah wawasan seputar iptek nuklir maupun umum, hadir pula rangkuman hasil *interview* dengan *public figure* seperti Nadine Chandrawinata.

Dalam beberapa tahun berjalan, kami sadar bahwa kami masih bisa berkembang jauh lebih baik lagi sehingga kami berharap *feedback* atau umpan balik dari para pembaca yang budiman, baik positif maupun negatif untuk kemajuan majalah Nutech.

Dari meja redaksi Majalah Nutech, kami ucapkan selamat membaca

Salam Redaksi

Penanggung Jawab

Kepala PDIN

Pemimpin Redaksi

Dedy Miharja

Redaktur Pelaksana

B.I Wahyudi

Editor

B.I. Wahyudi

Heru Santosa

Nuni Dewani

Agoes Sofyan

Rismiyanto

Redaktur Artistik

Eko Purwito Hidayat

Agus Rial

Alfian Adha

Kontributor

Mustamhadi

Arie Widoawati

I. Aeni Muharromah

Sekretariat

Agus Rial

Trisni Widiawati

Astu Normasari

Redaksi

Gedung Perasten

Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Pasar Jumat

Jakarta 12440

Telp. 021 7659401, 7659402

Fax. 021 75913833

email: majalahnutech@gmail.com

EDISI 04 TAHUN 2014



Terbukti Nuklir Ramah Lingkungan



Slogan diatas bukan hanya sembarang slogan, meski selama ini nuklir identik dengan hal-hal negatif di masyarakat, namun pandangan itu sesungguhnya tidak benar karena salah satu aplikasi iptek nuklir adalah di bidang Sumber Daya Alam dan Lingkungan (SDAL).

Pengukuran tingkat radiasi lingkungan, baik radiasi alam maupun radiasi buatan penting sebagai salah satu faktor keselamatan nuklir. Radiasi alam adalah radiasi yang berasal dari benda-benda alamiah yang ada di bumi, sebagai contoh gas radon yang berasal dari dalam tanah. Hal ini sudah ada dalam keseharian manusia, namun demikian tingkat radiasinya berbeda di setiap tempat sehingga perlu ditentukan sejauh mana tingkat radiasi lingkungan sehingga tidak berbahaya bagi manusia.

Pada instalasi nuklir maupun tempat-tempat lain yang menggunakan sumber radiasi seperti rumah sakit dan industri perlu juga diukur tingkat radiasi sehingga tidak berbahaya baik bagi para pekerja radiasi maupun masyarakat yang berada di sekitarnya.

Selain pengukuran tingkat radiasi

lingkungan, aplikasi iptek nuklir di bidang SDAL salah satunya juga adalah membersihkan polutan seperti gas NOx dan SOx dengan mesin berkas electron, teknik ini umumnya dilakukan di instalasi industri dengan cara membersihkan gas buang yang dikeluarkan ke lingkungan. Jika gas buang yang mengandung polutan sulfur dan nitrogen diirradiasi dengan berkas elektron dalam suatu tempat yang mengandung gas ammonia, sulfur dan nitrogen itu dapat berubah menjadi ammonium sulfat dan ammonium nitrat. Teknik irradiasi elektron untuk membersihkan polutan dalam gas buang ini sendiri telah dipelajari di Jepang sejak tahun 1970-an.

Aplikasi iptek nuklir juga dapat digunakan untuk menanggulangi pencemaran timbal di udara. Pada prinsipnya radiasi memiliki banyak manfaat dan kelebihan apabila digunakan untuk mengolah limbah industri, beberapa keuntungan diantaranya; Oksidasi yang dipicu oleh radiasi tidak tergantung pada berat molekul zat terlarut. Mampu mengurangi toksitas, warna, dan bau. Mampu meningkatkan biodegradabilitas melalui perubahan struktur kimia, serta

memperbaiki sifat pengendapan dan filtrasi dari partikel-partikel pencemar.

Teknik nuklir juga bisa digunakan dalam memisahkan logam tanah jarang yang bernilai tinggi, yang biasanya hanya merupakan produk sampingan dari pertambangan. Riset tentang pemisahan logam tanah jarang ini sedang dikembangkan di daerah Bangka Belitung dimana banyak terdapat tambang timah baik yang masih aktif maupun yang sudah tinggal sisa-sisanya. Apabila pemisahan logam tanah jarang sudah berhasil dilaksanakan dalam skala industri maka bukan tidak mungkin hasil yang didapatkan jauh melebihi hasil timah yang merupakan produk utamanya.

Dengan menggunakan teknik perunut, aplikasi iptek nuklir di bidang SDAL juga dapat dimanfaatkan pada hidrologi seperti pengukuran debit air sungai, penentuan arah gerak air tanah, pengukuran kadar air tanah, penentuan gerak sedimen, penentuan kebocoran bendungan, penentuan laju erosi, serta deteksi kebocoran dan sumbatan pipa bawah tanah.

contents

● LIPUTAN KHUSUS

- 6 | Mengenal si Logam Istimewa
- 10 | Teknik Analisis Nuklir Langit Biru Indonesia
- 12 | Mengenal Reaktor Daya Eksperimental

● BINCANG - BINCANG

- 14 | Radiasi Alam Tidak Menakutkan
- 16 | Prof. Dr. Djarot S. Wisnubroto Kebutuhan Energi Melalui Kebijakan Nuklir Ditunggu Komitmen Kuat Presiden Baru

● INFO NUTECH

- 18 | Proteksi dan Keselamatan Radiasi
- 20 | Nuklir Itu Bukan Bom
- 22 | Pelayanan Medis Di Pusat Riset Nuklir

● JEJAK

- 28 | Penanggulangan Pencemaran Timbal Udara

● REPORTASE

- 32 | KOMMUN Pemuda Nuklir Indonesia
- 34 | Pengaruh Abu Vulkanik Erupsi Gunung Kelud

● OPINI

- 36 | Indonesia Melirik Nuklir? Reaktor Nuklir 4 G sebagai Pilihan Terbaik

● TAHUKAH KAMU

- 46 | Hans Geiger Sang Penemu Geiger Counter

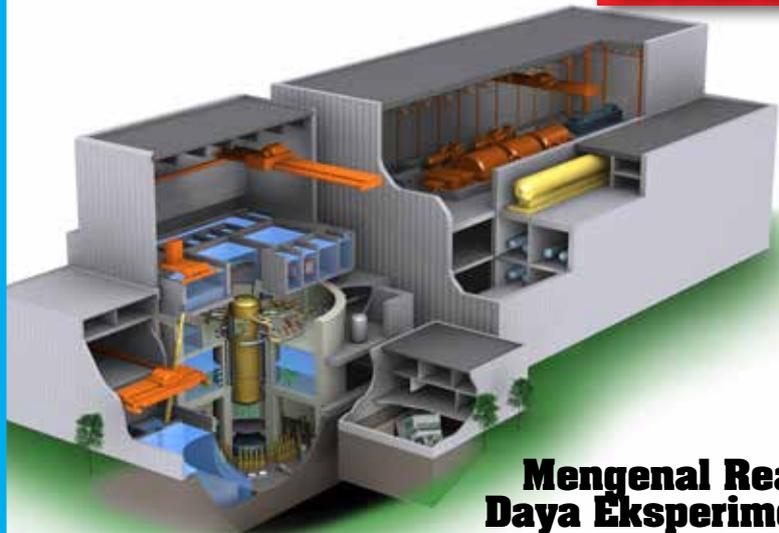
● NUTRIP

- 48 | Meninjau Tapak PLTN di Pulau Bangka
- 50 | Edukasi Nuklir ala Negeri Sakura

● ARTIKEL LEPAS

- 56 | Dari Radiasi Benda Hitam Ke Cairan Kuantum
- 60 | Amankan Ketersediaan Air Bersih
- 62 | Menghumaskan "Kembali" Humas BATAN

LIPUTAN KHUSUS



8 Mengenal Reaktor Daya Eksperimental

TAHUKAH KAMU



Patrick Moore
44

BINCANG - BINCANG



NADINE CHANDRAWINATA
16

REPORTASE

Logam Tanah Jarang yang Makin Diburu Dunia

30



JEJAK

Prof. Dr. Djarot S. Wisnubroto
Kebutuhan Energi Melalui
Kebijakan Nuklir

**DITUNGGU
KOMITMEN KUAT
PRESIDEN BARU**

22





Mengenal si Lo

Gejolak kecil sempat menimpa pasar saham AS selama beberapa hari di penghujung Juni 2012 lalu. Harga saham perusahaan-perusahaan penghasil logam tanah jarang (rare earth elements/ LTJ) membumbung tinggi. Tidak tanggung-tanggung, harga saham beberapa perusahaan bahkan naik hingga belasan persen.

Setelah ditelisik, tremor di pasar saham itu episentrumnya berasal dari 'Negeri Tirai Bambu'. Beberapa hari sebelumnya, dalam laporan perdananya tentang industri LTJ di China, Kantor Informasi Kementerian Luar Negeri China memaparkan bahwa negara komunis itu hanya punya 23% dari total jumlah LTJ dunia. Padahal AS mengestimasi China punya 36% LTJ dunia.

Fakta turunnya nilai kekayaan LTJ China menegaskan bahwa LTJ bakal kian langka dan bakal kian mahal. Didorong tingginya kebutuhan akan produk-produk elektronik berteknologi tinggi di pasar global, LTJ juga bakal kian dibutuhkan.

Mungkin tidak banyak yang tahu, namun hampir semua produk elektronik yang kita pakai lazimnya mengandung unsur LTJ. Beberapa di antaranya, yakni ear phone pada ipod, telepon seluler, televisi atau bahkan mobil listrik. LTJ umumnya dibutuhkan untuk meningkatkan performa fungsi-fungsi tertentu pada produk-produk elektronik tersebut atau bahkan 'menciptakan' fungsi tersebut.

Inovasi pada teknologi televisi bisa jadi contoh paling sederhana. Televisi 'jadul' atau yang masih menggunakan teknologi tabung umumnya tidak bisa menghasilkan warna merah sempurna. Warna merah yang indah baru bisa dinikmati di televisi jenis baru setelah bahan aktif pemroses warna di televisi dicampur dengan unsur yttrium dan europium.



Logam Istimewa

Yttrium (Y) dan europium (Eu) hanya dua dari 17 unsur kimia LTJ. Unsur LTJ lainnya, yakni scandium (Sc), lanthanum (La), cerium (Ce), praseodymium (Pr), neodimium (Nd), promethium (Pm), samarium (Sm), gadolinium (Gd), terbitium (Tb), disprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (Er), thulium (Tm), itterbium (Yb), dan lutetium (Lu).

Sebanyak 14 unsur di antaranya termasuk dalam golongan unsur lantanida atau termasuk dalam kategori logam transisi. LTJ disebut sebagai logam istimewa karena kemampuannya menghasilkan senyawa baru ketika direaksikan dengan unsur-unsur lain yang berbeda.

Menurut peneliti dari Pusat Pengembangan Geologi Nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional (Batan), Erni Rifandriyah Arief, LTJ lazim digunakan sebagai bahan baku campuran pembuat magnet untuk industri mesin, pembuatan metal alloy, industri polishing, serta pembuatan gelas dan keramik.

“Terutama memang untuk barang-barang elektronik. Kebutuhannya pun pasti meningkat. Untuk pasokannya sampai

sekarang masih didominasi oleh China”, kata Erni saat dijumpai Nutech di Pangkalpinang, Bangka Belitung, beberapa waktu lalu. Meski tidak sebesar China, diungkapkan Erni, tanah Indonesia juga kaya akan LTJ. Biasanya, LTJ terkandung dalam batuan monasit. Khusus di Babel, monasit merupakan mineral ikutan dari sisa-sisa penambangan timah (*tailing*). “Jadi Bangka Belitung bukan saja kaya dengan uranium yang cadangannya mencapai 24 ribu ton dan thorium 120 ribu ton untuk dimanfaatkan sebagai energi, tetapi juga LTJ yang besar”, ujar dia.

Mengutip catatan Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), menurut Erni, terdapat hampir 1,6 miliar ton monasit di Indonesia. Selain di Babel, monasit juga potensial ditemukan di Kalimantan, Sulawesi dan Papua. “Tapi yang jelas sudah ada di permukaan tanah itu di Bangka Belitung. Kalau skala nasional sih, itung-itungannya dalam 20 tahun sebanyak 2 ton sehari kita bisa tambang”, cetusnya.

Namun demikian, Erni menyayangkan, *tailing* pertambangan timah di Babel yang dibiarkan begitu saja tanpa diolah.

Gundukan *tailing* timah bahkan kerap dijual warga kepada pengepul asing dengan harga yang sangat murah, yakni Rp2-10 ribu per kilogram.

“Padahal

monasit yang mengandung LTJ itu harganya mahal. Bisa mencapai Rp7 juta per kilogram. Dulu bergunung-gunung di Babel, sekarang nggak tahu ke mana”, imbuhnya.

Lebih jauh, Erni mengatakan, para

peneliti BATAN kini telah lama mampu memisahkan menjadi logam tanah jarang dan beberapa oksida lainnya. Namun demikian, hingga kini belum ada perusahaan yang fokus mengadopsi hasil penelitian BATAN atau mengembangkan potensi LTJ di Indonesia.

“Saya sering ketemu pengusaha China, terus saya tawarkan hasil penelitian saya. Mereka bahkan order sampai jutaan ton karena kualitasnya bagus. Jadi penguasaan teknologi kita juga tidak kalah sebenarnya. Sayangnya tidak ada yang mau kembangkan potensi LTJ ini”, ujarnya lagi.

Proses ekstraksi LTJ menjadi unsur-unsur mandiri memang tidak mudah. Properti kimia setiap unsur yang sangat mirip membuat setiap unsur sulit untuk dibedakan satu dan lainnya. Selain membutuhkan keahlian yang tinggi, ekstraksi LTJ menjadi unsur-unsur terpisah juga biasanya melibatkan dana yang besar.

Meskipun fungsi utamanya hanya sebagai katalis atau campuran, namun LTJ bukan logam sembarangan. Tanpa keberadaan LTJ, produksi persenjataan modern—semisal jet tempur, pesawat drone dan sebagian besar peralatan yang dikontrol oleh komputer—dipastikan bakal terhenti. Singkatnya, peran LTJ bakal besar dalam perkembangan teknologi di masa depan.

Tidak aneh, lanjut Erni, jika mantan mantan Presiden China Deng Xiaoping pun membangga-banggakan tingginya kandungan LTJ di China, dua dekade lalu. “Deng Xiaoping berkoar-koar, Timur Tengah boleh punya minyak, tapi China punya logam tanah jarang”, kata dia menirukan ucapan Deng pada 1992 silam itu.

Visi Deng itu menjadi kenyataan saat ini. Seperti dikutip Forbes, sebanyak 95% suplai LTJ dunia berasal dari China. Indonesia? “Masih jauh. Masih di laboratorium. Wong, pilot plant untuk pengolahan skala besar aja belum punya”, tandas Erni. **■ Doe**





Thorium Akan Gantikan Uranium Di Masa Depan?

Sebongkah thorium tidak lebih berbahaya ketimbang sebatang sabun. Begitulah penulis sains kawakan Richard Martin menganalogikan aspek keamanan thorium dalam buku bertajuk “Superfuel: Thorium, the Green Energy Source for the Future” yang diterbitkan tahun lalu.

Mungkin belum banyak yang mengenal Thorium, jika ada istilah nuklir hijau, maka thorium-lah itu. unsur Thorium ditemukan pada tahun 1828 dan namanya diambil dari Thor, nama Dewa Petir bangsa Viking atau Norseman. Di alam, bisa dikatakan semua thorium adalah thorium-238, dan mempunyai waktu paruh sekitar 14.05 milyar tahun. Jumlah thorium di kulit bumi diperkirakan sekitar empat kali lebih banyak dari uranium. Saat ini Thorium biasanya digunakan sebagai elemen dalam bola lampu dan sebagai bahan campuran logam.

Banyak negara di seluruh dunia mulai mempertimbangkan rencana untuk menggunakan thorium sebagai pembangkit listrik tenaga nuklir karena keamanannya dan ketersediaan bahan baku yang lebih banyak di banding uranium.

Thorium dapat terbakar lebih lama dan suhu lebih tinggi untuk mendapatkan efisiensi lebih banyak dibanding bahan

bakar konvensional lainnya, termasuk penggunaan bahan bakar, tidak perlu mengemas limbah, dan secara signifikan mengurangi isotop radioaktif yang memiliki waktu paruh yang lama.

Sebagai perbandingan, 1 kilogram thorium akan menghasilkan energi yang setara dengan yang dihasilkan oleh 300 kilogram uranium atau 3,5 juta kilogram batubara, tanpa efek lingkungan dari batubara di atmosfer atau resiko yang berhubungan dengan limbah uranium.

Thorium menghasilkan limbah 90% lebih sedikit dibanding uranium, dan hanya membutuhkan sekitar 200 tahun untuk menyimpan limbahnya, dibanding uranium yang membutuhkan waktu 10.000 tahun untuk menyimpan limbahnya.

Pemenang Nobel fisika dari CERN (European Organization for Nuclear Research), Carlo Rubbia yang telah meneliti tentang pengembangan penggunaan thorium sebagai pengganti uranium di reaktor nuklir, menyatakan thorium meski lebih ringan dibanding

Uranium memiliki energi jauh lebih besar.

Menurut dia, PLTN dengan bahan bakar satu ton thorium setara dengan PLTN berbahan bakar 200 ton Uranium, atau PLTU dengan bahan bakar 3,5 juta ton batubara. Selain energi yang dihasilkannya lebih besar, thorium juga tak memerlukan proses pengayaan seperti halnya uranium, karena thorium yang didapat dari kerak bumi merupakan isotop murni 100 persen (Th-232) yang langsung dapat dimanfaatkan setelah diekstraksi dari tanah.

Sementara uranium alam kebanyakan adalah uranium-238 (99,2742 persen) yang tidak sesuai untuk reaktor nuklir, sedangkan uranium-235 yang merupakan satu-satunya isotop unsur kimia alami yang bersifat fisil (mampu mempertahankan reaksi berantai pada fusi nuklir) hanya 0,72 persen. Dengan demikian untuk membangkitkan energi listrik, uranium perlu dikayakan lebih dulu hingga U-235-nya mencapai kadar 3-5 persen dalam reaktor nuklir.

Namun karena sifat thorium yang



tidak fisi tersebut, unsur ini perlu disuntik energi secara kontinu dengan memborbardir sumber neutron dari akselerator, sinar foton atau inti plutonium agar dapat mengubahnya menjadi U-233 dan dapat melakukan reaksi fisi. Dengan demikian PLTN berbasis thorium dianggap lebih aman karena bila sumber neutron dihentikan, reaktor akan mati dengan sendirinya. Ini berbeda dengan uranium yang membutuhkan elemen penyerap neutron agar reaksi berantainya dapat dikendalikan dan tidak menjadi suatu ledakan nuklir.

BELUM DIMINATI

Meskipun banyak memiliki keunggulan, peneliti dari Pusat Teknologi Keselamatan Reaktor Nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) Dr Muhamad Subekti mengatakan, PLTN berbahan bakar Thorium belum diminati.

“Reaktor berbahan bakar uranium masih menjadi arus utama dunia karena pengalaman teknologinya sudah lebih dari 30 tahun, sementara PLTN thorium belum lama dan masih perlu banyak riset dengan investasi yang sangat besar”, katanya.

Menurut dia, PLTN berbahan bakar uranium pun saat ini sudah jauh lebih aman dengan penggunaan teknologi PLTN generasi IV yang mengandalkan keselamatan pasif tanpa bantuan listrik maupun campur tangan manusia saat kecelakaan terjadi.

“Teknologi ini memanfaatkan hukum fisika material yang mampu menghentikan reaksi fisi bila suhu naik secara berlebihan dan mampu memindahkan panas sisa secara alamiah. Eksperimen beberapa reaktor generasi IV membuktikan bahwa keselamatan pasif dan inheren sudah berhasil diciptakan”, katanya.

Ia mencontohkan salah satu teknologi generasi ke-4 yakni reaktor suhu tinggi

(High Temperature Reactor/HTR) yang menggunakan pendingin gas helium, dengan memiliki jumlah pelepasan radioaktif yang sangat kecil meskipun skema kecelakaan Fukushima terjadi.

“Perkiraan kecelakaan terburuk pada HTR adalah pelepasan radioaktif ke lingkungan akan terjaga di bawah ambang batas regulasi. Hasil penelitian ini sudah diverifikasi oleh badan nuklir dan institut energi dari Jerman, USA, Cina, Jepang, dan negara lain yang mengembangkan teknologi HTR, termasuk Indonesia”, katanya.

Mengenai limbah Uranium yang sulit ditangani, ia melihat dari sisi lain, di mana plutonium yang terbentuk dari limbah uranium, justru memiliki nilai jual yang sangat mahal.

“Meskipun limbah PLTN Uranium sangat tidak ramah lingkungan dan perlu biaya besar untuk penyimpanan lestari, limbah plutoniumnya dapat dijual dengan harga sangat tinggi. USA sangat berkepentingan untuk membeli limbah PLTN ini atas nama keamanan dunia dari ancaman bom atom”, katanya.

Sedangkan harga thorium belum diketahui karena tidak ada negara yang menjual thorium, ujarnya. Sehingga negara yang mengembangkan PLTN berbahan bakar thorium hanya negara yang memiliki cadangan thorium besar seperti India, Cina, dan USA.

Saat ini, urai Subekti, India telah memiliki enam PLTN yang menggunakan bahan bakar thorium, yaitu PLTN Kakrapar-1, Kakrapar-2, Kaiga-1, Kaiga-2, Rajasthan-3 (Rawatbhata-3), dan Rajasthan-4.

Sementara Cina masih dalam pengembangan, juga Amerika Serikat yang masih mempertahankan PLTN uraniumnya.

Sedangkan Batan, menurut dia, telah banyak melakukan penelitian terkait dengan

pemanfaatan thorium sebagai bahan bakar PLTN termasuk mendesain PLTN suhu tinggi 200 MWt berbahan bakar thorium.

“Penelitian PLTN berbasis thorium jangka panjang oleh Batan dilakukan dengan membangun reaktor eksperimen berbahan bakar uranium lebih dulu, dan setelah beroperasi sekian tahun, dilanjutkan eksperimen dengan memasukkan bahan bakar thorium sedikit demi sedikit untuk memastikan hasil studi dan perhitungan nuklir teoritis”, katanya.

PLTN thorium, ujarnya, tetap memerlukan campuran awal bahan bakar uranium dan dikembangkan menjadi campuran bahan bakar Uranium-Thorium dengan komposisi tertentu.

Menurut Subekti, bahan bakar thorium sebenarnya bisa digunakan pada tipe PLTN konvensional PWR (pressured water reactor) dan BWR (boiling water reactor), namun tetap memerlukan penelitian lanjut untuk memastikan konfigurasi ideal Thorium-Uranium.

“Tapi tentu teknologi PLTN generasi lanjut juga mampu menggunakan thorium dengan pertimbangan lebih aman, terutama tahan pada kondisi kecelakaan seperti Fukushima. Apa lagi mengingat suplai Uranium juga terbatas”, katanya.

Ia menegaskan, cadangan thorium dunia 3-4 kali lebih melimpah dibanding uranium, dengan perkiraan mencapai tiga juta ton, di mana USA memiliki 30 persen cadangan, India (25 persen), China (25 persen), Norwegia (5 persen), Kanada (5 persen), dan lainnya (10 persen).

Sedangkan Indonesia diperkirakan mempunyai cadangan sedikitnya 117 ribu ton (5 persen dunia), yang antara lain ada di Kepulauan Bangka Belitung.

 dewlest



Teknik Analisis Nuklir Langit Biru Indonesia

Pencemaran udara memiliki dampak yang signifikan pada gangguan kesehatan manusia, ekosistem, perubahan iklim dan pemanasan global. Apalagi dengan meningkatnya urbanisasi, industri dan berbagai aktivitas ekonomi seperti transportasi telah mengakibatkan pencemaran sehingga berdampak pada menurunnya kualitas udara, khususnya di beberapa perkotaan Indonesia. Hal ini terjadi karena sumber pencemar antropogenik telah melampaui daya dukung lingkungan sehingga tidak dapat dinetralkan secara alami.

Menurut buku “Strategi dan Rencana Aksi Nasional (*National Strategy Action Plan-Urban Air Quality Improvement/ NSAP-UAQI*)”, data yang tercatat dari Profil Kesehatan DKI Jakarta 2004 menunjukkan bahwa sekitar 46% penyakit gangguan pernapasan terkait dengan pencemaran udara (Infeksi Saluran Pernapasan Atas 43%, iritasi mata 1,7% dan asma 1,4%) dan sekitar 32% kematian kemungkinan terkait dengan pencemaran udara (penyakit jantung dan paru-paru 28,3% dan pneumonia 3,7%). Di tahun yang sama di Yogyakarta (Profil Kesehatan DIY 2004), sebanyak 32% penyakit gangguan pernapasan terkait dengan pencemaran udara. Kecenderungan yang sama terhadap penyakit-penyakit saluran pernapasan juga terlihat di Bandung dan kota besar lainnya.

Upaya pengendalian pencemaran udara di Indonesia telah mulai dilakukan sejak tahun 1980-an dengan menerbitkan serangkaian peraturan, berbagai program di tingkat nasional dan daerah seperti diantaranya adalah program udara Bersih di DKI Jakarta. Beberapa studi yang dilakukan dengan dukungan lembaga internasional, secara khusus memberikan rekomendasi tentang perlunya koordinasi antar instansi dan kerangka kerja bersama untuk meningkatkan keberhasilan pelaksanaan kebijakan mengingat pengelolaan kualitas udara bersifat multi-disiplin dan multi-sektoral. Fakta masih tingginya tingkat polusi di DKI Jakarta perlu mendapat perhatian serius dan peran aktif baik dari pihak pemerintah, multistakeholder dan tentunya masyarakat. Bukanlah suatu hal yang mustahil, bahwa

langkah-langkah pengendalian pencemaran udara yang tepat dan terarah secara berkesinambungan dengan komitmen dari semua pihak, dapat mengatasi dan mengurangi pencemaran yang ada.

Beberapa negara tetangga kita di Asia telah membuktikan bahwa pengendalian yang tepat telah berhasil meningkatkan kualitas udara di negaranya. Di Bangladesh, emisi kendaraan bermotor merupakan sumber utama pencemaran di kota Dhaka. Dua kontributor utama pada sektor transportasi yaitu kendaraan roda tiga bermesin 2 tak dan kendaraan berat berbahan bakar solar.

Sejak tahun 1999, *Air Quality Monitoring System* (AQMS) atau sistem pemantauan kualitas udara telah dioperasikan di 10 kota besar di Indonesia. Sistem tersebut memantau secara otomatis dan kontinu konsentrasi CO, SO₂, NO_x, O₃ dan PM₁₀ yang digunakan untuk menghitung Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU). Namun karena keterbatasan biaya

operasional dan perawatan, tidak ada satu kota pun yang dapat mengoperasikan AQMS selama setahun penuh. Parameter yang dipantau AQMS sangat terbatas, sehingga tidak dapat digunakan sebagai dasar pengembangan dan penyusunan strategi dan rencana aksi yang spesifik dan komprehensif. Oleh karena itu pemantauan parameter lainnya seperti PM_{2,5} yang merupakan salah satu parameter penting kualitas udara, serta karakterisasi berbagai spesies kimia pada PM_{2,5} dan PM₁₀ sangat diperlukan untuk penentuan jenis sumber pencemar udara dan berbagai studi terkait lainnya. Di Indonesia,



karakterisasi PM_{2,5} maupun PM₁₀ masih sangat terbatas karena konsentrasi berbagai unsur dalam sampel tersebut pada umumnya sangat rendah, dalam orde nanogram, sehingga dibutuhkan teknik analisis yang advance. Di samping itu, sampel tersebut bermassa kurang dari 1 mg, massa yang sangat kecil untuk dapat dianalisis menggunakan metode konvensional. Oleh sebab itu, diperlukan teknik analisis berbasis nuklir yang memiliki kepekaan tinggi, simultan, selektif, dan limit deteksinya mencapai orde nanogram bahkan pikogram, serta mampu mendeteksi multi unsur dengan bobot sangat kecil $\sim 100 \mu\text{g}$. Teknik analisis nuklir (TAN) merupakan solusi dalam mengatasi keterbatasan teknik konvensional. Penerapan TAN dapat meningkatkan karakterisasi PM_{2,5} dan PM₁₀ yang merupakan kunci utama identifikasi sumber pencemar dan menjadi harapan baru dalam meningkatkan pemahaman kompleksitas permasalahan pencemaran, sehingga dapat mendorong perumusan strategi yang tepat dan terarah dalam mewujudkan peningkatan kualitas udara di Indonesia.

Prof. Dr. Muhayatun, MT, profesor riset dari BATAN Bandung, memberikan gambaran yang utuh tentang teknik analisis nuklir untuk karakterisasi partikulat udara, terutama dalam kaitannya dengan identifikasi dan estimasi lokasi sumber pencemar sebagai kunci utama dalam peningkatan kualitas udara, sebagaimana yang disampaikan dalam paparan naskah orasinya.

Ibu tiga orang anak kelahiran Surabaya ini telah menghasilkan lebih dari 124 tulisan ilmiah di berbagai penerbitan nasional maupun internasional ini sangat ingin membuat Indonesia mandiri dalam mengatasi permasalahan pencemaran udara serta dapat berkontribusi dalam membantu mengatasi permasalahan serupa di tingkat Internasional. **“Saya ingin agar Indonesia bisa mandiri dalam melakukan karakterisasi, tanpa harus bergantung negara lain”.**

Menurut wanita yang memperoleh gelar sarjana, magister dan Doktor serta pernah menjadi dosen luar biasa bidang Radiokimia di Institut Teknologi Bandung ini, Teknik Analisis Nuklir (TAN) merupakan teknik analisis multi unsur, non destructive, selektif, dan memiliki sensitivitas tinggi, sehingga menjadi teknik analisis yang tepat dalam riset *trace element*. Di samping itu, teknik analisis nuklir seperti Analisis Aktivasi Neutron (AAN), X-Ray Fluorescence (XRF) dan Particle Induced X-Ray Emission (PIXE) mampu menganalisis



jumlah sampel yang relatif banyak, mencapai ribuan. Teknik analisis nuklir AAN didasarkan pada pengukuran keradioaktifan imbas suatu sampel yang diiradiasi dengan neutron. Nuklida yang stabil pada sampel akan mengalami reaksi penangkapan neutron, sehingga membentuk nuklida yang bersifat radioaktif, yang umumnya akan mengalami peluruhan melalui emisi partikel beta dan gamma. Spektrometer beresolusi tinggi digunakan untuk mendeteksi sinar gamma yang tertunda (*delayed gamma ray*) dari peluruhan tersebut.

Untuk mewujudkan cita-citanya tersebut, maka Ibu Hayat, demikian beliau biasa dipanggil juga mengikuti berbagai pelatihan, workshop dan seminar baik tingkat Nasional maupun tingkat Internasional untuk mendalami serta menyebarkan metode dan pemanfaatan TAN tersebut. Beliau juga banyak menjalin kerjasama dengan beberapa instansi pemerintah, swasta, kalangan perguruan tinggi, baik di dalam maupun di luar negeri. Diantaranya adalah menjadi peneliti utama di bidang teknik analisis nuklir untuk karakterisasi sumber pencemar udara, kerjasama riset di kawasan Asia-Pasifik RCA-IAEA (2005-2013), Program Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekayasa (2009-2012), serta TC INS7007 Assessing Air Quality and Ocean Acidification (2012-2015).

Dijelaskan pula oleh isteri dari Ir. Dwi Bagyo Santoso ini, bahwa perbaikan kualitas udara perkotaan merupakan permasalahan sangat kompleks sehingga bukan hanya menjadi tugas Kementerian Lingkungan Hidup tetapi juga instansi pemerintah terkait lainnya seperti Departemen Perhubungan, Departemen Perindustrian, Departemen

ESDM, Departemen Kesehatan, Departemen Keuangan, Departemen Pekerjaan Umum dan Pemerintah Daerah serta institusi penelitian dan pengembangan yang memiliki kepedulian terhadap lingkungan.

Sebagai peneliti senior Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri – BATAN Bandung, Hayat melakukan kajian, pemantauan dan penelitian terkait kualitas udara sejak tahun 1999 dan saat ini telah diaplikasikan di 15 kota di Indonesia bekerjasama dengan PUSARPEDAL Kementerian Lingkungan Hidup dan berbagai Badan Lingkungan Hidup Provinsi/kota, serta sejak 2006 laboratoriumnya telah terakreditasi KAN dalam mengimplementasikan ISO/IEC 17025:2005 sehingga validitas data terjamin dan terjaga secara optimal.

Pelaksanaan kajian pemantauan kualitas udara di Indonesia adalah bagian utama dari program Langit Biru untuk terciptanya mekanisme kerja dalam pengendalian pencemaran udara yang berdaya guna dan berhasil guna, terkendalinya pencemaran udara, terciptanya kualitas udara yang diperlukan untuk kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya, dan terwujudnya manusia sadar lingkungan. Dalam konteks tersebut, BATAN telah berkontribusi melalui pemanfaatan teknik analisis nuklir yang dapat digunakan sebagai *“early warning”* sehingga berbagai kebijakan dan strategi yang tepat dan terarah segera dapat ditetapkan agar dampak lingkungan yang lebih buruk dan kerugian finansial yang lebih besar dapat dihindari. Sinergi lintas kelembagaan yang telah dibangun diharapkan dapat terus berlanjut berkesinambungan agar langit Indonesia menjadi lebih biru lagi.

■ Arie Widiowati

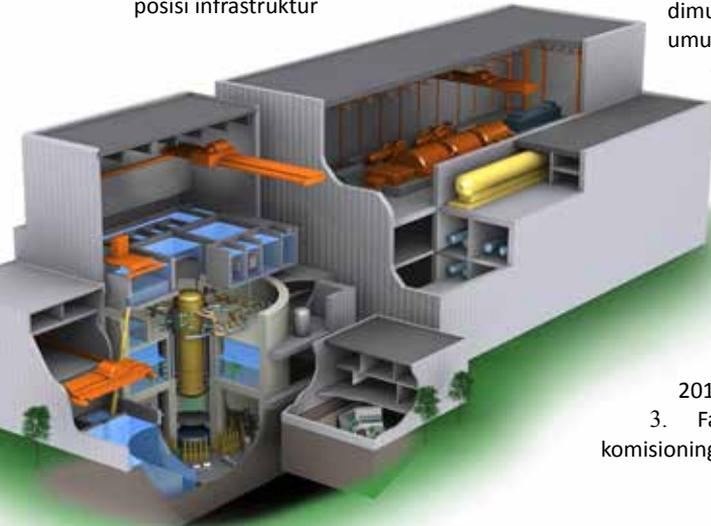


Mengenal Reaktor Daya Eksperimental

SELAYANG PANDANG

Untuk mewujudkan salah satu misi yang dituangkan dalam Renstra BATAN tahun 2015-2019 yakni unggul di kawasan Regional serta bersama-sama institusi Pemerintah lainnya dalam menyejahterakan masyarakat, dengan didasari peraturan perundang-undangan yang berlaku, BATAN mempertimbangkan untuk membangun dan mengoperasikan reaktor daya eksperimental (RDE), yang dikategorikan sebagai reaktor daya non komersial. RDE ini disamping sebagai reaktor demo untuk pembangkitan listrik, juga akan menjadi reaktor eksperimen aplikasi panas.

Ini sesuai dengan Undang-undang Nomor 10 Tahun 1997 tentang Ketenaganukliran, penyediaan listrik yang memanfaatkan teknologi nuklir secara komersial dilakukan oleh pihak swasta, BUMN maupun koperasi. Badan Tenaga Nuklir Nasional, dalam hal pemanfaatan energi nuklir untuk pembangkitan listrik komersial, berperan penting sebagai organisasi pendukung teknis (*Technical Supporting Organization*, TSO). BATAN sejauh ini telah melakukan berbagai studi dan sosialisasi terkait persiapan pembangunan PLTN komersial dalam rangka memperkuat posisi infrastruktur



Gambar 3.1. Pembagian Fase Kegiatan RDE dan Pengembangan Riset Terpadu EBT.

nasional sebagai pemangku kepentingan.

BATAN sebagai Badan Pelaksana mempunyai tugas dalam litbang tenaga nuklir dalam rangka penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir untuk keselamatan, ketenteraman, dan kesejahteraan rakyat. BATAN dapat melakukan pembangunan, pengoperasian dan komisioning reaktor daya non komersial, termasuk dalam hal ini adalah reaktor daya eksperimental (RDE). Dalam melaksanakan tugas tersebut BATAN dapat bekerjasama dengan instansi pemerintah lain atau perguruan tinggi termasuk juga dengan industri nasional.

PETA JALAN PEMBANGUNAN RDE

Untuk mencapai target komisioning pada tahun 2019 dan operasi pada tahun 2020, maka kegiatan RDE harus diputuskan dan dimulai pada tahun 2014, secara umum, kegiatan pembangunan dan pengembangan RDE dibagi dalam 4 tahap/fase, yaitu:

1. Fase I merupakan kegiatan Pra-Proyek: 2014-2015
2. Fase II merupakan kegiatan / Proyek pembangunan (*Engineering, Procurement, Construction* / EPC), direncanakan 2015-2019
3. Fase III merupakan tahap komisioning dan operasi RDE: 2019-2060
4. Fase IV merupakan tahap pengembangan riset terpadu EBT (kogenerasi): 2020-2060

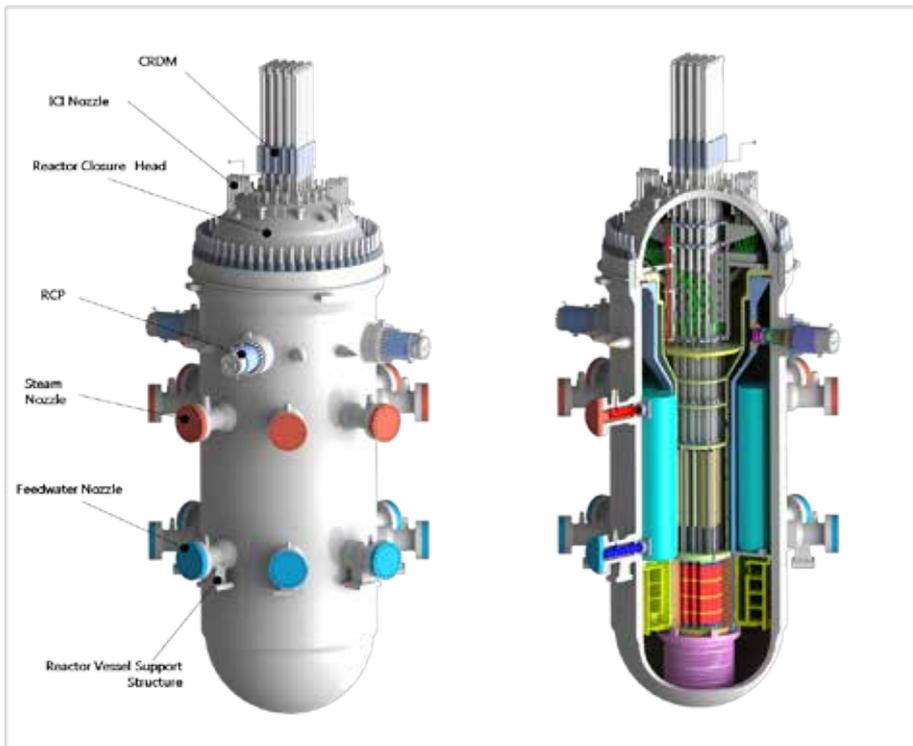
4. Fase IV merupakan tahap pengembangan riset terpadu EBT (kogenerasi): 2020-2060

PILIHAN TEKNOLOGI DAN KAPASITAS RDE

Berdasarkan hasil kajian teknologi dan pertimbangan pendanaan menunjukkan bahwa reaktor tipe HTGR (*High Temperature Gas Cooled Reactor*) merupakan salah satu pilihan yang dipertimbangkan untuk RDE khususnya terkait dengan kebutuhan dan pasar di Indonesia sebagai negara kepulauan dan kaya akan sumber daya mineral. RDE ini diharapkan akan menjadi referensi dalam komersialisasi PLTN dalam waktu yang akan datang untuk menopang bauran energi nasional.

Dalam Studi kelayakan akan dikaji lebih lanjut mengenai kemampuan/ kelayakan tapak terpilih untuk penelitian, pengembangan dan pemanfaatan RDE (listrik dan kogenerasi). Selain itu aspek pendanaan, dampak terhadap lingkungan, dan aspek sosial politik dan budaya akan dikaji secara mendalam.

BATAN telah memiliki pengalaman dalam membuat desain konseptual Reaktor Gas Temperatur Tinggi (RGTT). RGTT mempunyai keunggulan dalam aplikasi non-elektrik dari luaran panasnya yang bertemperatur tinggi, selain menghasilkan listrik, sehingga menjadi reaktor serba guna (RSG, Multi purpose Reactor) yang kedua untuk BATAN selain – RSG GA Siwabessy yang telah berhasil dioperasikan dengan aman selama hampir 30 tahun.



Dalam implementasinya BATAN merencanakan pembangunan RDE dengan daya antara 2,5-10 MWe atau setara dengan 10-30 MW thermal. Penetapan ini ditentukan dengan pertimbangan hal-hal sebagai berikut:

1. RDE dibangun untuk memenuhi amanat Undang-Undang No 17 Tahun 2007 Tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional (RPJPN), yang menyatakan mulai dimanfaatkannya energi nuklir dengan mempertimbangkan keselamatan secara ketat dalam rentang periode rencana strategis 2015-2019.
2. RDE merupakan hilirisasi dari penelitian dan pengembangan BATAN dalam sektor energi selama lebih dari 20 tahun.
3. RDE diperlukan untuk memvalidasi dan mengembangkan R&D BATAN di sektor energi dan sekaligus meningkatkan kualitas SDM Indonesia.
4. RDE berdaya 10-30 MWth dipilih berdasarkan keberhasilan pengalaman SDM Indonesia dalam mengoperasikan reaktor riset berdaya 30 MWth.
5. Luaran listrik 2,5-10 MWe dapat digunakan untuk memenuhi sebagian kebutuhan listrik BATAN saat ini dan pengembangannya ke depan terutama

untuk laboratorium terpadu Energi Baru dan Terbarukan (EBT).

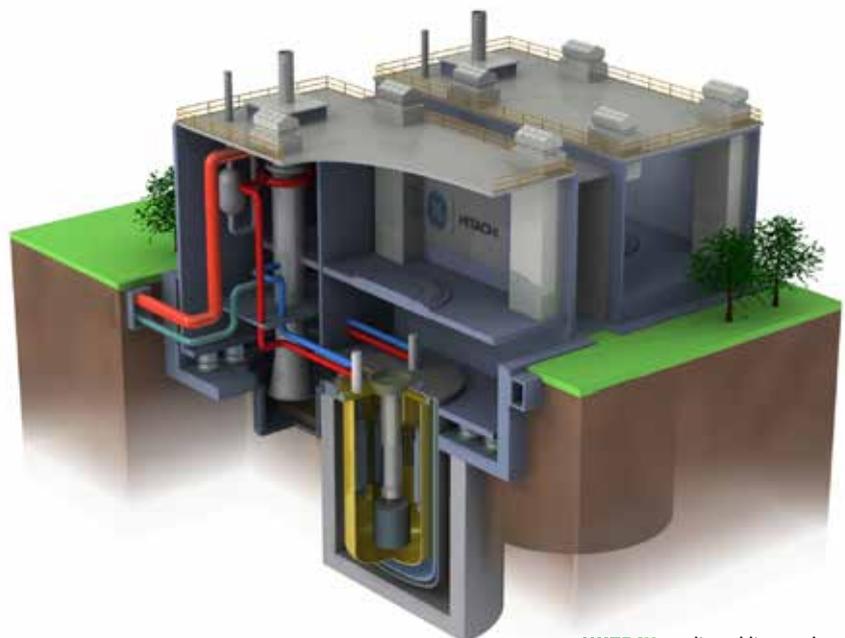
6. Adanya RDE akan meningkatkan level kualitas SDM Indonesia di industri nuklir sehingga akan lebih mampu dalam menghadapi tantangan dunia.
7. Penentuan akhir kapasitas (*ultimate capacity*) RDE akan mempertimbangkan kemampuan tapak, pengembangan pemanfaatan RDE (listrik dan kogenerasi), pengembangan R&D, pendanaan, dampak terhadap

lingkungan, dan aspek sosial politik dan budaya

MANFAAT PEMBANGUNAN RDE

- Mendukung implementasi EBT sebagai bauran energi nasional
- Pemanfaatan SDA lokal dalam mendukung ketahanan energi.
- Meningkatnya kemampuan industri nasional di bidang manufaturing, konstruksi sipil dan jasa dalam mendukung industri nuklir di Indonesia.
- Menumbuh kembangkan kepercayaan diri nasional dalam penguasaan teknologi tinggi, sehingga dapat meningkatkan nilai tawar dalam hubungan internasional
- Meningkatkan penerimaan publik terhadap teknologi nuklir, khususnya PLTN.
- RDE akan dikembangkan menjadi **master PLTN** di Indonesia dengan daya per unit antara 30 sd 300 MWe, dan aplikasi panas dengan mempertimbangkan pasar yang cukup luas (daerah penghasil tambang, grid listrik kecil-menengah)
- RDE dapat dikembangkan dengan bahan bakar campuran U-Th-Pu, dimana sumberdaya Th di Indonesia cukup potensial.
- Ke depan Berperan aktif menjalankan konvensi internasional dalam pengurangan emisi gas rumah kaca.

🟢 Mudzi





Radiasi Alam Tidak Menakutkan

Radiasi alam kini menjadi topik yang hangat didiskusikan di dunia penelitian. Saat Seminar Nasional Keselamatan, Kesehatan, dan Lingkungan IX, yang diselenggarakan Pusat Teknologi Keselamatan dan Metrologi Radiasi (PTKMR) – BATAN baru-baru ini, para ilmuwan yang berkecimpung di bidang keselamatan radiasi mengambil salah satu topik pembahasan tentang dampak radiasi alam terhadap kesehatan masyarakat setempat, atau yang dikenal dengan istilah studi epidemiologi radiasi lingkungan.

Kepala Bidang Radioekologi PTKMR, Dr. Ir. Dadong Iskandar, M.Eng adalah salah seorang peneliti BATAN yang melakukan penelitian tentang tingkat dan distribusi radiasi lingkungan di Indonesia dan merupakan penelitistudi epidemiologi radiasi alam yang akan dilakukan di Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. Di sela-sela seminar, kami berkesempatan untuk berbincang lebih dalam mengenai penelitian tersebut. Apa dampaknya radiasi alam bagi kesehatan manusia? Mengapa penelitian dilakukan di Kabupaten Mamuju? Berikut petikan bincang-bincangnya dengan **Majalah Nutech**.

Apa urgensi-nya Kabupaten Mamuju menjadi “concern” penelitian tentang radiasi alam? Awalnya, kami melakukan pemetaan radiasi dan radioaktivitas dalam tanah permukaan di seluruh Indonesia. Dari peta tersebut, kami bisa menghitung bahwa rata-rata dosis radiasigama yang ada di lingkungan seluruh Indonesia adalah 50 nanosievert/jam. Beberapa daerah mempunyai laju dosis yang tinggi. “Tinggi” disini bukan dalam artian dosisnya tinggi sehingga merugikan masyarakat, tetapi dalam arti lebih tinggi dari rata-rata di Indonesia. Salah satu daerah yang memiliki laju dosis gama tinggi dan cukup luas adalah Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat, yaitu berkisar antara 200 s.d 3.000 nanosievert/jam. Ada beberapa desa di kabupaten tersebut mempunyai laju dosis 600 s.d. 3.000 nanosievert/jam, misalnya di Desa Botteng. Sulit bagi kami menemukan daerah yang dibawah 200 nanosievert/jam di Kabupaten Mamuju. Tapi kalau kami keluar dari Kabupaten Mamuju, laju dosisnya ada yang sekitar 50 s.d. 100 nanosievert/jam. Selain Kabupaten Mamuju, daerah lain

yang laju dosisnya cukup tinggi adalah Pulau Bangka, yaitu sekitar 50 s.d. 250 nanosievert/jam. Peta radiasi tersebut juga bisa dipakai untuk menghitung dosis kolektif yang diterima penduduk Indonesia baik nasional maupun masing-masing provinsi. Selain dosis radias dan radioaktivitas dalam tanah, kami juga mengukur gas radon dan gas toron di dalam rumah penduduk Mamuju. Gas radon dan gas toron adalah unsur radioaktif alam berbentuk gas yang kita hirup sehari-hari, berasal dari turunan peluruhan Uranium-238 dan Thorium-232. Semakin tertutup sebuah ruangan, maka akan semakin tinggi kandungan gas radonnya. Hasil pengukuran terhadap kandungan gas radon pada rumah yang dijadikan sampel adalah berbeda-beda, yaitu antara 10 s.d. 750 Bq/m³. Untuk mengetahui lebih detail hasil penelitian tersebut, kami masih perlu melakukan penelitian lanjutan, termasuk mengapa kandungan radionuklida alam di daerah tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan daerah lain. Jika ingin melihat efek radiasi alam bagi kesehatan masyarakat setempat, kami harus mengetahui lebih dulu berapa dosis radiasi yang diterima. Studi epidemiologi ini membutuhkan kerja sama dengan instansi lainnya, antara lain Kementerian Kesehatan, Pemerintah Daerah setempat, dan bila memungkinkan dibantu para expert dari luar negeri yang sudah pernah melakukan penelitian serupa, seperti di India, China atau Iran.

Kalau penelitian yang pernah dilakukan di luar negeri, apakah sudah ada efeknya terhadap kesehatan masyarakat setempat? Kelihatannya masih belum signifikan. Kami berharap radiasi itu tidak membahayakan

masyarakat, karena berasal dari alam. Namun, sebaiknya perlu terus dilakukan penelitian lebih lanjut untuk lebih mengetahui secara pasti korelasinya terhadap kesehatan masyarakat.

Kapan pemetaan radiasi lingkungan mulai dilakukan?

Pemetaan radiasi berlangsung sejak tahun 2005 s.d tahun 2012. Dari data tersebut, pada tahun 2010, kami menemukan Kabupaten Mamuju laju dosisnya paling tinggi.

Apa yang menyebabkan kandungan radioaktivitas alam di Kabupaten Mamuju tinggi? Apakah mungkin dari sumber daya alamnya? Seperti di Pulau Bangka, radioaktivitasnya tinggi karena ada aktivitas penambangan timah?

Di Kabupaten Mamuju, alamnya masih alami, seperti tanah sawah dan kebun. Berbeda dengan Pulau Bangka yang memang ada aktivitas penambangan. Kami masih melakukan penelitian terhadap penyebab tingginya radiasi alam di sana. Penelitian tersebut merupakan tugas dari Pusat Teknologi Bahan Galian Nuklir (PTBGN) BATAN.

Apakah kegiatan penelitian dan hasil pemetaan radioaktivitas ini sudah diinformasikan ke Pemda setempat? Lalu, secara psikologis, masyarakat disana bagaimana?

Pemdanya sudah kami beritahu. Masyarakat disana cukup terbuka dan menerima informasi tersebut. “Anda, orang tua, dan orang-orang sebelumnya telah hidup dan tinggal disini secara normal, nggak ada masalah apapun dengan kesehatan walaupun radiasi alam di tempat Anda tinggi”. Itu saja yang kami

sampaikan ke masyarakat.

Bagaimana kalau masyarakat di luar Kabupaten Mamuju yang datang kesana? Apakah ada dampaknya?

Pada prinsipnya sampai sekarang kami belum memperoleh data kalau tinggal disana membahayakan kesehatan, tetapi menurut kajian kami tinggal disana tidak ada masalah. Disana ada sekelompok transmigran dari Jawa yang baru bermukim pada tahun 2008. Kelompok ini juga akan menjadi salah satu kajian dari studi epidemiologi yang akan dilakukan.

Berarti penelitian studi epidemiologi ini baru mulai dilakukan ?

Iya, baru dimulai dan akan memerlukan waktu lama. Artinya begini, kalau kita sekali-sekali datang kesana, kan tidak berdampak apa-apa. Sekali lagi saya katakan, radiasi alam "tinggi" disana itu dalam artian lebih tinggi dibanding rata-rata. Biasanya tubuh kita menerima dosis radiasi 500 microsievert/tahun atau setengah milisievert/tahun dari radiasi gama, kemudian 2,4 milisievert/tahun dari radon. Nah, kalau kita ke Kabupaten Mamuju, kita bisa mendapatkan 6 milisievert/tahun dari radiasi gamma, dan 10 milisievert/tahun dari radon. Nah, itu yang akan kita teliti efek dari radiasi tersebut terhadap kesehatan manusia. Manusia itu memiliki kemampuan adaptive response, atau kemampuan responsif/kekebalan sendiri untuk beradaptasi dengan alam. Artinya, kalau orang tinggal di tempat yang "kronis" dan terus-menerus, dia punya daya respons yang lebih tinggi. Dia akan beradaptasi terhadap radiasi alam yang diterima. Hal inilah yang sedang kami teliti. Artinya radiasi itu, ya biasa saja, alamiah, dan bukan sesuatu yang menakutkan.

Jadi, penelitian yang bisa di-publish ke masyarakat adalah dosis radiasi alam rata-rata seluruh Indonesia, tapi kalau di Kabupaten Mamuju belum ada?

Untuk dosisnya sudah ada, tapi untuk efeknya terhadap kesehatan manusia yang belum ada. Penelitian tersebut akan kami lakukan pada tahun 2015 -2019. Penelitian di Kerala (India) saja memakan waktu hingga 20 tahun dan masih terus dilanjutkan. Kesulitan kami adalah memperoleh data kesehatan masyarakat Mamuju. Seharusnya, setiap orang punya rekam data kesehatan di mulai dari saat lahir, kemudian kerumah sakit tanggal sekian dengan keluhan apa,

dan seterusnya sampai meninggal. Tetapi di Indonesia, kan nggak seperti itu. Jadi kami harus membenahi pendataan kesehatan terlebih dahulu, sehingga dari sanakami bisa menghitung dosis yang diterima seseorang itu secara tepat.

Kalau di Keralasaja memakan waktu hingga 20 tahun, apa bisa penelitian di Mamuju hanya 5 tahun?

5 tahun itu hanya tahap awal penelitian. Penelitian tersebut bisa diperpanjang untuk 5 tahun berikutnya, dan seterusnya. Karena kami sudah belajar dari pengalaman penelitian di Kerala, seharusnya penelitian di sini bisa lebih cepat.

Tapi apakah BATAN sudah mendapatkan data dari Kementerian Kesehatan, berapa penderita kanker di Kabupaten Mamuju per tahunnya?

Belum. Begini, Mamuju itu kan kabupaten. Rumah sakit di Mamuju masih kelas 3, sehingga fasilitas kanker disana masih belum ada. Jadi, apabila dokter memperkirakan/praduga pasien terkena kanker, pasien tersebut dirujuk ke rumah sakit di Makassar, sehingga pendataannya pun akan sangat sulit. Seperti yang lumrah kita ketahui di Indonesia, apabila si pasien berganti rumah sakit, dari

rumah sakit A ke rumah B, maka rekam data kesehatannya juga akan tidak berkelanjutan, karena belum ada perpindahan data antar rumah sakit. Itu masalah yang paling sulit dalam melakukan studi epidemiologi di Indonesia.

Dari hasil bincang-bincang di atas, dapat disimpulkan bahwa studi epidomologi radiasi alam di Kabupaten Mamuju masih membutuhkan penelitian lebih dalam. Kita tidak perlu khawatir dengan radiasi alam, karena apapun yang berasal dari alam, manusia memiliki kemampuan untuk beradaptasi di lingkungan yang paling "kronis" sekalipun.

Sebelum mengakhiri bincang-bincangnya, Dadong memberikan pesan bahwa studi ini sangat bagus dilakukan karena: **Pertama**, untuk mengungkap data dampak radiasi alam secara ilmiah. **Kedua**, untuk membuktikan kepada masyarakat luas, khususnya Kabupaten Mamuju, bahwa radiasi alam itu bukan sesuatu yang menakutkan.

tnt/arial





Kepala BATAN Prof. Dr. Djarot S. Wisnubroto

Kebutuhan Energi Melalui Kebijakan Nuklir Ditunggu Komitmen Kuat Presiden Baru

Keputusan Mahkamah Konstitusi (MK) sudah diambil secara bulat menolak seluruh gugatan Prabowo-Hatta dalam Pilpres 2014, pada tanggal 21 Agustus lalu. Keputusan MK ini memperkuat Keputusan Komisi Pemilihan Umum (KPU) tanggal 22 Juli 2014 yang memenangkan dan menetapkan pasangan Calon Presiden Joko Widodo dan Muhammad Yusuf Kalla sebagai Presiden terpilih untuk masa bhakti 2014-2019. Ada banyak harapan mengiringi terpilihnya duet baru kepemimpinan nasional ini ke depan. Pun demikian dengan Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) yang berharap ada progress kebijakan, khususnya dalam pengelolaan energi nuklir di Indonesia. Berikut adalah petikan lengkap wawancara Majalah Nutech dengan Kepala BATAN Prof. Dr. Djarot Sulistio Wisnubroto

Indonesia akan memiliki Presiden dan Wakil Presiden yang baru, harapan seperti apa yang bisa disampaikan oleh BATAN ?

Untuk menjawab pertanyaan itu, kita kembalikan dalam kerangka tugas BATAN sebagai lembaga yang didirikan salah satunya untuk memberikan rekomendasi kepada pemerintah terkait dengan kebijakan nuklir. Beberapa poin yang ingin BATAN sampaikan kepada pemerintahan yang baru nanti adalah mendorong pemerintah melalui instrumen kebijakan energi untuk mengatasi ketergantungan pada energi fosil dengan mendorong penggunaan energi baru dan terbarukan (EBT) secara intensif. Tentu diperlukan konsistensi dalam implementasinya.

Apa urgensi dari dorongan ini ?

Kita bicara tentang salah satu kebutuhan energi pokok masyarakat yakni ketersediaan pasokan listrik. Di sektor ketenagalistrikan, dalam beberapa tahun terakhir pertumbuhan konsumsi listrik belum dapat diimbangi oleh pertumbuhan kapasitas pembangkit. Meskipun

kapasitas pembangkit listrik, jaringan transmisi, dan jaringan distribusi terus berkembang, namun laju pertumbuhannya tidak seiring dengan laju permintaan listrik. Hal ini mengakibatkan banyaknya konsumen yang masuk dalam “daftar tunggu” untuk memperoleh aliran listrik. Lebih ironis lagi, dalam kondisi tertentu guna menjaga keandalan sistem, kerap dilakukan “pemadaman” akibat permintaan masyarakat yang terlalu tinggi. Peningkatan target rasio elektrifikasi dan kebutuhan listrik menuntut pembangunan infrastruktur ketenagalistrikan di masa datang. Saat ini elektrifikasi rasio baru mencapai 80 persen, dan itupun masih terpusat di Pulau Jawa.

Di lingkungan regional ASEAN, konsumsi energi final per kapita Indonesia pada tahun 2011 sebesar 0,857 TOE masih lebih rendah dibandingkan dengan Brunei (9,427 TOE), Singapura (6,452 TOE), Malaysia (2,639 TOE), dan Thailand (1,790 TOE). Begitu juga dengan konsumsi listrik per kapita Indonesia masih lebih rendah dibandingkan dengan Brunei, Singapura, Malaysia, Vietnam, dan Thailand pada tahun yang sama, namun masih lebih tinggi dibandingkan dengan Filipina.

Kesenjangan regional antara Jawa dan luar Jawa juga belum dapat diatasi. Masih banyak kawasan industri dan kawasan ekonomi yang belum dapat dilayani oleh sistem kelistrikan nasional. Di beberapa daerah luar Jawa, dimana sumber daya melimpah, justru malah kekurangan pasokan listrik. Ke depan proyeksi kebutuhan energi nasional dengan mengacu kepada Draft Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang telah mendapat persetujuan Dewan Perwakilan Rakyat (DPR) tahun 2014 itu menyebutkan bahwa target



penyediaan energi primer pada tahun 2025 sekitar 400 MTOE (2.932 Juta SBM) dan pada tahun 2050 sekitar 1000 MTOE (7.230 Juta SBM). Dengan target ini diperlukan pasokan energi yang besar dan dapat disediakan secara masif.

Apa yang bisa ditawarkan energi nuklir ?

Nuklir diproyeksikan mulai masuk ke dalam sistem kelistrikan Jamali pada tahun 2027 sebesar 2.000 MW (2 x 1.000 MW) dan bertambah sampai tahun 2050 sebesar 12.000 MW. Sedangkan untuk wilayah Sumatera, nuklir akan masuk mulai tahun 2031 sebesar 2.000 MW dan diakhir tahun 2050 menjadi sebesar 8.000 MW. Pada tahun yang sama Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) mulai memasok listrik ke sistem Pulau Kalimantan dengan 100 MW dan meningkat menjadi 800 MW di tahun 2050. Dengan nuklir saya sebut kebutuhan itu akan bisa terpenuhi.

Apa persoalan utama aplikasi teknologi nuklir ?

Kita harus akui bahwa persoalan utama ada di *public acceptance*. Yang terjadi selama ini ketakutan masyarakat awam terhadap pemanfaatan energi nuklir terbesar adalah bahaya radiasi pengion (berdasarkan hasil jajak pendapat). Padahal dalam setiap pembangunan reaktor nuklir (PLTN-red) wajib mempertimbangkan keselamatan pekerja, masyarakat dan lingkungan melalui peningkatan standar keselamatan dan keamanannya, sesuai dengan prinsip *defense in depth*, sehingga zat radioaktif yang dihasilkan reaktor nuklir dijamin tidak terlepas ke lingkungan baik selama operasi normal maupun jika terjadi kecelakaan.

Bagaimana anda bisa meyakinkan publik untuk menggaransi jika PLTN itu aman ?

Teknologi PLTN terus berevolusi secara signifikan, terutama dalam desain sehingga PLTN generasi berikutnya menjadi lebih andal, aman, ekonomis serta lebih mudah untuk dioperasikan. Peningkatan keandalan dan keamanan diperoleh pada penyederhanaan sistem pendingin primer, perbaikan pada mekanisme batang kendali dan optimasi dari pendinginan inti dalam keadaan darurat. Peningkatan kemudahan operasi dan pemeliharaan diupayakan dengan cara perbaikan sistem instrumentasi dan pengendalian. Sedangkan penurunan biaya konstruksi dan operasi diharapkan dapat meningkatkan unjuk kerja secara ekonomis. Jajak pendapat terbaru (2013) terhadap masyarakat tentang pembangunan PLTN di



Indonesia yang dilakukan oleh konsultan independen menunjukkan bahwa secara nasional 60,4% masyarakat setuju dengan pembangunan PLTN. Hasil ini meningkat dibandingkan dengan jajak pendapat yang dilaksanakan pada tahun sebelumnya.

Dari segi ekonomi, di beberapa negara ongkos pembangkitan listrik nuklir dari tahun ke tahun menunjukkan kecenderungan lebih rendah dari harga pokok penjualan listrik. Hal ini menunjukkan prospek yang menjanjikan sebagai salah satu pemasok listrik di Indonesia. PT PLN (Persero) telah melakukan studi keekonomian dan perencanaan energi serta kelistrikan. Hasil studi menunjukkan untuk PLTN dengan daya 1.000 MW ongkos pembangkitan listrik per kWh pada kisaran 6 sen USD sudah termasuk biaya jaringan listrik. Jika dibandingkan dengan pembangkit non-nuklir, maka PLTN kompetitif.

Pengembangan energi nuklir juga didorong oleh adanya permintaan beberapa pemerintah daerah yang menginginkan supaya dibangun PLTN di wilayahnya. Kalimantan Timur, Kalimantan Barat dan Bangka Belitung sangat berkeinginan untuk dapat membangun PLTN. Alasan utamanya adalah sering dialami kekurangan pasokan listrik dan adanya potensi sumberdaya Uranium dan Thorium sebagai bahan bakar nuklir.

Dengan terpilihnya Presiden dan Wakil Presiden Hasil Pilpres 2014, apa optimisme anda terhadap pemerintahan baru yang akan terbentuk?

Optimisme kami menginginkan BATAN menjadi lembaga yang unggul di tingkat regional paling tidak di level ASEAN. Keunggulan itu setidaknya terlihat dari infrastruktur yang kita miliki yang tentunya lebih unggul dibandingkan dengan negara lain. Kita memiliki reaktor riset yang tak dimiliki oleh negara lain yang dapat dimanfaatkan untuk riset pangan dan kesehatan.

Kepemilikan reaktor riset selain dapat dimanfaatkan untuk kepentingan riset

teknologi salah satunya misal untuk melakukan analisis untuk menghasilkan batere mengingat kemajuan teknologi gadget yang demikian pesat membuka peluang demikian besar untuk dukungan batere yang handal. BATAN barangkali bisa juga memberi kontribusi di bidang ini.

Sebagai lembaga riset, BATAN memang memiliki kendala dalam persoalan komersialisasi hasil riset yang telah dilakukan. Tentu sebagai lembaga litbang, posisi kita tak melangkah lebih jauh. Kita sudah berupaya menemukan solusi dengan menyampaikan apa-apa yang telah dihasilkan di BATAN kepada *user* seperti Kementerian Pertanian dan Kementerian Kesehatan agar paling tidak bisa memanfaatkan apa-apa yang telah dihasilkan oleh BATAN.

Hanya sayangnya, masih ada kurangnya dukungan dari sektor terkait. Salah contoh adalah penggunaan renograf, alat deteksi kondisi ginjal yang dikembangkan oleh BATAN yang sudah ada puluhan tahun. N amun hingga kini tak termanfaatkan secara maksimal. BATAN sebenarnya memberikan dorongan agar komersialisasi hasil litbang dapat ditingkatkan disamping tentu saja apa yang dihasilkan oleh BATAN memiliki keunggulan dibanding dengan negara lain. Dua handicap besar lainnya yang dihadapi oleh BATAN adalah SDM sudah mulai menua dan dukungan anggaran yang terlalu *mepet* yakni sebesar 715 miliar.

Dengan semua penjelasan yang telah diuraikan, harapan seperti apa yang bisa disampaikan kepada pemerintahan hasil Pilpres 2014?

Semua kembali kepada *goodwill* pemerintah. Jika dikehendaki maka *roadmap* yang telah disusun tentu bisa diwujudkan, pun demikian sebaliknya. BATAN menyadari untuk mewujudkan pembangunan PLTN dibutuhkan komitmen semua pihak. Semua *stakeholder* terkait harus saling mendukung terwujudnya gagasan besar itu.



Proteksi dan Kes



Bahan nuklir, zat radioaktif, dan atau sumber radiasi lainnya merupakan bahan yang banyak membawa manfaat dan berperan penting dalam upaya meningkatkan mutu hidup manusia. Selain bahan nuklir yang dapat digunakan untuk memproduksi energi listrik, berbagai zat radioaktif dan atau sumber radiasi lainnya telah dimanfaatkan di berbagai bidang terutama medik, industry, dan pertanian.

Selain membawa manfaat yang sangat besar, diketahui bahwa penggunaan bahan nuklir, zat radioaktif, dan atau sumber radiasi lainnya, memiliki efek yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Efek radiasi dapat berupa deterministik maupun stokastik. Efek deterministik merupakan efek yang dapat terjadi pada suatu organ atau jaringan tubuh tertentu yang menerima radiasi dengan dosis tinggi. Sementara efek stokastik merupakan efek akibat penerimaan radiasi dosis rendah di seluruh tubuh yang baru diderita oleh orang yang menerima dosis setelah selang waktu tertentu, atau oleh turunannya. Dengan adanya kedua jenis efek yang berbahaya ini, maka setiap aplikasi radiasi harus diatur dan diawasi secara ketat oleh instansi yang diberi tanggung jawab untuk melaksanakan pengawasan tersebut.

Keamanan Radiasi

Upaya untuk melindungi makhluk hidup dan lingkungannya dari efek radiasi yang berbahaya ini dikenal sebagai proteksi radiasi. Proteksi radiasi adalah tindakan yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh radiasi yang merusak akibat paparan radiasi. Upaya lain yang dilakukan dengan mengendalikan sumber radiasi disebut sebagai keselamatan radiasi, yaitu tindakan yang dilakukan untuk melindungi pekerja, anggota masyarakat, dan lingkungan hidup dari bahaya radiasi.

Aturan mengenai proteksi radiasi dan keselamatan radiasi di setiap Negara pada umumnya mengacu pada standar keselamatan yang diterbitkan Badan Tenaga Atom Internasional (IAEA) dan disponsori oleh beberapa organisasi internasional lainnya, rekomendasi yang dikeluarkan oleh ICRP, sementara ICRP sendiri menyusun rekomendasinya dengan memperhatikan hasil kajian dan analisis mengenai efek radiasi yang dilakukan oleh UNSCEAR.

Rekomendasi ICRP pada umumnya memberikan dasar bagi pengembangan iptek proteksi radiasi secara luas. Jika sebelumnya fokus sistem proteksi radiologi ICRP adalah hanya untuk manusia, kecenderungan saat ini adalah mengembangkan sistem terpadu yang

menggabungkan sistem proteksi terhadap manusia dengan sistem proteksi terhadap lingkungan. Sistem proteksi radiologi lingkungan sendiri merupakan bidang kajian yang masih akan terus berkembang karena pengetahuan mengenai efek radiasi pada spesies non-manusia masih sangat terbatas.

Walaupun dengan segala keterbatasan yang ada dalam menyusun sistem proteksi radiologi lingkungan, pada pakar telah sepakat bahwa sistem proteksi radiologi lingkungan harus harmonis dan sesuai dengan sistem proteksi radiologi manusia. Untuk ini telah diusulkan suatu sistem proteksi radiologi terpadu yang mempunyai tujuan menjaga kesehatan manusia dengan mencegah terjadinya efek deterministic dan membatasi efek stokastik pada individu dan meminimalkannya pada populasi, serta menjaga lingkungan dengan mencegah atau mengurangi frekuensi efek yang mungkin dapat menyebabkan terjadi kematian awal atau mengurangi keberhasilan reproduksi pada individu fauna dan flora tanpa memberikan dampak pada pelestarian spesies, pemeliharaan keragaman hayati, atau kesehatan dan status ekosistem.

Pengalaman telah membuktikan bahwa dengan menggunakan sistem pembatasan

dosis terhadap penyinaran tubuh (baik radiasi eksternal maupun internal) kemungkinan risiko bahaya radiasi dapat diabaikan petugas proteksi radiasi dengan mengikuti peraturan proteksi radiasi dan menggunakan peralatan proteksi yang canggih dapat menyelamatkan pekerja radiasi dan masyarakat pada umumnya.

Para penguasa instalasi nuklir sesuai dengan segala keturunan yang berlaku wajib menyusun program proteksi radiasi sejak proses perencanaan, tahap pembangunan instalasi, dan pada tahap operasi. Program proteksi radiasi ini dimaksudkan untuk menekan serendah mungkin kemungkinan terjadinya kecelakaan radiasi. Dalam penyusunan program ini diperlukan adanya prinsip penerapan prinsip keselamatan radiasi dalam pengoperasian suatu instalasi nuklir sesuai dengan rekomendasi oleh Komisi Internasional untuk Perlindungan Radiologi (ICRP).

Dalam pemanfaatan teknologi nuklir, faktor keselamatan manusia harus mendapatkan prioritas utama. Program proteksi radiasi bertujuan melindungi para pekerja radiasi serta masyarakat umum dari bahaya radiasi yang ditimbulkan akibat penggunaan zat radioaktif atau sumber radiasi lainnya. **●Aria**



Radiation detectors



Nuklir Itu Bukan Bom

“..Bom”, demikian selalu jawaban para siswa, mahasiswa serta sebagian besar orang yang berkunjung ke Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri BATAN Bandung. Sangat miris mendengar jawaban tersebut. Jawaban tersebut memberikan indikasi bahwa sosialisasi iptek nuklir harus dilakukan dengan lebih intensif.

Nuklir menjadi kata yang sangat menakutkan karena banyak menjadi headline berita setelah peristiwa gempa bumi dan tsunami yang menghantam negeri sakura beberapa waktu yang lalu, yang menyebabkan kerusakan hebat pada PLTN Fukushima Jepang. Sebenarnya apa sih nuklir itu? Dengan ini penulis ingin memberikan sisi lain tentang manfaat dan keunggulan nuklir, namun juga apa yang perlu kita lakukan untuk menghindari bahayanya.

Sebenarnya apa sih nuklir itu? Secara umum, energi nuklir dapat dihasilkan melalui dua macam mekanisme, yaitu pembelahan inti atau reaksi fisi dan penggabungan beberapa inti melalui reaksi fusi. Di sini akan dibahas salah satu mekanisme produksi energi nuklir, yaitu reaksi fisi nuklir. Yang dapat dilakukan oleh manusia, hanyalah reaksi fisi, karena reaksi fusi nuklir itu terjadi di matahari.

Reaksi fisi nuklir dikendalikan dalam suatu reaktor nuklir, sementara apabila reaksi fisi yang tidak terkendali yang berpotensi untuk menjadi bom atom. Reaksi fisi ini melepaskan neutron dan menghasilkan energi. Energi panas ini kemudian di ambil dan dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin seperti yang terjadi pada pembangkit listrik tenaga uap. Sedangkan neutron yang lepas ini juga dimanfaatkan untuk penelitian di berbagai bidang, seperti yang sudah dilakukan BATAN. Selain pemanfaatan radiasi neutron (sinar gamma), ada pula sinar alfa dan beta. Sinar-sinar tersebut dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang.

Pemanfaatan teknologi nuklir di bidang kedokteran diantaranya diagnosa dan terapi radiasi, perawatan yang efektif bagi penderita kanker. Adapula teknologi nuklir untuk pemandulan vektor malaria yaitu dengan cara radiasi ionisasi yang dikenakan pada salah satu stadium perkembangannya. Bahkan yang sedang di kembangkan di Bandung teknologi nuklir untuk mendeteksi keberadaan cacing filaria (penyebab penyakit kaki gajah) pada siang hari sehingga kita dapat melakukan deteksi dini penyakit tersebut. Dengan metoda pemeriksaan laboratorium biasa keberadaan cacing filaria hanya dapat dilakukan pada malam hari, saat hewan tersebut muncul di aliran darah manusia.

Dalam bidang pertanian, teknologi nuklir dimanfaatkan untuk menemukan varietas unggul yaitu dengan mengubah faktor pembawa sifat (gen). Perubahan gen yang dapat menyebabkan perubahan sifat makhluk hidup dan diwariskan disebut mutasi. Sinar radioaktif yang biasanya digunakan untuk mutasi adalah sinar gamma yang dipancarkan dari radioaktif Cobalt-60. Varietas padi terbaru yang dihasilkan dengan menggunakan teknologi nuklir diberi nama Sidenuk. Penggunaan sinar radioaktif untuk pemberantasan hama tidak untuk mematikan hama tetapi untuk memandulkan hama. Sejumlah serangga jantan diradiasi dengan sinar gamma dalam dosis tertentu sehingga mengalami kemandulan (steril). Sehingga sperma yang dihasilkan tidak dapat membuahi sel telur. Cara ini dikenal dengan istilah teknik jantan mandul.

Dengan penggunaan teknik ini, maka populasi hama akan menurun secara lambat dan bertahap tanpa mengganggu ekosistem.

Selain itu, agar bahan makanan yang disimpan tidak mudah rusak, maka teknologi nuklir saat ini telah digunakan untuk pengawetan makanan. Makanan yang diawetkan dengan menggunakan teknologi nuklir ini dapat bertahan selama 1,5 tahun selama kemasannya tidak rusak. Tidak percaya? Silahkan datang ke BATAN dan rasakan sendiri nikmatnya pepes ikan mas, rendang, semur, dan pepes teri.

Beberapa keuntungan menggunakan sinar radioaktif dalam pengawetan makanan antara lain sifat bahan makanan tidak berubah, dapat meningkatkan mutu, tidak menurunkan nilai gizi, tidak menimbulkan zat sisa pengawet, dapat dilakukan pada makanan yang dikemas sederhana

Penemuan cara pengawetan dengan teknik radiasi dapat meminimalkan kerusakan yang terjadi pada makanan. Aplikasi lainnya yaitu pencegahan proses pematangan, penghambat pemasakan buah, peningkatan hasil daging buah, dan peningkatan rehidrasi. Efek utama dalam pemrosesan makanan dengan menggunakan radiasi pengion berhubungan dengan kerusakan DNA. Mikroorganisme tidak mampu lagi berkembang biak dan melanjutkan aktivitas mereka. Serangga tidak akan selamat dan menjadi tidak mampu berkembang. Tanaman tidak mampu melanjutkan proses pematangan buah dan penuaan. Semua efek ini menguntungkan bagi konsumen dan industri makanan.

Pemanfaatan teknologi nuklir terkait dengan teknologi pertambangan digunakan pada eksplorasi minyak dan gas. Teknologi nuklir berperan dalam menentukan sifat dari bebatuan sekitar seperti porositas dan litografi. Teknologi ini melibatkan penggunaan neutron atau sumber energi sinar gamma dan detektor radiasi yang ditanam dalam bebatuan yang akan diperiksa.

Pada bidang konstruksi, teknologi nuklir digunakan untuk mengukur kelembaban dan kepadatan tanah, aspal, dan beton. Pemanfaatan teknologi nuklir juga digunakan untuk menentukan kerapatan (kepadatan) suatu produk industri, misalnya untuk menentukan kepadatan tembakau pada rokok digunakan Sr-90, juga dapat digunakan untuk menentukan ketebalan kertas. Saat ini terdapat beberapa industri rokok di Indonesia yang telah memanfaatkan teknologi ini untuk menjaga kualitas rokoknya.

Saat ini, BATAN bekerjasama dengan Kementerian Lingkungan Hidup RI telah melakukan pemantauan udara di beberapa kota besar dengan menggunakan Teknik Analisis Aktivasi Neutron. Dengan teknik tersebut, polusi udara dapat dideteksi sampai ukuran sangat kecil.

Itulah sekelumit kenyataan tentang teknologi nuklir yang saat ini sudah bisa kita nikmati bersama, tanpa kita sadari sebelumnya. Jadi nuklir yang ada di Indonesia, bukanlah bom, tapi sahabat kita.

● Arie W



Pelayanan Medis Di Pusat Riset Nuklir

Pemanfaatan teknik nuklir dalam bidang biologi dan kedokteran pertama kali dilakukan oleh Henry Danlos pada tahun 1901 ketika beliau melakukan pengobatan penyakit tubercolosis pada kulit menggunakan radioisotop Radium (Ra). Pada tahun 1927 Blumgart dan Weiss melaporkan hasil penelitiannya mengenai kecepatan sirkulasi darah pada organ normal dan pasien berpenyakit jantung menggunakan radioisotop alam berupa gas radon (^{222}Rn) yang dilarutkan dalam larutan garam fisiologik.



Penggunaan teknik nuklir dalam bidang kedokteran terus menunjukkan peningkatan dari waktu ke waktu. Dalam bidang kedokteran, pemanfaatan teknik nuklir ini meliputi tindakan-tindakan *radio-diagnosis*, *radio-terapi* dan *kedokteran nuklir*. Ketiga jenis kegiatan tersebut umumnya menggunakan sumber radiasi yang spesifikasi fisiknya berbeda-beda. Ada dua jenis sumber radiasi, yaitu sumber terbungkus dan sumber terbuka. Radiasi dari sumber terbungkus digunakan dalam radio-terapi untuk pengobatan tumor yang bersarang di dalam tubuh. Sedang radiasi dari sumber terbuka digunakan dalam kegiatan kedokteran nuklir untuk tujuan diagnosa, terapi dan penelitian

medik. Dengan berkembangnya aplikasi teknik nuklir dalam bidang kedokteran ini, kini pelayanan medis dapat juga dilakukan di pusat-pusat riset nuklir. Pelayanan medis ini berkaitan erat dengan pemanfaatan radiasi untuk radiodiagnosa, radioterapi maupun penelitian medis.

Untuk keperluan radioterapi, radiasi dapat dipakai untuk terapi kanker jenis tertentu yang bersarang di dalam tubuh manusia. Terapi kanker dengan radiasi dimungkinkan karena sel-sel kanker secara umum mempunyai kepekaan yang lebih tinggi terhadap radiasi pengion dibandingkan sel-sel normal. Dengan pengaturan pemberian dosis radiasi secara tepat, radiasi tersebut dapat membunuh sel-sel kanker dengan sedikit

efek kerusakan terhadap sel-sel normal di sekitarnya.

Radioterapi dengan foton (sinar-X dan sinar gamma) mengandalkan kemampuan foton dalam menghancurkan sel kanker. Jika foton ditembakkan pada suatu sasaran, elektron-elektron dalam atom sasaran itu akan menyerap energi foton sehingga elektron memiliki energi yang cukup untuk melepaskan diri dari ikatan inti atom. Proses lepasnya elektron ini disebut pengionan. Elektron-elektron inilah yang berperan besar dalam proses penghancuran sel kanker. Dalam perjalanannya di dalam organ, elektron akan mengionkan molekul DNA dalam sel, sehingga sel-sel kanker mengalami kerusakan yang akhirnya mati.

Kemajuan dalam riset fisika nuklir telah mengantarkan umat manusia berhasil mengembangkan berbagai teknik radioterapi kanker. Bahkan beberapa fasilitas riset nuklir juga telah dilengkapi dengan sarana untuk kegiatan radioterapi. Tulisan ini menyajikan tiga contoh pelayanan medis dari sekian banyak pelayanan medis yang dapat dilakukan di fasilitas riset nuklir, yaitu : radioterapi kanker di fasilitas riset nuklir yang memiliki akselerator proton dan inti ringan, serta pelayanan penelitian medis di reaktor nuklir dengan teknik analisa pengaktifan neutron.

RADIOTERAPI DENGAN PROTON

Proton memberikan banyak harapan pada para ahli radiologi untuk pengobatan kanker dengan ketepatan tinggi. Sejak tahun 1946, fisikawan Robert Wilson dari Harvard telah menyadari kemungkinan pemanfaatan proton untuk tujuan pengobatan. Wilson mengamati bahwa berkas proton dengan energi tertentu bergerak menempuh garis lurus dengan panjang jejak relatif sama. Hal ini berarti jika berkas proton ditembakkan ke organ tubuh, volume organ yang teradiasi proton itu adalah seluas berkas proton dikalikan panjang jejaknya di dalam tubuh.

Wilson juga mengamati bahwa berkas proton akan kehilangan sebagian besar energinya pada akhir lintasannya. Oleh sebab itu, berkas proton akan memberikan sebagian besar dosis radiasinya pada organ tubuh di akhir lintasannya. Sifat ini dapat dimanfaatkan untuk mengkonsentrasikan sebagian besar dosis radiasi proton pada suatu daerah di mana kanker bersarang. Dengan teknik ini, sel-sel di permukaan tubuh yang dilalui berkas proton tidak banyak mengalami kerusakan. Jadi proton akan jauh

lebih efektif dibandingkan dengan sinar-X maupun gamma jika dipakai untuk radioterapi kanker yang bersarang di kedalaman jauh di bawah permukaan tubuh.

Berkas proton memiliki banyak kelebihan untuk digunakan dalam radioterapi kanker. Kelebihan pertama adalah bahwa panjang jejaknya di dalam tubuh sangat ditentukan oleh besar energi yang dimilikinya. Semakin besar energi proton, akan semakin panjang lintasannya. Sifat ini sangat menguntungkan karena pemberian dosis radiasi pada kanker yang bersarang di kedalaman tubuh dapat diatur melalui pengaturan energi proton yang akan ditembakkan ke sasaran itu. Dengan pengaturan energi yang tepat, berkas proton mampu mencapai tempat dimana kanker bersarang dan akan menyerahkan sebagian besar energinya ke sasaran yang dituju. Dengan teknik ini, sel-sel normal yang dilalui berkas proton yang berada di antara permukaan tubuh dan tempat kanker bersarang tidak akan banyak mengalami kerusakan.

Kelebihan kedua adalah proton merupakan partikel nuklir bermuatan positif sehingga dapat dipercepat di dalam akselerator. Mempercepat gerak proton ini bertujuan untuk mendapatkan proton dengan energi sesuai dengan yang diinginkan. Karena dapat dipercepat, maka energi proton dapat diatur sedemikian rupa disesuaikan dengan kedalaman organ dimana kanker bersarang.

Kelebihan berkas proton yang paling utama dan tidak dimiliki oleh teknik radioterapi kanker lainnya adalah bahwa berkas proton dapat diarahkan secara tepat menuju sasaran. Karena proton bermuatan listrik, maka berkas itu dapat diarahkan dengan medan magnet dari luar. Itulah sebabnya, proton dapat dipakai untuk radioterapi kanker yang bersarang dalam organ tubuh yang sangat sensitif seperti mata dan otak. Karena gerakan proton dapat diarahkan, maka proton tidak akan mengalami banyak hamburan ketika bertabrakan dengan inti atom sel-sel dalam tubuh. Dengan demikian para dokter dapat memberikan dosis proton kepada pasien dalam jumlah besar tanpa ada rasa takut akan timbulnya efek samping terhadap sel-sel normal di sekelilingnya. Dalam radioterapi dengan proton ini, dosis radiasi yang diberikan kepada pasien bisa tiga kali lebih besar dibandingkan jika radioterapi dilakukan dengan sinar-gamma.



Fasilitas radioterapi dengan inti ringan di *National Institute of Radiobiological Science (NIRS, Japan)*

Beberapa pusat riset fisika nuklir seperti *Harvard (AS)*, *Uppsala (Swedia)* dan *Louvain-La-Neuve (Belgia)* telah melengkapi akseleratornya dengan berkas proton untuk radioterapi kanker. Pelaksanaan radioterapi kanker dengan proton telah diuji coba di beberapa negara. Inggris sejak tahun 1989 telah mengoperasikan akselerator proton di pusat riset nuklir *Douglas Cyclotron Centre*. Pasien penderita kanker mata *ocular melanoma* mengalami pengobatan di tempat ini. Di Harvard juga telah berhasil dilakukan pengobatan pasien *chordoma*, sejenis kanker yang merusak batang otak. Jepang juga memiliki fasilitas radioterapi dengan proton di pusat riset nuklir *Universitas Tsukuba* dan berhasil mengobati pasien kanker dengan baik.

RADIOTERAPI DENGAN INTI ATOM

Suatu tim internasional yang terdiri dari para ahli radioterapi, radiologi dan fisika nuklir dari negara-negara Eropa Barat seperti Belgia, Perancis, Jerman, Italia, Netherlands dan Inggris telah melakukan studi untuk proyek akselerator medis menggunakan inti ringan. Proyek ini dinamakan *EULIMA (European Light Ion Medical Accelerator)*. Berkas inti untuk keperluan medis ini berupa inti atom bermuatan positif yang kehilangan semua elektronnya sehingga berkas itu hanya berisi proton dan neutron (nukleon) yang terikat menjadi satu. Inti atom mempunyai muatan listrik positif yang memiliki tiga

keuntungan sekaligus jika dipakai untuk radioterapi kanker, yaitu :

- Inti atom mengandung neutron yang sebagian besar energinya diserap oleh hidrogen di dalam jaringan lunak tubuh manusia, sehingga dapat secara efektif menghancurkan sel kanker dibandingkan sinar-X dan proton.
- Inti atom mengandung proton yang bermuatan listrik sehingga dapat dipercepat di dalam akselerator untuk mencapai energi tertentu dan dapat diarahkan ke sasaran secara tepat dengan medan magnet dari luar tubuh pasien.
- Karena tersusun atas proton dan neutron, massa berkas lebih tinggi dibandingkan partikel tunggal seperti proton atau neutron saja, sehingga tidak mengalami banyak hamburan dalam menuju sasaran. Dengan demikian, berkas inti dapat ditembakkan dan diarahkan ke sasaran dengan ketepatan yang lebih tinggi dibandingkan proton.

Pusat riset nuklir *National Institute of Radiobiological Science (NIRS)*, Jepang, telah membangun akselerator (alat pemercepat partikel) untuk keperluan medik berkekuatan besar yang mampu mempercepat ion-ion berat berupa inti atom seperti Si, Ar, He, C dan Ne. Fasilitas medik dengan ion berat ini dibangun di Chiba dan diberi nama

HIMAC (*Heavy Ion Medical Accelerator in Chiba*) yang mulai dioperasikan sejak tahun 1994 lalu. HIMAC memiliki keakuratan yang sangat tinggi dalam menembakkan radiasi ke sasaran, sehingga para dokter dapat memberikan dosis radiasi yang tinggi pada pasien kanker tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti terhadap sel-sel normal di sekeliling sasaran. Di samping itu, pelaksanaan penyinarannya juga dapat dilakukan dalam waktu yang sangat singkat. Pasien kanker menjalani penyinaran dalam waktu kurang dari satu menit.

HIMAC membawa kabar baik bagi para penderita kanker yang hingga kini masih sulit diobati secara konvensional. Fasilitas radioterapi di Jepang ini merupakan sarana yang sangat bermanfaat untuk mempelajari metode interaksi antara ion-ion berat dengan sel kanker. Penemuan-penemuan baru dalam penelitian ini diharapkan dapat membantu mengatasi masalah kesehatan umat manusia, mengingat kematian tahunan akibat kanker terus menunjukkan peningkatan dari waktu ke waktu.

ANALISA PENGAKTIFAN NEUTRON

Reaktor nuklir jenis reaktor penelitian (*research reactor*) dapat dipakai untuk berbagai kegiatan penelitian dalam bidang teknologi nuklir, kedokteran, biologi, pertanian, kimia, metalurgi dan fisika. Untuk menunjang berbagai kegiatan penelitian itu, dalam reaktor ini seringkali dilengkapi dengan berbagai fasilitas, salah satunya adalah tabung berkas untuk melakukan pengaktifan dengan neutron.

Proses aktivasi adalah proses reaksi inti dimana unsur-unsur yang semula tidak radioaktif berubah sifat fisiknya menjadi radioaktif sehingga dapat memancarkan radiasi. Proses aktivasi yang paling umum disebabkan oleh penyerapan neutron oleh inti atom suatu unsur, dan proses irradiasinya paling umum dilangsungkan di dalam teras reaktor penelitian. Neutron yang dipancarkan dari proses fisi bahan bakar nuklir akan diserap dan masuk ke dalam inti suatu atom sehingga kestabilan inti atom tersebut terganggu. Inti yang tidak stabil ini selanjutnya dapat meluruh menuju ke keadaan inti yang stabil disertai dengan pemancaran radiasi jenis tertentu, yang paling umum adalah radiasi gamma (γ).

Teknik analisa pengaktifan neutron (APN) mampu mengenali unsur-unsur kelumit (*trace elements*) dalam suatu bahan. Unsur kelumit biasanya terdapat dalam jumlah yang sangat kecil sehingga sulit untuk diidentifikasi dengan cara pemisahan kimia biasa. Teknik APN mampu mengidentifikasi unsur kelumit dalam orde bagian per juta (*part per million, ppm*), bahkan untuk beberapa kasus mampu hingga orde bagian per milyar (*part per billion, ppb*). Di samping itu, teknik APN tidak terpengaruh oleh perlakuan kimia ataupun kondisi bahan selama proses aktivasi. Kelebihan lainnya adalah teknik ini tidak merusak terhadap bahan yang dianalisa. Dengan teknik APN dimungkinkan analisa terhadap sekitar 50 jenis unsur yang berbeda dalam satu sampel yang dianalisa.

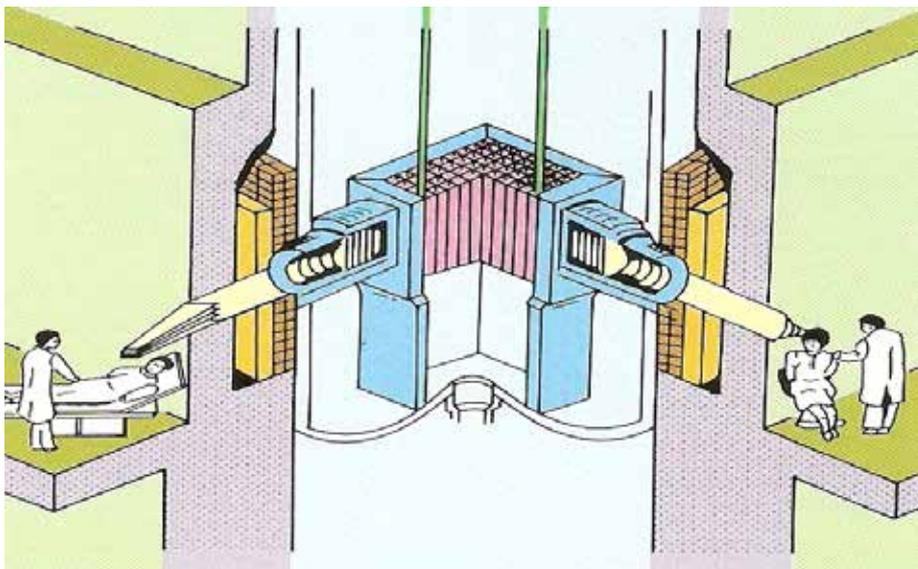
Teknik APN memegang peranan cukup penting dalam penentuan kuantitas perunut

dengan tingkat ketelitian yang sangat tinggi. Dalam bidang kedokteran, teknik ini dapat dimanfaatkan untuk menentukan kandungan mineral-mineral dalam tubuh, terutama terhadap unsur-unsur yang kadarnya dalam plasma darah maupun jaringan sangat rendah. Dengan teknik APN dapat diperoleh informasi yang akurat mengenai distribusi unsur-unsur kelumit dalam berbagai organ. Sejumlah mineral sangat diperlukan oleh tubuh manusia untuk kesehatan dan pertumbuhan. Ada kelompok mineral yang disebut mineral perunut/kelumit yang diperlukan oleh tubuh dalam jumlah sangat sedikit. Ada 14 unsur kelumit yang termasuk esensial bagi manusia, yaitu : Co, Cr, Cu, F, Fe, I, Mn, Mo, Ni, Se, Si, Sn, V dan Zn.

Dengan teknik APN, kandungan Cr dalam plasma dapat diketahui melalui reaksi (n,γ) sehingga dihasilkan ^{51}Cr dengan waktu paro ($T_{1/2}$) : 27,2 hari. Sedang kandungan Mn dapat diketahui juga melalui reaksi (n,γ) sehingga dihasilkan ^{56}Mn dengan $T_{1/2}$: 2,58 jam. Kandungan As dalam rambut dapat diketahui melalui reaksi (n,γ) yang menghasilkan ^{76}As dengan $T_{1/2}$: 26,3 jam. Hal menguntungkan berkenaan dengan teknik APN untuk mengetahui unsur-unsur kelumit dalam tubuh manusia ini adalah bahwa bahan-bahan organik dalam jaringan tubuh manusia tersusun atas elemen-elemen utama seperti C, H, O dan N yang apabila menyerap neutron tidak berubah menjadi unsur radioaktif, sehingga tidak mengganggu hasil aktivasi dan proses aktivasinya dapat dilakukan lebih mudah.

Banyak jenis pelayanan medis yang dapat diberikan oleh suatu fasilitas pusat riset nuklir, baik pelayanan berupa radioterapi maupun penelitian medis lainnya. Di negara-negara maju, banyak pusat riset nuklir yang melengkapi diri dengan fasilitas radioterapi maupun fasilitas untuk penelitian medis lainnya, dan telah menjalin kerjasama dengan rumah sakit dalam memberikan pelayanan medis. Melalui kerjasama seperti ini, pemanfaatan fasilitas riset nuklir dapat dioptimalkan, sehingga lebih berdaya guna dan berhasil guna. Sayangnya, kerjasama seperti ini belum lazim dilakukan di Indonesia. Padahal, pemerintah c/q Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) memiliki fasilitas riset nuklir berupa reaktor nuklir beserta fasilitas riset pendukung lainnya yang juga mampu memberikan jasa-jasa medis, seperti analisa dengan teknik APN

● Mukhlis Akhadi



Pelayanan radioterapi kanker di fasilitas riset nuklir

Zubaidah Irawati

Makanan Awet dengan “Nuklir”

Kebijakan utama pangan Indonesia dalam menunjang ketahanan nasional ialah menjamin kecukupan pangan dengan mutu gizi yang memadai bagi seluruh lapisan masyarakat untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia secara berkelanjutan. Pemerintah berkewajiban untuk memastikan terpenuhinya hak masyarakat memperoleh pangan yang cukup melalui system pengawasan keamanan pangan from farm to table secara terintegrasi.



Selama ini sekitar 25 persen hasil pangan dunia rusak oleh serangga, mikroba, dan tikus. Kehilangan komoditas pangan pascapanen di negara-negara kawasan Asia misalnya, diperkirakan mencapai 20-40 persen untuk buah dan sayuran, 20 persen untuk pepadian, dan sampai 50 persen untuk ikan.

Untuk mencegah terjadinya kerusakan pada pangan tersebut Peneliti senior Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) di bidang pengawetan makanan Prof. Dr. Zubaidah Irawati, mencoba penelitian mengawetkan makanan dengan nuklir. Namun, nuklir di sini tidak selalu terkait dengan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN), tetapi terkait pemakaian teknologi nuklir untuk beragam aplikasi, salah satunya pangan.

Dengan hasil penelitian yang dikembangkan Zubaidah Irawati, kita tidak lagi takut menyimpan makanan olahan dalam jangka waktu lama. Makanan jenis apapun di Indonesia seperti semur, rendang, dan jenis makanan lainnya bisa diawetkan hingga berbulan-bulan tanpa

mengubah cita rasanya.

Aplikasi iradiasi pada pangan bisa membantu mengurangi kehilangan komoditas pangan pascapanen. Berdasarkan penelitian, penggunaan iradiasi dengan dosis 0,25-0,5 kGy (kilogray) dapat dimanfaatkan untuk disintefasi serangga pada berbagai stadia dan cukup mencegah kerusakan pangan selama penyimpanan. Pertumbuhan tunas pada umbi-umbian seperti ketela dan bawang putih yang terlalu cepat juga bisa dipecahkan dengan iradiasi dosis rendah antara 0,05-0,15 kGy.

Begitu juga dengan pematangan buah dan sayur yang terlalu cepat, bisa dicegah dengan iradiasi dosis 0,2-1 kGy. Untuk pembusukan akibat mikroba, bisa dicegah dengan dosis radiasi 1-1,25 kGy. Sementara, iradiasi dosis 1-2 dilaporkan bisa memperpanjang masa simpan sayuran beku.

“Tak hanya itu, iradiasi juga berpotensi meningkatkan nilai pangan olahan siap saji berbasis resep tradisional,” imbuhnya. Pengawetan pada pangan dapat memberikan kontribusi ketahanan pangan nasional dan dapat berperan dalam mengamankan cadangan makanan, sedangkan nilai pangan secara keseluruhan merupakan fungsi faktor keamanan dan mutu pangan. Selama ini tak semua bahan pangan yang diproduksi bisa sampai ke tangan konsumen.



Perempuan kelahiran Pekalongan, 15 Agustus 1950 ini memulai kariernya sebagai Staf peneliti di Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) - BATAN pada tahun 1979 hingga mencapai jabatan Peneliti Utama pada tahun 2009. Sudah lebih dari 10 tahun, Zubaidah Irawati setiap hari menggeluti proses pengawetan bahan makanan. Dengan hasil penelitian yang dikembangkannya, kita tidak lagi takut menyimpan makanan olahan dalam jangka waktu lama. Makanan jenis apapun di Indonesia seperti semur, rendang, dan jenis makanan lainnya bisa diawetkan hingga berbulan-bulan tanpa mengubah rasanya.

Dikatakannya pula bahwa tantangan utama kegiatan iradiasi pangan dimasa depan adalah mewujudkan produk pangan iradiasi secara besar-besaran. Indikator keberhasilan hanya dapat dibuktikan melalui peningkatan jumlah permintaan pasar. Iradiasi pada jenis pangan olahan siap saji dengan menu yang bervariasi, praktis dalam penyajian dan memiliki nilai pangan yang tinggi dapat membuka peluang bisnis bagi siapapun sesuai target pasar yang dikehendaki.

Ketersediaan pangan yang bersih, lezat, bergizi, aman dikonsumsi dan terjangkau merupakan dambaan setiap orang untuk menunjang kelangsungan hidupnya. Edukasi publik tentang manfaat penting iptek nuklir khususnya pada pangan harus dilakukan secara efektif dan terintegrasi antara ilmuwan dengan para pakar sosiologi, psikologi, dan tokoh masyarakat. Mekanisme seperti ini akan mempermudah dan mempercepat pemahaman dan penerimaan publik terhadap pemanfaatan teknologi tersebut. Menurutnya, selama ini tak semua bahan pangan yang diproduksi bisa sampai ke tangan konsumen.

Peneliti yang telah menulis lebih dari 64 publikasi ilmiah ini mengaku bahwa riset itu bermula dari keprihatinannya akan banyaknya makanan olahan yang tidak bertahan lama. Padahal, Indonesia memiliki berbagai resep tradisional yang menghasilkan masakan lezat. "Rasanya enak banget kalau ternyata tak bisa

bertahan lama," kata anak pertama pasangan R. Koenari (alm) dan Soekati (alm) ini.

Ia menerangkan, semua pengawetan makanan olahan itu dihasilkan dari teknologi radiasi sinar gamma yang dilakukan di laboratorium BATAN. Makanan apa pun bisa awet asalkan melalui proses radiasi yang benar. Di antaranya memperhatikan faktor kebersihan hingga proses pengemasan. "Salah sedikit saja, bakteri masih saja tumbuh," imbuhnya.

Wanita yang telah mengabdikan diri di BATAN selama lebih dari 30 tahun ini juga menceritakan mengenai proses pengawetan makanan yang telah ia kembangkan. Zubaidah mengaku bahwa kombinasi perlakuan lain pada rawon, sup buntut goreng, sup ayam, soto, dan lumpia bisa diawetkan dengan memanfaatkan sinar gamma kurang dari 10 KGy. Sedangkan pengawetan makanan olahan untuk jenis rendang, kare ayam, pepes ikan mas, membutuhkan dosis radiasi yang lebih tinggi, 45 KGy.

Makanan-makanan itu, katanya, harus dikemas di kantung aluminium foil terlebih dahulu. "Beda-beda, kalau sup harus divakum dalam alat sekitar 70 persen, kalau snacks bisa 80 persen," kata ibu dua anak ini. Setelah itu, dibekukan pada suhu minus 18 derajat Celsius. "Bayangkan saja, pendinginannya butuh dua hari. Pada kondisi beku itu pula makanan olahan tadi diradiasi dengan sinar gamma pada suhu tertentu," katanya.

Dengan metode tersebut, bakteri yang bersifat patogen pada makanan seperti *Salmonella* spp, *E. coli*, dan *Staphylococcus* akan mati. "Saya pernah menguji kandungan gizi makanan itu sama sekali tak berubah. Pengawetan model ini juga bebas dari zat kimia. Saya membuktikan rasanya tak berubah," jelas wanita yang pernah tercatat sebagai peneliti utama proyek iradiasi dosis sedang dan dosis tinggi pada pangan olahan siap saji dan konsultasi iradiasi pangan International Atomic Energy Agency (IAEA) Austria ini.

Iradiasi dengan dosis maksimum 10 kGy dilakukan terhadap berbagai jenis bahan pangan baik dalam bentuk kering (rempah-rempah), beku (komoditi perikanan) yang pelaksanaannya mengacu sepenuhnya pada Peraturan Menteri Kesehatan No. 152/MENKES/11/1995.

Saat ini telah dikembangkan pula iradiasi pada berbagai jenis pangan olahan termasuk bumbu instan. Penelitian bersama antara BATAN dan Rel-ion serta instansi terkait lainnya, telah dilakukan pula pada skala semi

komersial terhadap berbagai jenis pangan siap saji yang diiradiasi dengan dosis 45 kGy, yang bertujuan untuk membandingkan hasil radiasi yang berlangsung pada dua fasilitas iradiator yang berbeda. Produk pangan tersebut selanjutnya diuji toksisitasnya sebagai upaya untuk melengkapi persyaratan keamanan pangan iradiasi berbasis resep tradisional yang diiradiasi pada dosis tinggi.

Hasil pengujian dilakukan terhadap seluruh jenis pangan siap saji yang diiradiasi secara *in vitro* dan *in vivo* pada hewan percobaan menyimpulkan bahwa kapasitas antioksidan bahan pangan meningkat dan jumlah radikal bebas tidak berbeda dengan sampel kontrol. Tikus tidak menunjukkan gejala klinis setelah diberi ransum iradiasi dalam rentang waktu pengamatan. Hewan tersebut dapat tumbuh dengan baik (normal), konsumsi pakan berlangsung dengan baik yang terlihat dengan tidak dijumpai sisa makanan pada kandang, aktivitas baik, bulu mengkilat dan bersih, serta tidak dijumpai kematian hewan selama pemberian pangan tersebut.

Iradiasi pangan olahan siap saji dosis tinggi dapat diberikan kepada masyarakat yang memiliki imunitas rendah dan kelompok tertentu.

Zubaidah yakin, dalam beberapa tahun ke depan, teknologi pengawetan makanan dengan radiasi akan sangat berkembang. Teknologi ini, katanya, juga bisa dimanfaatkan untuk industri rumahan. Namun sampai saat ini, proses iradiasi memang harus dilakukan BATAN. Meskipun makanan yang diradiasi harganya sedikit lebih mahal dibanding proses pengawetan kimiawi biasa, namun dari aspek keamanan dan mutunya, harga yang ditawarkan sudah termasuk murah.

Alumnus IPB – Bogor yang melakukan riset S3-nya di Belanda ini mengatakan bahwa pengusaha yang mau memanfaatkan teknologi itu akan mendapatkan keuntungan ekonomi luar biasa. "Coba hitung rendang daging sapi dibikin saat harga daging murah, lalu awet setahun. Padahal, saat dijual, daging sudah mahal, tentu keuntungan berlipat," katanya.

Sayangnya, saat ini belum banyak masyarakat yang melirik teknologi pengawetan itu. "Kalau sudah ngomong diiradiasi, awalnya orang 'enggah'. Padahal, kandungan gizinya juga tak berubah," kata Zubaidah. Sehingga lambat laun melalui pemahaman tentang makna dan keunggulan iradiasi pangan, masyarakat yang senantiasa mempertimbangkan keamanan dan mutu dapat menerima teknologi ini dengan baik.

Penanggulangan **PENCEMARAN** Timbal Udara



Tingkat pencemaran udara di kota-kota besar, saat ini cukup memprihatinkan. Pencemaran logam berat seperti timbal terdeteksi di kota Serpong, Bogor, dan sekitarnya sejak sekian lama dan masih berlangsung hingga saat ini. Meskipun penggunaan bensin berkadar timbal di seluruh wilayah Indonesia sudah dilarang sejak tahun 2006, kadar timbal pada udara di kota tersebut masih menunjukkan angka yang tinggi melebihi batas ambang udara yang diperbolehkan.

Pencemaran yang ditimbulkan oleh logam berat Pb perlu mendapat perhatian yang lebih serius karena dampak yang diakibatkan sangat berpengaruh pada kesehatan manusia, bahkan dapat menyebabkan kematian.

Berbagai hasil riset menunjukkan apabila Pb yang terdapat di udara terhisap dan telah terakumulasi hingga 10 µg/dL pada seorang anak, maka dapat mengakibatkan menurunnya tingkat intelegensia, *learning disability*, mengalami gejala anemia, hambatan dalam pertumbuhan, perkembangan kognitif buruk, sistem kekebalan tubuh yang lemah dan gejala autisme, bahkan kematian dini. Kadar timbal di atas 40 µg/dL pada darah pria berdampak pada menurunnya jumlah sperma, volume sperma, kepekaan sperma dan gerakan sperma yang berarti pula gejala kemandulan.

Pada ibu hamil, dampak serius terjadi baik pada sang ibu maupun janinnya mengingat timbal dapat menembus plasenta, sementara perkembangan otak janin sangat peka terhadap logam timbal dan terancam mengalami keguguran. Kenaikan kadar Pb setiap 1 µg/dL pada darah akan menurunkan IQ sebesar tiga point, yang secara umum pergeseran ini akan menaikkan sekitar 57% anak berkebutuhan khusus dan penurunan sekitar 60% jumlah anak jenius. Anak-anak balita dan usia sekolah merupakan usia yang rentan terhadap paparan timbal, sehingga dampak pencemaran ini akan sangat mempengaruhi kualitas generasi bangsa, baik dari sisi kesehatan maupun sisi kecerdasan.

Hasil riset dan survei yang dilakukan oleh Komisi Pembebasan Bensin Bertimbal (KPBB), mengungkapkan hasil pengukuran kadar timbal dalam darah anak-anak SD di daerah Cinangka, Bogor menunjukkan 40 responden

di darahnya terdapat kadar timbal 16,2-60 µg/dL, padahal kadar normal menurut Badan Kesehatan Dunia (WHO) maksimal 10 µg/dL. Kandungan timbal di darah ini sifatnya akumulatif, yang berasal dari pencemaran timbal di udara, juga makanan dan air.

Fakta adanya pencemaran timbal di udara, juga diperkuat oleh data penelitian kadar timbal di udara ambien pada partikel udara yang berukuran kurang dari 2,5 µm (PM_{2,5}) di Bandung yang dilakukan oleh BATAN Bandung sejak tahun 2005 hingga 2012. Sejak tahun 2006 terjadi penurunan konsentrasi Pb (Timbal) di udara setelah diberlakukannya penghapusan bensin bertimbal (Gambar 1). Penelitian yang serupa juga dilakukan oleh BATAN Bandung bekerjasama dengan PUSARPEDAL Pusat Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan KLH pada tahun 2012 untuk kota-kota lain seperti Jakarta, Palangka Raya, Pekanbaru, Serpong, Surabaya dan Yogyakarta

Hasil penelitian tahun 2012 mengungkapkan suatu fakta bahwa daerah Serpong yang sudah terindikasi adanya pencemaran timbal di udara, masih menunjukkan kadar timbal yang besar dibandingkan kota-kota lainnya seperti Bandung maupun Jakarta. Fakta lain yang terungkap adalah bahwa kondisi pencemaran timbal ini juga terjadi bukan hanya di Serpong, tetapi kota Surabaya pun terindikasi terjadi pencemaran timbal yang cukup tinggi.

Indonesia belum memiliki standar baku mutu logam berat Pb pada PM_{2.5}, PP No. 41 Tahun 1999 menetapkan batas ambang Pb pada *total suspended particulate* (TSP, partikulat udara berdiameter kurang dari 100 µm) yang ditetapkan tahunan sebesar 1 µg/m³, dan harian sebesar 2 µg/m³. Padahal, dampak timbal ini sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, khususnya anak-anak. Tentunya fakta yang terungkap ini tidak boleh diabaikan begitu saja. Berkaitan dengan kadar timbal di udara yang masih tinggi ini meskipun keberadaan bensin bertimbal sudah tidak ada lagi, maka perlu dilakukan kajian riset lebih mendalam.

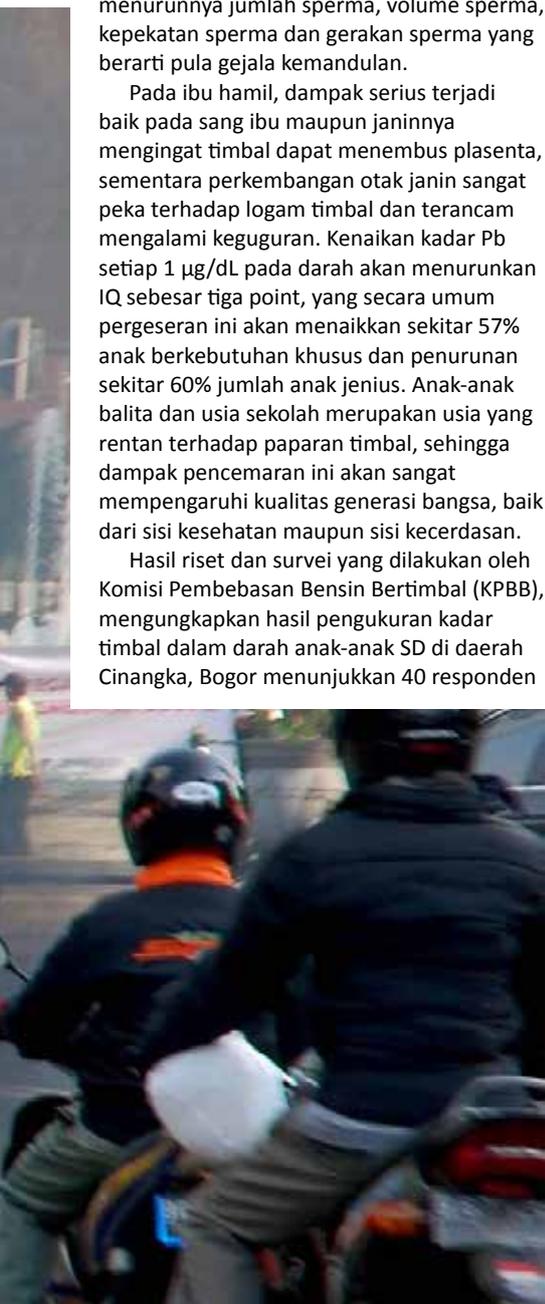
Bila dibandingkan dengan baku mutu Pb di Amerika (0,15 µg/m³), maka rerata kadar Pb di Surabaya tahun 2012 telah empat kali lebih tinggi dibandingkan standar baku mutu tersebut. Selain Surabaya, nilai rerata kadar Pb Serpong tahun 2012 juga telah melebihi baku mutu tersebut. Bahkan pada pengukuran harian, ditemukan adanya kadar Pb baik di Serpong maupun Surabaya melebihi baku mutu harian Indonesia pada

TSP yakni lebih dari 2 µg/m³. Padahal, dampak timbal ini sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, khususnya anak-anak. Tentunya fakta yang terungkap ini tidak boleh diabaikan begitu saja. Berkaitan dengan kadar timbal di udara yang masih tinggi ini meskipun keberadaan bensin bertimbal sudah tidak ada lagi, maka perlu dilakukan kajian riset lebih mendalam.

Untuk Surabaya, masih perlu dilakukan pemantauan secara lebih intensif untuk selanjutnya data-data yang diperoleh dianalisis menggunakan reseptor modeling. Perkiraan sementara yang bisa didapatkan adalah bahwa di sekitar lokasi sampling terdapat berbagai aktivitas industri diantaranya industri peleburan logam. Identifikasi pencemaran yang terjadi ini, menunjukkan pentingnya kajian serta pemantauan secara berkala dan berkelanjutan agar dapat mendeteksi lebih dini terjadinya sebuah pencemaran.

Untuk mencegah polusi yang semakin berlebih, perlu ada sinergi lintas institusi sebagaimana yang telah dijalin oleh BATAN Bandung dengan PUSARPEDAL dan Badan/ Dinas Lingkungan Hidup di berbagai kota dan provinsi. Melalui kegiatan monitoring dalam skala nasional, pengembangan kapasitas sumber daya yang ada serta berbagai kegiatan teknis lainnya seperti kajian, riset, training/workshop terkait pengendalian pencemaran udara, diharapkan dapat mengidentifikasi secara dini sehingga dapat ditanggulangi dengan lebih cepat. Melalui kegiatan kerjasama lintas institusi ini memungkinkan untuk dilakukannya kajian dan monitoring kualitas udara di 15 kota yang tersebar di Sumatera (Pekanbaru), Jawa (Jakarta, Serpong, Bandung, Semarang, Surabaya dan Yogyakarta), Kalimantan (Palangka Raya dan Balikpapan), Sulawesi (Makassar dan Manado), Papua (Jayapura), Bali (Denpasar), Nusa Tenggara Barat (Mataram), Maluku (Ambon). Kegiatan ini tidaklah mudah untuk dilakukan dan mustahil bisa direalisasikan tanpa adanya sinergi lintas institusi yang saling mengoptimalkan sumber daya yang ada untuk mengatasi keterbatasan. Pemantauan di berbagai kota ini, diharapkan dapat menghasilkan data-data akurat dan gambaran yang spesifik untuk masing-masing perkotaan sebagai dasar dalam mengambil langkah dan tindakan yang tepat dalam menanggulangi pencemaran udara di masing-masing daerah.

● Muhayaton Santoso dan
Diah Dwiana Lestiani





Logam Tanah Jarang yang Makin Diburu Dunia



Logam Tanah Jarang (LTJ) atau “rare earth element” kini semakin tak asing di telinga. Dari mulai gadget, mobil listrik hingga peralatan militer canggih membutuhkan logam ini. Kemampuannya menghasilkan neomagnet yang kekuatan magnetisnya berlipat-lipat kali magnet biasa serta kemampuan menambah kekuatan dan kekerasan logam serta ketahanannya terhadap panas membuat mineral masa depan ini diburu banyak pihak di dunia.

Logam Tanah Jarang adalah kumpulan 15 unsur kimia pada tabel periodik yang disebut lantanida yakni lanthanum (La), cerium (Ce), praseodymium (Pr), neodimium (Nd), promethium (Pm), samarium (Sm), europium (Eu), gadolinium (Gd), terbium (Tb), disprosium (Dy), holmium (Ho), erbium (E), thulium (Tm), itterbium (Yb), dan lutetium (Lu), ditambah skandium (Sc) dan yttrium (Y) yang dianggap sebagai LTJ karena sering ditemukan pada deposit bijih lantanida dan memiliki karakteristik kimia yang mirip dengan lantanida.

Meskipun LTJ bisa ditemukan di berbagai tempat di dunia, di mana setiap batuan mengandung unsur ini, tetapi konsentrasinya sangat kecil dan tersebar sehingga tak memenuhi kriteria ekonomis untuk ditambang. Itulah mengapa dinamakan Logam Tanah Jarang.

Namun demikian di sejumlah tempat, LTJ bisa ditemukan dalam bentuk senyawa kompleks fosfat dan karbonat yang melimpah. China adalah negara yang memiliki kelimpahan ini dan menguasai 97 persen LTJ dunia. Sementara kebutuhan dunia yang mencapai 180.000 ton pada 2012 terus meningkat. Karena itu negara-negara maju sempat terhenyak ketika China mulai membatasi ekspor LTJ dengan menurunkan kuota ekspor hingga menjadi 50 persen saja pada 2010. Ini mengakibatkan melonjaknya harga LTJ karena kelangkaannya di pasar dunia.

China memang tak hanya memurnikan LTJ, tetapi juga memanfaatkannya sebagai bahan baku industri dalam negerinya. Kini China pun makin menguasai pasar elektronika dunia dengan harga yang sangat bersaing.

SENYAWA KOMPLEKS

Tidak seperti sejumlah logam penting lain, unsur-unsur LTJ ini selalu ditemukan di lapisan kerak bumi dalam bentuk senyawa kompleks, umumnya senyawa fosfat dan karbonat. LTJ terutama ditemukan dalam mineral Bastnaesit ($CeFCO_3$) yang mengandung 50-70% Oksida LTJ. Juga mineral Monasit ($(Ce,La,Y,Th)PO_3$) yang mengandung 50-70% Oksida LTJ, mineral Xenotime (YPO_4) yang mengandung 54-65% LTJ dan zircon.

Dengan demikian untuk memperoleh LTJ perlu ada proses pemisahan.

Di Indonesia, sumber LTJ diketahui ada di Kepulauan Bangka Belitung, berupa mineral ikutan pertambangan timah, kata Peneliti dari Pusat Pengembangan Geologi Nuklir Badan Tenaga Nuklir Nasional (Batan), Erni Rifandriyah Arief. “Pada peleburan timah Babel terkandung juga uranim, thorium, silika, titanium, fosfat dan monasit. Monasit berupa pasir berat dan gelap ini teronggok begitu saja bersama tailing (limbah pertambangan) lainnya, padahal monasit mengandung LTJ yang dicari-cari itu”, katanya.

Data 2006, PT Timah memiliki 408.877 ton monasit, 57.488 ton xenotime dan 309.882 zircon, yang ketiganya merupakan mineral yang mengandung LTJ.

Ia menyayangkan perusahaan tambang yang selama ini hanya menggali timah, sementara monasitnya ditumpuk begitu saja selayaknya tailing, bahkan dijual ramai-ramai oleh masyarakat dengan harga sangat murah Rp2.000-Rp10.000 per kg kepada orang-orang asing yang datang ke Bangka.

“Padahal monasit yang mengandung LTJ ini seharusnya dihargai mahal bisa mencapai Rp7 juta per kg”, katanya. Bahkan europium oksida, salah satu oksida LTJ, berharga sekitar Rp40 juta per kilogram. Menurut dia, Indonesia sudah mampu mengolah monasit menjadi LTJ, meski masih dalam skala laboratorium di Batan. Karena itu diperlukan kebijakan tegas agar monasit ini tak dijual mentah-mentah keluar dan lebih dulu diolah menjadi LTJ.

Sementara itu, Dirjen Mineral dan Batubara Kementerian ESDM Sukhyar mengatakan, pemerintah telah melarang ekspor mineral mentah dengan UU no 4 tahun 2009 tentang Mineral dan Batubara, dan melalui Permen 07 Tahun 2012 melarang ekspor monasit. “Jadi setiap menambang timah, monasitnya harus dipisahkan, tidak boleh diekspor dan harus diolah di dalam negeri. LTJ itu logam strategis. Negara tetangga seperti Thailand dan Malaysia sudah punya pabrik pengolahan dan pengayaan LTJ, kita seharusnya punya juga”, katanya.

 Dewlest



KOMMUN

Pemuda Nuklir Indonesia



Generasi muda adalah agen perubahan, dengan pikiran, tenaga dan semangat masih 100 persen ok yang selalu berpikir positif. Di pundak merekalah nasib suatu bangsa ditentukan, Tidak akan ada Negara yang bisa membangun manakala Negara tersebut tidak memiliki generasi muda yang bermutu.

Sebagai generasi muda mereka dituntut untuk senantiasa bersikap baik, belajar menjadi sosok yang bijak dan menghindari berbagai macam hal yang mengelirukan. Banyak tanggung jawab yang tertumpu pada mereka.

seiring perkembangan teknologi dan informasi yang begitu pesat, banyak sekali fasilitas yang sudah tersedia dengan berbagai ragam bentuk yang dapat dimanfaatkan untuk membangun bangsa ini agar kedepannya kian baik dan mewujudkan cita-cita pahlawan yang telah gugur untuk menjadikan bangsa yang beragam ini menjadi bangsa yang maju dan sejahtera.

Banyak kegiatan positif dan membanggakan yang dilakukan oleh

para generasi muda, seperti dalam penyelenggaraan lomba-lomba ataupun olimpiade baik yang diselenggarakan melalui organisasi, perusahaan, maupun kelembagaan tertentu, contohnya olimpiade sains nasional, olimpiade fisika, dan olimpiade matematika. Belum lama ini Pusat Diseminasi Iptek Nuklir BATAN menyelenggarakan kegiatan Nuclear Youth Summit, dimana semua pesertanya adalah para generasi muda yang berkarya dengan usia mulai dari siswa SMA maupun mahasiswa yang peduli terhadap perkembangan iptek nuklir di Indonesia maupun di dunia.

Kegiatan riset Iptek nuklir di Indonesia telah dimulai sejak lebih

dari setengah abad yang lalu dan telah menghasilkan banyak produk hasil litbang yang berpotensi dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat di berbagai bidang. Dalam proses introduksi produk hasil riset Iptek nuklir perlu dilakukan kegiatan sosialisasi yang bertujuan mengembalikan citra iptek nuklir sebagai bagian sains dan anugerah alam yang layak diteliti dan dikembangkan untuk tujuan damai. Dalam upaya mengembalikan citra tersebut, perlu dilakukan penyadaran kembali tentang konsep dasar nuklir dan pemanfaatannya untuk tujuan damai serta potensi yang dimiliki masyarakat Indonesia untuk menguasai, mengembangkan dan



memanfaatkan teknologi nuklir. Diharapkan konsep ini dapat mengubah cara berpikir masyarakat Indonesia tentang iptek nuklir dan kemampuan SDM Indonesia dalam pengembangan serta pemanfaatannya.

Generasi muda sebagai generasi penerus masa depan dan pembangunan bangsa, memegang peran penting dalam semua aspek khususnya dalam riset teknologi nuklir. Peran ini perlu untuk dipupuk dan dirintis sejak dini sebagai upaya tidak hanya untuk melanjutkan estafet riset teknologi nuklir di Indonesia, namun juga turut mendorong proses introduksi hasil riset teknologi ini kepada masyarakat. Posisi generasi muda sebagai elemen penting masyarakat merupakan modal berharga dalam menajamkan dan mengimplementasikan potensi peran tersebut. Untuk itu diperlukan sebuah upaya bersama dalam meningkatkan pengetahuan dan pemahaman generasi muda terhadap teknologi nuklir serta mengoptimalkan jejaring kerjasama antar komunitas muda untuk menajamkan & mengimplementasikan potensi peran dalam mewujudkan visi teknologi nuklir untuk kesejahteraan masyarakat.

MENGENAL KOMMUN

Salah satu contoh peran generasi muda yang mempunyai kegiatan positif dan turut membantu dalam kegiatan mensosialisasikan perkembangan iptek nuklir kepada masyarakat umum terutama dikalangan pelajar yaitu Komunitas Muda Nuklir Indonesia atau sering kita sebut KOMMUN.

KOMMUN adalah komunitas yang memiliki kerangka kerja mewadahi aspirasi para pemuda yang peduli dalam memanfaatkan Iptek nuklir berskala nasional. KOMMUN sendiri berdiri bersamaan dengan kegiatan Nuclear Youth Summit pada tanggal 23 Mei 2014 di Yogyakarta. KOMMUN berkedudukan di Negara Republik Indonesia yang berpusat di Daerah Istimewa Yogyakarta. KOMMUN berdiri dengan berasaskan Pancasila, UUD 1945, dan UU mengenai IPTEK Nuklir. Berdirinya KOMMUN berawal dari ide para mahasiswa penerima beasiswa BATAN yang berasal dari UI, UGM, ITB, dan STTN dalam penyelenggaraan Nuclear Youth Summit Tahun 2013, dan yang menjadi Ketua Umum KOMMUN adalah Akhmad Aji Wijayanto mahasiswa UGM.

KOMMUN memiliki visi dan misi sebagai berikut: Menjadikan Komunitas Muda Nuklir Nasional (KOMMUN) sebagai wadah pengembangan dan sosialisasi IPTEK Nuklir yang tepat guna bagi seluruh elemen



masyarakat Indonesia.

Misi : Mengadakan kegiatan-kegiatan sosialisasi nuklir yang tepat akurat secara berkala, baik di lingkungan akademis maupun non-akademis. Memberikan pemahaman yang tepat dan informasi berimbang mengenai perkembangan IPTEK Nuklir beserta aplikasinya dalam kehidupan. Menciptakan dan membina jejaring yang baik antara delegasi-delegasi instansi/lembaga tertentu, maupun independen/sukarelawan (non instansi). Memperluas jaringan KOMMUN yakni diparameteri bertambahnya jumlah keanggotaan yang mewakili setiap daerah di Indonesia, dan frekuensi kegiatan baik yang bersifat permintaan masyarakat maupun inisiatif internal. Bekerja sama dengan lembaga Nuklir dalam hal akademis (jika diperlukan), yakni pengetahuan, penelitian dan pengembangan IPTEK Nuklir. Menampung aspirasi pemuda mengenai permasalahan IPTEK Nuklir untuk didiskusikan bersama sehingga dicapai sebuah solusi yang tepat dan aplikatif.

KOMMUN memiliki tujuan sebagai berikut: Menyelenggarakan kegiatan penerapan dan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi aplikatif kenukliran. Menyelenggarakan kegiatan sosialisasi ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir kepada masyarakat Indonesia. Menjadi media partner institusi kenukliran dalam mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir di Indonesia.

KOMMUN mempunyai peran sebagai berikut: Mensosialisasikan nuklir kepada seluruh elemen masyarakat, terutama generasi muda kalangan pelajar, mahasiswa, akademisi, dan wirausahawan. Mengajak masyarakat untuk memiliki pola pikir positif dan kritis mengenai IPTEK Nuklir. Mewadahi aspirasi para pemuda peduli teknologi nuklir untuk disebarluaskan ke masyarakat luas.

KEGIATAN KOMMUN

Sekalipun belum banyak kegiatan yang dilakukan oleh KOMMUN, namun KOMMUN telah berusaha menggalang mahasiswa yang tergabung sebagai anggota untuk melakukan berbagai kegiatan positif. Adapun kegiatan yang telah dilaksanakan adalah mengadakan kegiatan sosialisasi iptek nuklir dalam bentuk Nuclear Goes to School (NGS) dan Seminar.

Kegiatan pertama adalah NGS dilaksanakan di sekolah-sekolah SMA di wilayah Bangka Belitung dan Kota Yogyakarta dengan melibatkan mahasiswa dari UGM dan STTN yang menjadi pembicara di sekolah-sekolah. Kegiatan kedua adalah penyelenggaraan seminar KOMMUN yang bertemakan "Seminar Peran Pemuda Membangun Kemajuan IPTEK Nuklir" di Indonesia pada tanggal 30 November 2013. Peserta seminar berasal dari kalangan pelajar SMA dan mahasiswa. Kegiatan seminar dilaksanakan bersamaan dengan kegiatan Atomos Day BATAN dengan menghadirkan narasumber dari Universitas Negeri Jakarta dan Pejabat BATAN. Belum lama ini telah terselenggara kegiatan Gathering bagi anggota KOMMUN dan Launching Ranting Malang yang dilaksanakan pada tanggal 15-16 Februari 2014 di lereng Gunung Dieng Wonosobo, dengan peserta dari berbagai perguruan tinggi diantaranya UGM, STTN, Malang dan Unibraw.

Dengan kehadiran KOMMUN ini diharapkan dapat meningkatkan minat pelajar di Indonesia untuk menguasai bidang teknologi nuklir serta menumbuhkan rasa percaya diri dalam diri mahasiswa untuk siap bersaing dan menunjukkan karyanya yang bermanfaat di khalayak umum, dan menjadikan bangsa Indonesia ini semakin maju dalam hal ilmu pengetahuan dan teknologi nuklir.  Trisni



Pengaruh Abu Vulkanik Erupsi Gunung Kelud

Menurut Kepala Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Andi Eka Saka seperti dikutip Andi menjelaskan berdasarkan analisis BMKG, debu pada lapisan 1.500 meter terbawa ke arah timur laut, pada lapisan 5.000 meter ke arah barat laut dan pada 9.000 meter ke arah barat.

Erupsi Gunung Kelud ini melontarkan jutaan meter kubik abu vulkanik dan pasir. Material abu dan pasir tersebut melayang-layang di atmosfer dan menyebar di daerah yang jauh dari Gunung Kelud. Wilayah barat lebih banyak terjadi hujan abu dan pasir seperti di Pacitan, Ponorogo, Wonogiri, Bantul, Yogyakarta, Sleman, Kulon Progo, Purworejo, Kebumen, Solo, Boyolali, Salatiga, Temanggung dan sebagainya yang terkena abu dan pasir belakangan waktunya.

“Sedangkan di bagian timur hujan abu hingga Malang, Surabaya, Banyuwangi dan

Ampenan NTB,” terangnya. Sedangkan di Bandung, seperti halnya terjadi di sekitar Jalan Diponegoro, Bandung. Kendaraan hitam yang terparkir di Museum Geologi Bandung cukup teramat jelas serpihan abunya.

Beberapa Bandar udara ditutup dan penerbangan tidak operasional karena tebalnya abu vulkanik di landasan, dan masih banyaknya abu yang beterbangan di udara yang dikhawatirkan dapat merusak mesin pesawat udara. Pasar tradisional dan pusat perbelanjaan lainnya sepi dan kebanyakan memilih tutup. Kantor pemerintah dan sekolah diliburkan, hal ini karena banyaknya pegawai, murid, maupun guru yang mengalami kesulitan di perjalanan. Ditambah pula dengan kekhawatiran terhadap adanya gangguan kesehatan akibat menghirup udara yang bercampur dengan abu vulkanik yang mengandung zat berbahaya.

Sampai akhir bulan udara di wilayah Yogyakarta belum sepenuhnya bersih, terutama yang di jalan raya. Karena masih banyak debu yang berserakan di jalan. Debu ini belum seluruhnya hilang dari jalan-jalan. Sehingga pada saat terik matahari, debu yang semula sudah menjadi lumpur, mengering dan beterbangan dibawa angin, termasuk hebusan angin pada saat kendaraan besar lewat.

Pusat Sains dan Teknologi Akselerator merupakan salah satu fasilitas nuklir yang berada di kawasan Yogyakarta (8 km dari pusat kota). Fasilitas ini termasuk yang mengalami dampak letusan Gunung Kelud. Abu vulkanik sangat tebal sehingga sebagian besar karyawannya tidak dapat masuk kawasan kerja. Kantor inipun diliburkan sehari pada tanggal 14 Pebruari 2014, karena dikhawatirkan walaupun karyawan dapat masuk kantor, banyak sekali debu yang terbawa masuk ke ruang kerja sehingga



Kamis, 13 Pebruari 2014 pukul 22.50 WIB, Gunung Kelud di Kediri, Jawa Timur meletus sangat dahsyatnya mencapai ketinggian 17.000 kilo meter. Letusan kali ini berdampak sangat serius bagi penduduk di wilayah Kediri dan sekitarnya. Karena tingginya asap pada saat letusan maka abu vulkanik yang keluar dari gunung kelud terbawa angin ke beberapa daerah. Erupsi Gunung Kelud di Jawa Timur pada Kamis (13/2) malam ternyata juga dirasakan dampaknya hingga wilayah Ampenan, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat.

dapat mengganggu kinerja karyawan itu sendiri.

Reaktor Nuklir ditutup dan tidak melayani kunjungan dari luar BATAN selama lebih dari seminggu, karena petugas (Supervisor dan operator reactor) memerlukan waktu untuk mengkondisikan fasilitas, agar reactor tetap aman jika sewaktu-waktu dioperasikan. Pada tanggal 14 Pebruari 2014 PSTA mempunyai agenda penandatanganan Nota Kesepahaman (Memorandum of Understanding) yang rencananya dihadiri oleh berbagai pihak dari luar kota dan luar Jawa. Dari 60 tamu undangan yang diagendakan hadir, hanya beberapa orang saja yang dapat hadir di PSTA, itupun tamu yang sudah berada di Yogyakarta beberapa hari sebelum gunung Kelud meletus.

Hari pertama masuk kerja, praktis semua karyawan melakukan kerja bakti membersihkan ruang kerja dan lingkungan. Hal ini berlangsung sampai

hampir seminggu, karena sampai berita ini ditulis, masih banyak debu yang berada di lingkungan kerja PSTA. Debu tersebut dapat mengganggu kesehatan pekerja jika beterbangan dan masuk ke ruang kerja dan dapat mengganggu operasional peralatan, terutama yang mensyaratkan *dust-free*.

SITUASI DI KANTOR PSTA TANGGAL 14 PEBRUARI 2014

Disamping kenyataan tersebut di atas, abu vulkanik juga membawa berkah bagi banyak orang. Di Surabaya misalnya, perusahaan masker mendapat pesanan belipat dibanding sebelum ada terjadi erupsi gunung kelud. Perusahaan genteng di Jawa Tengah juga mendapat berkahnya karena banyak rumah-rumah penduduk di Jawa Timur yang kena dampak abu vulkanik yang diperbaiki dengan mendatangkan genteng dari Jawa Tengah. Pemprov Jatim akan mengimpor jutaan genteng dari Jawa

Tengah (Jateng). Ini dilakukan menyusul kurangnya stok genteng untuk memperbaiki rumah korban bencana letusan Gunung Kelud. Gubernur Jawa Timur, Soekarwo mengatakan, untuk memperbaiki 8.615 unit rumah warga di sekitar Gunung Kelud yang rusak, baik rusak ringan, rusak sedang, dan rusak berat Pemprov Jatim butuh sekitar 10 juta genteng. Stok produksi di dalam Jatim tidak mencukupi untuk memenuhinya. Sehingga pihaknya terpaksa mendatangkan genteng dari provinsi lain, yakni Jateng.

Abu vulkanik sendiri mengandung zat-zat yang dapat menyuburkan tanah, sehingga tanah yang terkena abu vulkanik tanamannya menjadi sangat subur. Belakangan abu vulkanik dijadikan bahan pembuatan souvenir dan banyak pula yang sudah diekspor ke manca negara.

N Mustamhadi





Indonesia Melirik Nuklir? Reaktor Nuklir 4 G sebagai Pilihan Terbaik

Gempa dan tsunami yang melanda Jepang medio 11 Maret 2011 sempat mencemaskan dunia. Getaran kuat gempa memicu terjadinya ledakan reaktor nuklir Fukushima karena terjadi overheating. Saat keamanan penggunaan energi nuklir dipertanyakan, pihak Badan Keselamatan Nuklir dan Industri Jepang (NISA) menegaskan, tak ada efek kesehatan bagi warga sekitar reaktor yang telah mengungsi. Bahkan tingkat radiasi disekitarnya dikabarkan termasuk kategori 'aman' dengan penjelasan tingkat radiasi di dekat reaktor sebesar 34,2 microsievert (sedang paparan radiasi rontgen perut dengan sinar -X di rumah sakit mencapai 600 microsievert dan seorang yang melakukan perjalanan pulang-pergi naik pesawat dari Jepang ke Pantai Timur AS akan menerima radiasi sebesar 200 microsievert.

Mungkin *public acceptance* berhubungan erat dengan minimnya informasi mengakibatkan opini masyarakat selalu menghubungkan meledaknya reaktor nuklir dengan 'trauma' sejarah kelim Hiroshima dan Nagasaki. Kemudian trauma musibah Chernobyl menambah teror itu menjadi-jadi karena tak adanya pemberitaan yang berimbang.

Lalu bagaimana dengan keselamatan reaktor nuklir di Indonesia? Reaktor Serba Guna Siwabessy di Serpong Indonesia-pun pernah meledak, tapi dilain pihak reaktor Kartini aman dan selamat saat gempa dahsyat mengguncang Yogyakarta pada 27 Mei 2006.

Tentu tak ada garansi teknologi yang nir-risiko dan memiliki jaminan 100 % aman. Studi Paul Scherrer Institute, Swiss terhadap 4.290 kecelakaan industri energi antara tahun 1969-1996 menunjukkan bahwa nuklir adalah sumber energi lebih aman dibanding gas alam, minyak, dan batubara. Batu bara menghasilkan

emisi CO₂, NO_x, SO_x, serta partikel debu ke udara. Dari segi emisi, batubara menghasilkan Emisi CO₂ mencapai 1250 gram CO₂/kWh, sedang tingkat emisi nuklir hanya 25 gram CO₂/kWh.

Karena pertimbangan mengurangi pemanasan global berbagai negara berlomba beralih ke penggunaan *teknologi* nuklir. China (mempunyai 27 unit PLTN), Rusia (11 PLTN) dan India (6 PLTN) sebagai kekuatan baru ekonomi dunia sekaligus penyumbang emisi terbesar dunia peringkat ke 2,3 dan 4 berencana menambah reaktor nuklirnya masing-masing 50 unit (China), 14 unit (Rusia) dan 18 unit (India). Dibanding bahan bakar fosil, pembangunan PLTN memang lebih mahal tetapi jauh lebih efisien dan murah dalam pengoperasian.

SEJARAH ENERGI NUKLIR

Sejak dikembangkan pada 1950, sebagian besar PLTN menggunakan air sebagai pendingin dan moderator. PLTN memanfaatkan

energi hasil reaksi fisi (pembelahan inti atom Uranium atau Plutonium yang menghasilkan energi) di dalam reaktor. Energi berupa panas digunakan untuk menguapkan air untuk memutar turbin dan membangkitkan listrik. Pada dasarnya prinsip kerja PLTN hampir sama dengan PLTU dan PLTG, kecuali bahwa di dalam PLTN tak ada proses pembakaran.

Komponen utama dalam reaktor nuklir adalah bahan bakar, biasanya berupa pellet UO₂ dengan titik leleh 2800° Celcius yang disusun dalam tabung silinder dan dirangkai dalam suatu perangkat bahan bakar. Satu PLTN memiliki sekitar 200 perangkat bahan bakar panjangnya mencapai 4 meter. Moderator adalah komponen PLTN berfungsi memperlambat. Komponen utama berikutnya adalah zat pendingin berupa air pembawa dan pemindah panas dari teras ke penukar panas neutron yang dilepaskan dari reaksi fisi. Populasi neutron diatur oleh batang kendali yang sekaligus mengatur daya.

Teknologi PLTN telah mengalami

perkembangan cukup pesat. Keselamatannya pun dibuat secara alamiah melekat (*inherent*) dan semakin tidak bergantung pada operator atau alat aktif. Sejak awal tahun 1950-an hingga kini, PLTN mengalami beberapa generasi perkembangan. Pada PLTN Generasi 1, dikembangkan pada 1950-1960-an. Generasi ini merupakan prototipe awal reaktor pembangkit daya yang bertujuan untuk membuktikan bahwa energi nuklir bisa dipakai untuk tujuan damai. Contoh PLTN generasi ini adalah *shippingport* (type PWR), Dresden (type BWR) dan Magnox (type GCR).

PLTN Generasi II dikembangkan setelah 1970-an. Mayoritas PLTN yang sekarang sedang beroperasi di seluruh dunia bisa digolongkan dalam Generasi II. Sebagian sudah di *refurbish* dan mengalami perpanjangan masa operasi. PLTN Generasi II dijadikan sebagai reaktor daya komersial acuan dalam pembangunan PLTN hingga akhir tahun 1990-an. Contoh PLTN generasi ini adalah PLTN type PWR, CANDU, BWR, AGR dan VVER.

PLTN Generasi III dan III+ adalah hasil perubahan desain secara evolusioner sambil memanfaatkan pengalaman dari operasi sebelumnya. Dikembangkan mulai akhir tahun 1990-an dengan tujuan meningkatkan faktor keselamatan dengan memanfaatkan sistem keselamatan melekat dan memperbaiki keekonomian reaktor. Jenis reaktor generasi ini banyak dibangun Negara-negara Asia Timur. Contoh PLTN Generasi III adalah Sistem 80+. Perbaikan desain yang evolusioner untuk meningkatkan faktor ekonomi secara signifikan menghasilkan PLTN Generasi III+ yang lebih ekonomis, contohnya AP1000, ABWR dan EPR.

Namun, reaktor nuklir generasi III masih memiliki berbagai permasalahan, diantaranya suhu operasi yang tidak terlalu tinggi sehingga tidak dapat digunakan sebagai pemasok energi termal untuk produksi hidrogen dan proses endotermik bersuhu tinggi, boros dalam penggunaan bahan bakar dan menghasilkan limbah nuklir dalam jumlah yang cukup banyak.

Sementara itu, PLTN Generasi IV adalah hasil pengembangan inovatif yang memiliki aspek ekonomi tinggi, tingkat keselamatan lanjut, menghasilkan limbah dengan kuantitas sangat rendah, sulit diproliferasi (diselewangkan untuk tujuan non damai) dan bebas dari kemungkinan melelehnya teras (*melt-free*) atau bebas kecelakaan nuklir. Desain PLTN Generasi IV dirancang tidak hanya untuk memasok daya listrik, tetapi juga untuk memasok energi termal untuk industri proses. Oleh karena itu PLTN Generasi IV tidak lagi disebut sebagai PLTN tetapi Sistem Energi Nuklir (SEN).

Reaktor nuklir generasi IV dirancang untuk

memperbaiki kekurangan yang ada pada generasi III, sehingga memiliki suhu operasi tinggi, lebih hemat bahan bakar dengan meningkatkan efisiensi dan kemampuan pembiakan (*breeder*), menghasilkan limbah radioaktif lebih sedikit, sistem keselamatan pasif sehingga mereduksi jari-jari eksklusi, dan banyak kriteria lain yang menjelaskan keunggulan reaktor nuklir generasi IV.

REVOLUSI

Perkembangan teknologi PLTN di dunia mengalami revolusi. PLTN kini memiliki kemampuan keselamatan mandiri, sangat aman, ekonomis dan ramah lingkungan. Hal itu dikatakan Prof. Dr. Zaki Su'ud, pakar keselamatan nuklir dan biofisika dari Institut Teknologi Bandung. PLTN saat ini menjadi pertimbangan banyak negara dalam mengatasi semakin berkurangnya sumber daya energi. Tidak heran negara maju hingga negara tetangga seperti Malaysia, Thailand, Filipina bahkan Vietnam mulai melirik tenaga nuklir sebagai penghasil energi. Zaki memberikan contoh Cina yang saat ini sangat mengandalkan sumber energinya pada tenaga nuklir. "Cina memiliki 140 tenaga nuklir, karena Cina menyadari tenaga nuklir ini adalah pembangkit energi paling murah bersamaan dengan batubara," ungkap Zaki.

Menurut Zaki pasca kecelakaan Chernobyl, kemunculan reaktor generasi IV yang mengatasi berbagai kendala PLTN yang sudah ada sebelumnya. "Reaktor generasi ke empat ini adalah reaktor menuju *inherent safety* dengan limbah minimum daur ulang. Penggunaan uranium alam secara efisien, non-proliferasi, serta ekonomis. Yang penting diketahui masyarakat bahwa reaktor nuklir



generasi ke empat ini dirancang membakar sendiri bahan limbahnya," jelas Zaki.

Oleh karena banyak nilai positifnya, Rusia pada 2014 akan membangun reaktor nuklir generasi ke IV ini. "Indonesia juga disarankan jika ingin membangun PLTN nya sebaiknya reaktor generasi ke empat atau sedikitnya generasi ke tiga," katanya.

Sementara itu A. Sarwiyana Sastratenaya dari Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) mengatakan dalam Undang-undang No. 17 tahun 2007, disebutkan RJPN 2005-2025 dua unit PLTN pertama diharapkan beroperasi pada 2020. "Selain itu Keputusan Presiden No. 5 tahun 2006 menargetkan bauran energi sampai dengan 2025 dengan kontribusi nuklir 2 persen dari energi primer atau 4 persen listrik (4.000 MWe). Dengan kata lain Indonesia bermaksud menerapkan bauran energi optimum yang terdiri dari semua sumber energi yang memungkinkan," katanya.

Terlepas dari tiga kecelakaan nuklir besar di Negara lain, angka korban nuklir terbukti paling kecil dibandingkan dengan bobolnya tanggul air misalnya. Sebab menurut Zaki, PLTN merupakan alternatif sumber energi yang fleksibel dan kompetitif serta ramah lingkungan. Biasanya PLTN ini dijadikan beban dasar bersama batubara dan panas bumi.

Sementara itu Kepala BATAN, Prof. Djarot Sulistio Wisnubroto menambahkan melalui kesepakatan 10 negara yang tergabung Generation IV International Forum pada 2000, yaitu, Afrika Selatan, Argentina, Brazil, Kanada, Perancis, Jepang, Korea, Swiss, Inggris, termasuk Amerika Serikat sepakat untuk mengembangkan PLTN generasi IV.

"Berbeda dengan generasi sebelumnya, PLTN generasi IV ini menggunakan sistem pendingin yang bukan air. Selain itu, lebih aman, dan ekonomis, serta memiliki kapasitas produksi kecil hingga besar, tergantung kebutuhan," ujarnya.

Setidaknya, sekitar 6 jenis sistem pendingin digunakan dalam teknologi nuklir generasi IV ini, yaitu Gas-Cooled Fast RS (GFR), Lead-Cooled Fast RS (LFR), Molten Salt RS (MSR), Sodium-Cooled Fast RS (SFR), Supercritical-Water-Cooled RS (SCWR), serta Very-High-Temperature RS (VHTR).

Keuntungannya, jika pipanya ikut hancur atau meleleh, maka logam cair akan langsung padat kembali terkena udara luar. "Itu sebabnya, bahaya seperti kasus Chernobyl bisa dielakkan. Tingkat keselamatannya jauh lebih baik, karena penggunaan bahan bakar plutonium yang lebih sedikit dan ekonomis. Sistem ini juga sangat sedikit menghasilkan limbah radioaktif, serta mengurangi penyalahgunaan untuk keperluan militer,"



ujarnya.

Penyalahgunaan pembangkit nuklir untuk keperluan militer dikarenakan proses dalam sistem reaktor generasi sebelumnya. Uranium dalam sistem reaktor terdiri dari dua jenis, U 235 (3-5 persen) dan sisanya U 238. U 235 akan mengalami reaksi inti dan akan terjadi pembelahan menghasilkan energi dalam bentuk neutron yang secara terus menerus bertumbukan dengan U238 yang berada di sekelilingnya. Tumbukan tersebut menghasilkan Neptunium U 239 yang meluruh mengeluarkan beta menjadi Plutonium (Pu 239).

“Jika plutonium yang dihasilkan jauh lebih banyak dibanding proses U 235, maka dapat berpotensi disalahgunakan untuk membuat bom. Bahkan, ada reaktor yang dibuat untuk menghasilkan plutonium sebanyak-banyaknya atau disebut *fast breeder reactor*,” paparnya.

Namun, melalui teknologi PLTN generasi IV, Pu 239 yang dihasilkan akan diproses kembali untuk menghasilkan energi. “Perhitungannya lebih kompleks karena spektrum tenaga neutronnya tidak sederhana,” ujarnya. Teknologi generasi IV menjadikan *penggunaan* bahan bakar untuk PLTN akan berlangsung secara terus menerus. Artinya, jika umur PLTN menggunakan uranium sekitar 65-70 tahun, maka dengan teknologi generasi IV ini akan terus berlanjut dengan menggunakan bahan bakar plutonium yang dihasilkan tersebut. “Masa operasional PLTN bisa meningkat tiga kali lipat,” ujarnya.

Dari sisi produksi, selain menghasilkan listrik, PLTN generasi IV juga dapat memproduksi hidrogen, karena penggunaan temperatur yang mencapai 500-1000 derajat (produksi dengan kimia panas). “Produksi cogeneration, selain listrik, juga menghasilkan hidrogen, gasifikasi, liquidisasi atau pencairan batu bara. Bahkan bisa digunakan desalinasi air laut, sehingga lebih efisien,” ujarnya. Kapasitas produksi listrik PLTN generasi IV bisa untuk skala kecil, sekitar 300 MW. “Jadi bisa ditempatkan di wilayah energi listrik dengan grid kecil. Produksinya tidak hanya satu reaktor tapi juga beberapa reaktor,” ujarnya.

Generasi IV diperkirakan siap operasional sekitar 2025-2030 dengan berbagai jenis sistem reaktor. Namun, ditengarai, Afrika Selatan akan menjadi negara pertama di dunia yang siap meluncurkan PLTN generasi IV ini. “Ditargetkan, pada 2014, Afsel akan mengoperasikan, sedangkan negara-negara lain diperkirakan baru mengembangkan PLTN generasi IV sekitar 2030,” ujarnya.

LEMBAGA INSPEKSI

Sementara itu sebagai lembaga yang

melaksanakan fungsi pengawasan terhadap segala kegiatan pemanfaatan tenaga nuklir di Indonesia, Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) menyebut nuklir bisa menjadi salah satu pilihan energi baru dan layak menjadi alternatif utama di Tanah Air untuk menggantikan kebutuhan energi fosil. Selain lebih ekonomis dan efisien, energi ini ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas rumah kaca yang menjadi penyebab pemanasan global.

Sayangnya, rencana pembangunan pembangkit listrik tenaga nuklir di tanah air masih mendapat resistensi dari sebagian masyarakat. Diduga, hal ini disebabkan tingkat pemahaman masyarakat yang masih relatif rendah terhadap aspek manfaat dan risiko energi nuklir. Padahal, reaktor yang ada saat ini selalu diawasi ketat oleh tenaga ahli teknik reaktor. “BAPETEN bukan *promoting body* tetapi kami harus mempersiapkan diri manakala ada yang mengajukan perizinan reaktor nuklir. BAPETEN harus siap untuk *mereviewnya*. Pasalnya, setelah izin dikeluarkan, maka BAPETEN menjamin keselamatan baik bagi pekerja, masyarakat, dan lingkungan hidup.” ujar Kepala BAPETEN Prof Jazi Eko Istiyanto.

Apalagi desain reaktor terkini berpedoman pada filosofi *defense in depth* atau pertahanan berlapis. Sistem tersebut didesain anti gempa, bertindak otomatis jika terjadi kondisi darurat, memiliki sistem saling kunci, deteksi kesalahan dini dan dilengkapi sistem pendingin teras darurat serta sistem pengungkung. Seperti halnya yang diterapkan pada Reaktor Nuklir Serpong. Jazi menambahkan, pengawasan ada tiga pilar, melalui pilar pengaturan, perizinan dan juga inspeksi. Khusus masalah perizinan untuk reaktor nuklir ada lima tahapan. Tapak, Konstruksi, *Commissioning*, Operasi, kemudian *Decommissioning*. Peraturan kita juga mensyaratkan ada aspek komersial dan non-komersial.

“Adapun syarat bagi yang ingin mengajukan pendiriannya bukan pemerintah, yang diperbolehkan hanya (BUMN), koperasi, swasta. Nantinya mereka juga harus menggunakan *proven technology*, artinya memanfaatkan teknologi terkini yang sudah ada,” ujarnya.

Teruji di sini dimaksudkan terbukti melalui pengalaman operasi reaktor paling singkat tiga tahun secara selamat dengan faktor kapasitas rata-rata minimal 75 persen. Dengan cara demikian, sebagai badan pengawas berharap masyarakat bisa diyakinkan tentang pengawasan dan jaminan keselamatan terhadap pemanfaatan tenaga nuklir. BAPETEN

juga siap diajak berdialog untuk segala hal yg berkaitan dengan tenaga nuklir.

Masyarakat Indonesia rasanya tak perlu memiliki ketakutan berlebihan pada penggunaan energi nuklir karena prosedur penggunaan selain diawasi secara ketat, juga diinspeksi oleh lembaga yang kredibel. BAPETEN sendiri telah membuktikan diri sebagai lembaga yang *‘qualified’* terbukti dengan diakuinya BAPETEN sebagai salah satu badan pengawasan terbaik di kawasan Asia Pasifik oleh IAEA pada 2013.

Prestasi BAPETEN dalam kinerja peraturan, perizinan, inspeksi, pengkajian dan keteknikan termasuk kesiapsiagaan nuklir selama ini sangat strategis pada tataran nasional dan global. Jazi Eko mengatakan, ke depan BAPETEN akan terus meningkatkan image nuklir agar tidak seseram yang didengar dan dibayangkan masyarakat. “Apalagi fakta menunjukkan saat ini tidak ada negara maju yang tidak memanfaatkan energi nuklir,” ujarnya.

DUKUNGAN PARLEMEN

Sementara itu disisi lain, dukungan penggunaan energi nuklir muncul dari parlemen. DPR telah menyatakan siap mendukung kebijakan pemerintah soal nuklir sebagai bagian dari langkah penyediaan energi nasional. Anggota Komisi I DPR Fraksi PAN Muhammad Najib mengatakan sejak 2007 pemerintah telah memiliki payung hukum yang memasukkan nuklir dalam bauran energi nasional yakni melalui UU No. 17/2007 soal Rencana Pembangunan Jangka Panjang dan UU No. 30/2007 tentang energi. Menurutnya, parlemen saat ini hanya melihat nuklir untuk energi sebagai pendukung peningkatan ekonomi negara. Namun, dia mengingatkan agar parlemen dan pemerintah transparan sehingga masyarakat sadar akan kebutuhan energi yang tiap tahun terus meningkat.

“PLTN harapan kami untuk memenuhi kebutuhan energy,” kata Najib. Dia mengharapkan agar pemerintah segera mewujudkan PLTN. Menurutnya, keputusan realisasi pembangunan PLTN berada pada tangan pemerintah. Dia menjelaskan sukses atau tidaknya pembangunan nuklir tergantung pada bagaimana pemerintah menjelaskan kepada masyarakat.

Pasalnya, dia melihat media kadang meliput isu yang sensasional sehingga terkesan provokatif sehingga menimbulkan pandangan negatif di masyarakat soal nuklir. Dia menjelaskan hingga saat ini, masyarakat Indonesia memandang bahwa nuklir merusak lingkungan dan nuklir sebagai senjata perusak.

“Ini yang tak mudah mengubah pola pikir masyarakat,” ujarnya.

Ketua Harian Dewan Energi Nasional/ Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Jero Wacik yang menyebutkan Komisi VII (Komisi bidang Energi) menyetujui Kebijakan Energi Nasional usulan Pemerintah dengan catatan, untuk energi nuklir akan disetarakan di dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).

Dalam raker sebelumnya, Komisi VII DPR RI juga sudah menyepakati bentuk hukum dari R-KEN tersebut yaitu dalam bentuk Peraturan Pemerintah (PP). Selanjutnya Peraturan Pemerintah tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) akan segera diproses untuk ditetapkan oleh pemerintah.

Terkait pemanfaatan energi nuklir, Jero Wacik menyampaikan bahwa dengan disepakatinya rumusan KEN tersebut maka tidak ada larangan bagi pemerintah untuk memanfaatkan teknologi nuklir sebagai sumber energi sepanjang telah dilakukan kajian yang mendalam mengenai adanya teknologi pengembangan energi nuklir untuk tujuan damai, pemenuhan kebutuhan energi yang semakin meningkat, penyediaan energi nasional dalam skala besar, mengurangi emisi karbon serta adanya kepentingan nasional yang mendesak, maka pada dasarnya energi nuklir dapat dimanfaatkan.

Dukungan terhadap penggunaan energi nuklir juga diungkapkan oleh sektor industri nasional. PT. Siemen Indonesia, salah satu industri yang memiliki kemampuan dan pengalaman untuk memasok komponen PLTN, terutama komponen *BOP (Balance of Plant)* maupun potensinya untuk memproduksi komponen nuklir (*nuclear island*).

General Manager Siemens Cilegon Factory Christof Cichon menyatakan selama ini pihaknya telah menjalin kerjasama dengan BATAN termasuk turut serta dalam membangun fasilitas laboratorium pendukung yang dibangun bersamaan waktunya dengan pembangunan Reaktor Serbaguna 30 MWth pada awal tahun 1980.

Manajer Product Line Management Iman Rehasah mempresentasikan secara ringkas pengalaman PT. Siemens dalam memproduksi dan memasok komponen pembangkit listrik ke banyak negara, termasuk komponen PLTN. Sedangkan *General Manager Operation and Steam Turbine Assembly* PT Siemens Industrial Power, Bandung mengatakan, beberapa komponen besar PLTN telah dibuat di sini, seperti kondenser, rumah turbin, generator, dll, dan dikirim ke Amerika (PLTN Sequoyah), China dan Finlandia (PLTN Olkiluoto unit 3), serta negara lainnya.



TEROBOSAN BARU

Perkembangan teknologi nuklir memasuki babak baru dengan munculnya teknologi Terrapower. Teknologi Terrapower, yang di temukan dan didanai oleh Pimpinan tertinggi Microsoft, Bill Gates bersama dengan para peneliti dari China untuk membangun reaktor generasi ke 4 (4G). Penelitian terhadap reaktor 4G ini diperkirakan akan mengabdikan dana sekitar Rp 9 Triliun.

Terrapower bekerja dengan design yang di ketahui sebagai *Tavelling Wave Reactors (TWRs)*, sangat unik diantara teknologi pembangkit nuklir lainnya dengan keunggulan kekuatan penuhnya. Sekali saja reaksi berantai di mulai, TWRs tidak dapat diberikan uranium yang telah di proses, uranium murni, dan bekerja penuh dengan kekuatan yang diambil dari pembangkit air ringan yang saat ini ada atau bahkan dengan kombinasi dari beberapa bahan. Berbanding terbalik dengan design yang saat ini ada dimana membutuhkan uranium yang telah diperkaya yang harus melalui proses yang sangat berbahaya dan mahal.

Terrapower juga dapat berdiri sendiri dan dapat beroperasi selama 40-60 tahun tanpa membutuhkan bahan bakar atau penggantian bahan lainnya. “Semua design baru ini akan bersifat sangat aman,” jelas Gates. Mereka (*Terrapower-red*) lanjut Gates, tidak memerlukan bantuan manusia untuk menjaganya agar selalu aman. Design lain di masa depan juga akan di bangun untuk dapat mencegah kerusakan yang disebabkan oleh bencana seperti gempa bumi dan gelombang pasang surut. Jepang mengalami kerusakan sangat parah di reaktor Fukushima Daiichi pada awal tahun 2011 ketika di serang oleh kedua kekuatan alami ini.

Guru Besar ITB Prof. Dr. Zaki Su’ud mengatakan, di masa depan masyarakat tidak perlu lagi takut soal adanya limbah nuklir. Sebab limbah ini bisa digunakan lagi untuk

bahan bakar PLTN generasi baru yang mampu menghasilkan listrik jauh lebih murah. “Dengan teknologi baru yang disebut *‘candle’* selain mampu menghasilkan listrik dengan harga yang murah juga memiliki tingkat keselamatan yang lebih tinggi,” katanya

Tak hanya itu, listrik yang dihasilkan dari teknologi reaktor *‘candle’* harganya relatif lebih murah. Sebab teknologi reaktor *candle* tidak memerlukan proses pengayaan uranium lagi yang memakan modal sangat besar. Bahan bakar PLTN langsung dipasok oleh uranium alam. Selain itu reaktor *candle* juga bisa memanfaatkan kembali limbah nuklir (plutonium) yang selama ini, Cuma disimpan di lokasi penyimpanan. “Jika sebelumnya limbah radioaktif sangat ditakuti, sekarang justru bisa dimanfaatkan kembali untuk PLTN,” katanya.

Menurut Zaki, reaktor generasi terbaru ini sangat efisien dan memiliki tingkat keselamatan tinggi yang tidak tergantung pada bagaimana operator menjalankannya dan apakah pasokan listrik ada atau tidak. Reaktor itu mengandalkan pada hukum-hukum alam dan punya sistem keselamatan sendiri yang secara otomatis bekerja jika terjadi kecelakaan. Reaktor *candle* sendiri diperkenalkan oleh Terra Power Project milik boss Microsoft Bill Gates. Dengan teknologi terbaru ini maka listrik yang dihasilkan 10 kali lebih murah dibanding reaktor nuklir konvensional.

Dengan menggunakan reaktor *‘candle’* harga listrik hanya Rp 200-400 per kWh. Padahal listrik yang dihasilkan PLN selama ini harganya rata-rata lebih dari Rp1.000 per kWh. Dalam kasus kecelakaan nuklir di Fukushima, Jepang ledakan hydrogen sempat terjadi akibat terjadinya kegagalan pendinginan akibat generator listrik mati terhantam tsunami. Tapi dalam reaktor *‘candle’* hal seperti itu tidak akan terjadi.

● Ag Sofyan dan Rudi Wahyono
dari berbagai sumber



NADINE CHANDRAWINATA Butuh Policy-Maker Lebih bijaksana dan Tepat

Komitmen mensukseskan kampanye mengurangi pemanasan global memang tak bisa lepas dari diri Nadine Chandrawinata. Puteri Indonesia 2005 ini dalam kehidupan keseharian sudah melakoni gaya hidup yang 'go green'. Go Green dikenal sebagai bagian aksi dan tindakan penyelamatan bumi akibat pemanasan global. "Eksploitasi besar-besaran oleh manusia menjadi faktor pemicu bagi berkurangnya daya dukung bumi," ungkap perempuan kelahiran Hannover, Jerman 8 Mei 1984.

Penggi olahraga Diving ini menyebut fakta hutan semakin gundul, pohon-pohon yang mampu menyerap debu dan menahan air semakin berkurang, aliran sungai yang sangat kotor karena limbah deterjen di mana-mana. Pemanasan global yang mencairkan gunung-gunung es di kutub menyebabkan permukaan air laut bertambah tinggi yang menjadikan bumi semakin rentan bencana adalah bentuk makin berkurangnya daya dukung alam.

"Tentu kita harus dukung kampanye *go green*. Apalagi Indonesia seperti disampaikan Presiden SBY telah berkomitmen mengurangi emisi karbon sebesar 26% pada 2020," jelas Nadine lagi.

Blasteran Jawa-Jerman ini mengaku komitmennya untuk mendukung kampanye *go green* bukan isapan jempol belaka. Gaya hidup ramah lingkungan ia tunjukkan dengan pemakaian kantung plastik yang bisa didaur ulang. Termasuk kebiasaan untuk konsumsi listrik seperlunya dan seefisien mungkin. "Penggunaan AC dan konsumsi air seperlunya, dan tidak berlebihan melakukan *laundry*. Termasuk pemakaian bahan bakar nonsubsidi untuk kendaraan kita," ucap Nadine lagi.

"Saya memulai dari hal-hal paling kecil yang bisa dilakukan.

Bukankah dari hal kecil, kita bisa meraih hal-hal besar,” ucap Nadine berfilosofi. Gadis yang membintangi *The Mirror Never Lies*, sebuah film yang berkisah tentang keindahan alam bawah laut di kawasan Wakatobi, Sulawesi Tenggara berandai-andai jika semua orang memiliki kesadaran pentingnya menjaga kelestarian alam, maka

kekhawatiran pada *isu-isu global warming* tentu dapat direduksi.

Sebagai *public figur* yang dikenal sebagai penggiat lingkungan, Nadine Chandrawinata memang memiliki perhatian khusus pada upaya pelestarian alam. “Jangan menganggap lingkungan terpisah dari kehidupan kita. Kalau kita tak bisa hidup tanpa air, tanpa udara, tanpa bahan bakar maka sudah semestinya pula kita tak boleh mengesampingkan alam. Kebesaran suatu negara sebenarnya bisa dilihat dari bagaimana cara kita menghargai dan menjaga lingkungan alam sekitar,” ucap perempuan yang menjadi supporter kehormatan WWF (World Wild Fund) Indonesia ini

TANTANGAN

Bagi Nadine Chandrawinata, perjalanan bersentuhan langsung dengan alam memberi banyak tantangan. Kakak kandung Marcel dan Mischa Chandrawinata mengaku tak pernah memaknai persentuhannya dengan alam hanya sebagai petualangan semata. Baginya, setiap kilometer yang dilalui, setiap mil yang dilayari, bahkan setiap ayun langkah kaki adalah proses pencapaian.

Sama seperti warga bangsa ini yang terus bergerak untuk melakukan pencapaian menjadi yang lebih baik. Nadine dan jutaan masyarakat Indonesia menginginkan sumber energi yang *sustainable*. Sumber energi yang terus bisa dimanfaatkan secara baik oleh umat manusia dan tidak menimbulkan kerusakan lingkungan. Nadine dan jutaan masyarakat Indonesia sangat paham bahwa kebutuhan energi yang semakin meningkat mendorong kita untuk mencari sumber energi lain yang menjamin kelangsungan hidup mereka. Terlebih saat ini, kita dihadapkan pada fakta bahwa cadangan energi fosil semakin menipis yang berpotensi pada krisis energi permanen serta komitmen pemerintah untuk mengurangi emisi karbon.

Dalam setiap perjalanan menyusuri belahan nusantara, Nadine juga mendapati adanya ketidakseimbangan dan pemerataan pembangunan antar wilayah di Indonesia yang menjadi perhatian fundamental para pengambil kebijakan. Akselerasi pembangunan akan sangat tergantung pada ketersediaan infrastruktur

termasuk kelistrikan.

Ditambah lagi fakta kebutuhan energi yang semakin meningkat, guna mendukung pertumbuhan penduduk, ekonomi dan industri, maka tampaknya upaya untuk penyediaan PLTN adalah sebuah keniscayaan dilakukan di Indonesia.

Pengembangan energi nuklir di Indonesia dalam konteks untuk mendukung ketahanan energi nasional menjadi pilihan paling rasional dan prospektif mengingat berbagai nilai positif seperti pilihan teknologi, tingkat keselamatan semakin andal, biaya pembangunan listrik yang kompetitif dan *success story* negara pengguna PLTN.

Hal ini akan menjadi daya dorong percepatan pembangunan PLTN di Indonesia. Meski menurut perspektif Nadine, upaya yang baik ini tidak sepenuhnya secara cepat diterima pengambil kebijakan maupun masyarakat. Dia berharap para pengambil kebijakan lebih bijaksana dan tepat dalam penetapan kebijakan energi nasional. Pengambilan keputusan hari ini akan menentukan dan membawa nasib Bangsa Indonesia masa depan.

Butuh proses dan waktu untuk terus meyakinkan publik bahwa sumber energi ini memang sangat diperlukan untuk menjamin kelangsungan hidup bangsa

📍 Ag. Sofyan/berbagai sumber





Patrick Moore Mantan Direktur Greenpeace: **Dari Menentang Kini Mendukung Energi Nuklir**

Patrick Moore, salah satu pendiri Greenpeace, selama 15 tahun bergabung di organisasi lingkungan global telah banyak mencatat prestasi. Selain ikut dalam berbagai gerakan menolak perburuan paus dan percobaan bom nuklir, ia bahkan pernah dibui karena berupaya melindungi seekor anak anjing laut yang hendak dibantai.

Moore yang juga direktur Greenpeace itu juga tercatat sebagai salah satu kru Greenpeace yang berada di kapal Rainbow Warrior yang diledakkan oleh mata-mata Prancis di sebuah pelabuhan di Auckland, Selandia Baru Pada 10 Juli 1985. Bisa dibayangkan, pada dekade 1970 hingga awal 1980-an, nama Moore harum di kalangan aktivis lingkungan global. Namun semuanya kini telah berubah, pada tahun 1976 Patrick Moore mengkampanyekan penolakan penggunaan energi nuklir untuk pembangkit listrik, dan dia mendukung pemanfaatan sumber energi terbarukan seperti hidro, geo thermal, biomass dan angin. Namun saat ini dia mendukung penggunaan energi nuklir untuk pembangkit listrik (PLTN).

Dia juga menulis dalam media massa Australia, The Age, "dia menulis bahwa: Greenpeace salah, kita harus mempertimbangkan energi nuklir". Dia berargumentasi bahwa rencana realistis untuk mengurangi ketergantungan bahan bakar fosil atau emisi rumah kaca, maka diperlukan peningkatan penggunaan energi nuklir. Dia mengakui bahwa hal ini sangatlah jauh berbeda dengan apa yang dia sampaikan beberapa dekade sebelumnya.

"Kami (Greenpeace) menghentikan bom dan menyelamatkan ikan paus. Tapi kami melakukan satu kesalahan, yakni menyamakan energi nuklir dengan senjata", kata Moore berulang kali dalam wawancara dengan berbagai media massa. Akhirnya Moore keluar dari organisasi lingkungan yang bermarkas di Kanada tersebut. Kepada media, Moore mengaku



“



Kami (Greenpeace) menghentikan bom dan menyelamatkan ikan paus. Tapi kami melakukan satu kesalahan, yakni menyamakan energi nuklir dengan senjata



erselisihan dalam isu saintifik menjadi penyebabnya sementara Greenpeace menuding Moore telah kehilangan hasrat untuk berjuang bagi lingkungan.

Sejak Moore tak lagi anti energi nuklir, kini, sejumlah aktivis lingkungan yang berseberangan dengannya menjuluki Moore sebagai 'Judas' dan menyebutnya pembohong. Sejak ditinggalkan Moore pada 1986, Greenpeace bahkan ogah dikaitkan dengan penyandang gelar doktor di bidang ekologi tersebut. Moore dikatakan telah menyimpang dari jalur perjuangan.

Greenpeace berkukuh Moore bukan lagi seorang environmentalis sejati, namun Moore menampilkan hal ini. Dalam sebuah artikel di Washington Post, ia mengaku tetap menentang pengetesan bom nuklir, perburuan paus, pembuangan limbah beracun dan beragam isu lainnya yang kerap dikampanyekan Greenpeace.

"Kecuali satu. Saya mengubah pandangan saya mengenai energi nuklir dan untuk ini saya dimusuhi oleh orang yang tidak mengenal saya. Kebanyakan dari mereka bahkan belum lahir ketika kami (Greenpeace) mencoba berlayar ke Alaska untuk menghentikan percobaan bom nuklir", cetusnya.

Yang dimaksud Moore ialah percobaan bom nuklir di Kepulauan Aleutian, Alaska pada 1971. Kala itu, Moore yang masih berstatus mahasiswa S3 di sebuah universitas di Kanada dipilih untuk ikut serta dalam sebuah perjalanan 'berbahaya' menggunakan

sebuah kapal tua ke Alaska sebagai bentuk ekspresi menentang rencana percobaan bom hidrogen oleh AS.

"Ketika itu saya meyakini bahwa energi nuklir sama artinya dengan bencana nuklir. Begitu juga komplot saya. Itulah keyakinan yang menginspirasi perjalanan kami ke Alaska untuk memprotes pengetesan bom nuklir", terang Moore.

Kala itu, Moore bergabung dalam sebuah kelompok lingkungan kecil di Kanada bernama "The Don't Make a Wave Committee". Itu merupakan perjalanan perdana kelompok yang jumlahnya hanya berkisar 20 orang tersebut. Dalam perjalanan tersebut, Moore dan kawan-kawan menggunakan sebuah kapal penangkap ikan uzur yang diberi nama Greenpeace. Media massa pun menamai mereka sebagai kru kapal Greenpeace.

"Kapal itu sudah sangat tua sehingga saya mengatakan kepada rekan-rekan saya bahwa kita bisa saja mati tenggelam di sana. Tapi setelah botol-botol bir diedarkan, kami tidak peduli lagi. Kami menjadi saudara di sana", kenang Moore.

Perjalanan tersebut terbilang sukses. Kampanye yang mereka usung kala itu menarik perhatian publik. Selagi kapal Greenpeace mengarungi lautan, demonstrasi besar-besaran menentang pengetesan nuklir terjadi di Kanada dan AS. Rencana percobaan bom nuklir yang diusung AS pun terpaksa dibatalkan.

Menyusul kesuksesan tersebut, 'The Don't Make a Wave Committee' kemudian berganti nama menjadi Greenpeace. Moore lantas didaulat menjadi salah satu juru bicara Greenpeace.

Ketimbang rekan-rekannya, Moore dianggap paling efektif mengampanyekan perjuangan Greenpeace. Karena itu, Moore kemudian dipilih menjadi Direktur Yayasan Greenpeace yang kemudian berganti nama menjadi Greenpeace Kanada dan kemudian terakhir menjadi Greenpeace Internasional.

Setelah 15 tahun memimpin dan mengarsiteki sejumlah aksi demonstrasi berani di Greenpeace termasuk perjalanan Rainbow Warrior Moore kemudian dicopot dari jabatannya. Menurut petinggi Greenpeace, Moore dinilai terlalu otoriter sebagai pemimpin.

Moore sendiri mengklaim memutuskan untuk keluar setelah Greenpeace menuntut pelarangan terhadap klorin (chlorine) dan semua produk turunannya. "Greenpeace menciptakan misinformasi sensasional dan menyebarkan ketakutan", ujarnya seperti dikutip Hidutimes.com.

Setelah meninggalkan Greenpeace, Moore kemudian memulai bisnis tambak ikan salmon di Pulau Vancouver. Pada 1991, ia menutup bisnis tersebut karena harga ikan salmon turun drastis. Moore kemudian mendirikan sebuah kantor konsultan bisnis dan bergabung dengan Forest Alliance of British Columbia, sebuah



organisasi yang didirikan sejumlah perusahaan kayu.

Pada 2001, bersama dua koleganya di Forest Alliance, Moore mendirikan Greenspirit Strategies (GS), sebuah perusahaan konsultasi di bidang lingkungan. Hingga kini, selain tercatat sebagai direktur di GS, Moore telah merampungkan sejumlah buku dan rutin menulis artikel terkait lingkungan di berbagai media.

PANDANGAN MOORE SOAL NUKLIR

Lantas apa sebenarnya pandangan Moore tentang energi nuklir yang menyebabkan ia berseberangan dengan organisasi yang ikut ia besarkan tersebut?

Menurut Moore, alasannya 'sederhana'. Selain nuklir dan tenaga air, tidak ada jenis energi hijau lain yang lebih stabil dalam menghasilkan daya yang besar untuk memenuhi kebutuhan listrik manusia yang terus tumbuh. Pasalnya, sumber energi hijau dari angin dan surya lazimnya 'putus-putus' dan tidak dapat diprediksi.

"Gas alam, bahan bakar dari fosil dan sudah mahal. Di sisi lain, produksi energi dari sumber air umumnya hanya bisa dibangun berbasis kapasitas. Karena itu, hanya energi nuklir yang paling mungkin menjadi sumber energi alternatif pengganti batu bara yang polusinya besar", cetusnya.

Menurut Moore, ketakutan dan keengganan publik mengejar 'keuntungan' dari energi nuklir kerap disebabkan oleh mitos-mitos yang berkembang di seputar nuklir, semisal bahaya radiasi, kemungkinan serangan teroris terhadap PLTN dan mahalnya harga listrik yang dihasilkan dari PLTN.

"Ada beragam mitos yang diasosiasikan dengan energi nuklir. Saya tidak mengatakan tidak bakal ada masalah. Namun, perlu pertimbangan matang dalam menentukan ke mana arah energi kita ke depan. Bahaya itu selalu ada dalam hidup kita", ujarnya.

Ditambahkan Moore, pembangkit listrik tenaga nuklir juga umumnya lebih aman dan berkelanjutan. Mengutip studi dari Columbia University pada 2004, ia mengatakan ketakutan terhadap radiasi kerap tidak beralasan. "Dalam studi itu diketahui bahwa pekerja PLTN umumnya lebih jarang yang terkena kanker dan atau penyakit lainnya ketimbang warga sipil biasa", jelasnya.

Sejauh ini, tercatat hanya tiga kecelakaan nuklir besar di dunia, yakni peristiwa melelehnya reaktor di Three



Chernobyl

Mile Island di AS, tragedi Fukushima di Jepang dan Chernobyl. Di Three Mile Island tidak ada korban jiwa sama sekali sementara di Jepang, kematian umumnya disebabkan oleh tsunami.

"Satu-satunya kecelakaan yang menyebabkan kecelakaan ialah Chernobyl. Itu pun karena desain PLTN-nya yang buruk. PLTN Chernobyl tidak didesain secara aman dan tidak punya mekanisme keamanan dan keselamatan yang otomatis", cetusnya.

Ditegaskan Moore, saat ini, sekitar 87% kebutuhan energi dunia diperoleh dari pembakaran sumber bahan bakar fosil. Mengganti kebutuhan ini dari tenaga angin dan tenaga surya merupakan hal mustahil. "Tapi energi nuklir bisa melakukannya. Tidak ada emisi dan produksinya besar dan berkelanjutan. Sudah saatnya para pembuat kebijakan berpikir ulang mengenai arah kebijakan energi mereka di era perubahan iklim ini", cetusnya.

Moore bukan satu-satunya aktivis lingkungan yang mengubah pandangannya soal itu. Ilmuwan Inggris James Lovelock yang juga dikenal sebagai penemu teori Gaia meyakini bahwa penggunaan energi nuklir merupakan satu-satunya cara menghindari bencana perubahan iklim. Begitu pula pendiri 'Whole Earth Catalog' Stewart Brand.

Kepada aktivis lingkungan yang berbeda pandangan, Moore tidak ambil pusing. Menurutnya,

ia tidak akan mengubah pandangannya soal nuklir sebelum para aktivis lingkungan bisa memberikan solusi yang lebih bijaksana untuk memenuhi kebutuhan energi manusia yang terus meningkat setiap harinya.

"Aktivis lingkungan tidak boleh hanya berkeinginan untuk meneruskan konfrontasi. Mereka juga harus tertarik terhadap solusi. Mereka tidak boleh dogmatis. Mereka harus mau membuka ruang untuk diskusi intelektual", tandasnya.

● Doe : dari berbagai sumber



James Lovelock



Hans Geiger Sang Penemu Geiger Counter



Geiger ialah anak pertama dari Wilhelm Ludwig Geiger, seorang profesor filologi (sastra) dari Universitas Erlangen. Tertua dari 5 bersaudara, Geiger pada awalnya bersekolah di Erlangen Gymnasium dan lulus pada 1901. Setelah menyelesaikan wajib militer, ia kemudian melanjutkan studi di Universitas Munich. Lulus dari Munich, Geiger melanjutkan pendidikan di Universitas Erlangen dan meraih gelar doktor di bidang matematika pada 1906

Pada tahun yang sama, Geiger pindah ke Inggris dan bergabung dengan departemen fisika di Universitas Manchester. Awalnya, ia diangkat menjadi asisten Arthur Schuster, Kepala Departemen Fisika Universitas Manchester yang juga pakar dalam bidang ionisasi gas. Setelah Schuster hengkang, Geiger kemudian bekerja sama dengan Ernest Rutherford, pengganti Schuster. Konon, ketertarikan Geiger muda terhadap fisika nuklir banyak dipengaruhi oleh Rutherford.

Selain sebagai pengawas para mahasiswa yang bekerja di laboratorium kampus, Geiger juga mulai menggelar serangkaian eksperimen dengan Rutherford mengkaji



Memiliki lengkap Johannes Wilhelm Geiger, fisikawan nuklir Hans Geiger lahir di Neustadt an der Haardt, Jerman, pada 30 September 1882. Ia dikenal sebagai penemu alat pencacah radiasi yang disebut Geiger Counter dan banyak melakukan eksperimen yang berhubungan dengan radioaktivitas.



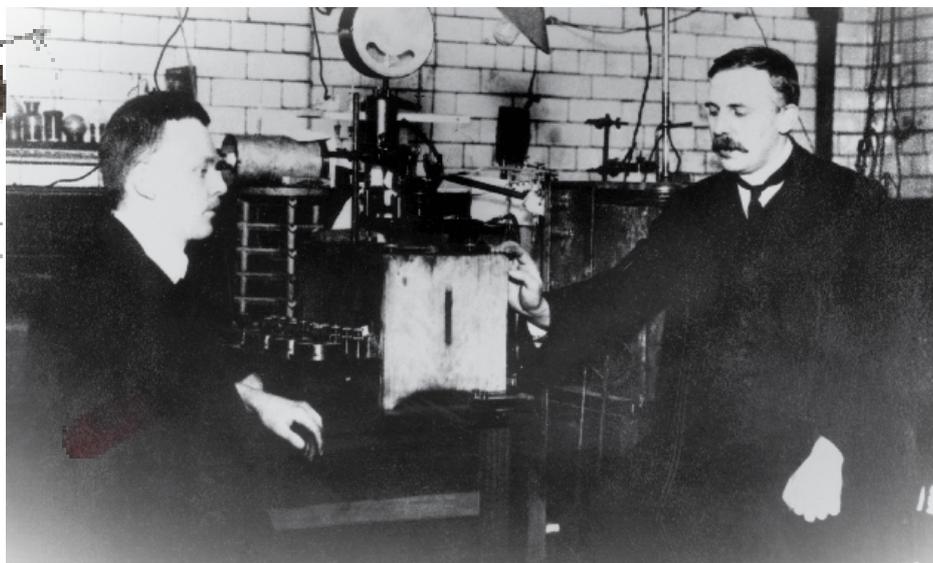
emisi
radioaktif.

Keduanya fokus meneliti partikel-partikel alpha dan menemukan bahwa ketika uranium diluruhkan ada sejumlah partikel alpha yang muncul.

Karena partikel alpha bisa menembus sebuah bidang solid, Rutherford dan Geiger berasumsi bahwa partikel alpha juga bisa menembus atom. Geiger kemudian mendesain sebuah alat yang dapat digunakan untuk menembakkan sejumlah partikel alpha 'menembus' sebuah kertas berlapis emas. Dalam eksperimen mereka, partikel-partikel alpha tersebut ternyata menembus lapisan emas dalam bentuk cerahan sinar kecil. Eksperimen ini kemudian dijuluki 'gold foil experiment'.

Ketika menembakkan partikel-partikel alpha ke lapisan emas tersebut, Geiger dan Rutherford menemukan bahwa mayoritas partikel menembus langsung. Namun, sebagian partikel dimentahkan ketika bertabrakan dengan atom-atom di dalam emas. Hal ini mengindikasikan bahwa partikel tersebut terpecah atau mental saat mengalami kontak dengan sebuah medan listrik yang sangat kuat. Eksperimen ini kemudian menjadi cikal bakal teori model atom Rutherford yang kemudian terus diuji coba oleh Geiger.

Di sisi lain, proses penghitungan partikel alpha masih dilakukan secara manual oleh keduanya ketika itu. Untuk memudahkan perhitungan, Rutherford dan Geiger kemudian mendesain tabung Rutherford-Geiger yang kemudian dikembangkan menjadi Geiger Counter. Geiger menemukan alat ukur yang memiliki kemampuan untuk menghitung jumlah partikel alpha dan radiasi pion lainnya yang dipancarkan saat peluruhan inti atom. Ini adalah versi pertama dari Geiger Counter.



Sebuah Geiger Counter umumnya berbentuk tabung logam disegel yang diisi gas. Tabung logam tersebut berfungsi sebagai elektroda pertama. Sebagai elektroda kedua, sebuah kawat tipis atau jarum diletakkan di tengah tabung. Tegangan listrik kemudian diberikan ke perangkat tersebut sehingga dapat melewati gas dari satu elektroda ke yang lainnya.

Setiap alat pencacah Geiger Counter berada di dekat zat radioaktif, gas di dalam tabung akan terionisasi. Kemudian partikel gas terionisasi membawa arus pada sirkuit lengkap, dari satu ujung ke ujung lainnya. Ketika fenomena ini terjadi, partikel yang melewati perangkat di desain melalui mekanisme elektronik sehingga menghasilkan bunyi "klik" untuk masing-masing partikel terionisasi yang lewat dengan memperkuat arus.

Geiger Counter dapat digunakan untuk mendeteksi sinar kosmik dan menemukan mineral radioaktif yang terkandung di alam. Alat ini juga memiliki sejumlah aplikasi ilmiah dan medis. Geiger Counter memungkinkan peneliti untuk memeriksa tingkat radioaktivitas di rumah, semisal mengecek keberadaan gas Radon di ruang bawah tanah atau di permukaan rumah.

Pada 1911, Geiger bersama John Mitchell Nuttall menemukan hukum Geiger-Nuttall. Hukum ini menyatakan bahwa terdapat hubungan linear antara logaritma dari pancaran partikel-partikel alpha dan

konstanta waktu radioaktif, yang terjadi pada peristiwa peluruhan inti atom.

Geiger juga melakukan sejumlah eksperimen yang sangat berpengaruh pada konsepsi atom Rutherford. Dari eksperimen-eksperimen tersebut, diketahui bahwa inti atom hanya menempati ruang yang sangat kecil dari keseluruhan volume atom yang berada di tengah-tengah atom.

Pada 1928, Geiger dan mahasiswa Walthor Muller mengembangkan versi terbaru Geiger Counter yang kemudian disebut sebagai pencacah Geiger-Muller. Geiger juga melakukan eksperimen bersama James Chadwick. Pada Perang Dunia I, ia bekerja sebagai petugas di kesatuan artileri di pasukan Jerman, setelah Perang Dunia I selesai ia kembali ke dunia akademis. Pada 1912, ia menjadi Kepala Physical-Technical Reichsanstalt di Berlin, kemudian berturut-turut pada 1925 menjadi profesor di Kiel, tahun 1929 pindah ke Tübingen dan tahun 1936 kembali ke Berlin.

Geiger tercatat sebagai anggota Uranium Club, namun ia tidak pernah mengekspresikan pendapat pribadinya ke publik terkait dengan Nazi. Beberapa pihak menyebutkan ia menolong teman-teman Yahudi-nya ketika konflik terjadi, namun beberapa sumber mengatakan sebaliknya. Geiger meninggal dunia pada 24 September 1945 di Postdam, Berlin, hanya beberapa bulan setelah Perang Dunia II berakhir. Usianya ketika itu 62 tahun.  eph



Meninjau Tapak PL

Pepohonan singkong, pepaya, pisang, sawit terlihat dari sela semak dan ilalang sepanjang perjalanan menuju sebuah lokasi di Kelurahan Tanjung, Kecamatan Muntok, Bangka Barat yang terjal dan terpencil. Kemudian dari kejauhan mulai tampaklah sebuah tiang yang tingginya sekitar 80 meter diikat dengan kawat yang membentang ke tanah di depan sebuah rumah kecil permanen. Dari dekat, lebih terlihat jelas bahwa ini adalah sebuah menara meteorologi dengan sejumlah anemometer terpasang di ketinggian untuk mengukur kecepatan angin.

Kendaraan tampaknya hanya bisa sampai di situ, karena selebihnya untuk menuju lokasi lainnya, stasiun pengukur kegempaan, rombongan harus menuruni perbukitan landai bersemak-semak sekitar 300 meter lagi dengan berjalan kaki. Lokasi ini hanyalah sebuah ruangan kecil berpagar kawat berisi peralatan pengukur gempa berlantai keramik yang tetap bersih dan terawat di tengah ladang belukar dan tanah becek sehabis hujan. Beberapa lokasi penelitian lainnya, seperti stasiun oseanografi, juga berdiri di dekat pantai di kelurahan yang berbatasan dengan Kelurahan Air Putih itu, masih di kecamatan yang sama yang disebut sebagai "Site 1".

Keluar dari perbukitan terpencil itu usai menjelajahinya, rombongan menuju ke sebuah kantor tempat berkumpul para peneliti, termasuk sebuah gudang berisi ratusan peti logam yang di dalamnya merupakan deretan batuan hasil pengeboran tanah di berbagai lokasi.

"Usia batuan yang membentuk pulau Bangka sangat tua", ujar Kepala Bidang Pengkajian Kelayakan Tapak PLTN Badan Tenaga Nuklir Nasional (Batan), Kurnia Anzhar. Diperkirakan

PLTN di Pulau Bangka

dari masa Jurassic sekitar 200 juta tahun lalu, sehingga sangat stabil. Batuan di Pulau Bangka memang berbeda dengan kebanyakan batuan vulkanis di Pulau Sumatera dan Jawa yang labil. Beratus kilometer dari tempat ini ada juga sejumlah lokasi survei di Kelurahan Sebagin, Kecamatan Simpang Rimba, Kabupaten Bangka Selatan yang disebut sebagai "Site 2". Kedua situs di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung ini sejak dua tahun lalu menjadi kawasan riset bagi calon tapak Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) yang telah lama direncanakan dan dimasukkan dalam UU No. 17/2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM).

Kurnia Anzhar mengatakan, pada akhir 2013 ini Batan telah menyelesaikan studi kelayakan tapak PLTN yang dirisetnya sejak 2011 dari berbagai aspek, seperti geologi, topografi, meteorologi, oseonografi dan demografi.

LAYAKKAH DIBANGUN?

Rekanan Batan pelaksana studi kelayakan tapak PLTN, Surveyor Indonesia menyimpulkan, dari studi yang dilakukannya selama tiga tahun di Pulau Bangka, PLTN layak dibangun.

"Kami merekomendasikan enam unit di Kabupaten Bangka Barat dan empat unit di Bangka Selatan dengan masing-masing unit berkapasitas 1.000 MW, sehingga total 10.000 MW", kata Manajer Proyek "Feasibility Study" Tapak PLTN PT Surveyor Indonesia, Irman Bustaman kepada pers keesokan harinya, di Pangkal Pinang, Desember lalu.

Studi kelayakan lebih terfokus pada perolehan data primer di lapangan dengan melakukan pengeboran, pemasangan alat untuk mengetahui kecepatan dan arah angin, gelombang laut, ketinggian, kegempaan dan lain-lain pada lokasi yang

dianggap paling layak. "Kajian kelayakan ini dibutuhkan sebagai data awal dari persiapan pembangunan PLTN", kata Kepala Batan, Djarot Wisnubroto yang menyambut baik hasil studi tersebut.

Pilihan Bangka, menurut dia, selain karena merupakan pulau dengan batuan sangat tua, keras dan stabil juga letaknya yang dekat dengan Sumatera, sehingga memungkinkan untuk menjadi pemasok energi listrik ke jaringan Sumatera dan Jawa-Madura-Bali. Selain studi fisik tapak, ujar dia, pihaknya setiap tahun juga melakukan jajak pendapat untuk mengetahui "trend" penerimaan masyarakat terhadap PLTN sebagai pemasok listrik nasional.

Jajak yang dilakukan lembaga survei independen PT Iconesia Solusi Prioritas (ISP) pada akhir 2013 menyimpulkan sebanyak 60,4 persen masyarakat menyetujui pembangunan PLTN. Survei ini menurut Direktur PT ISP Suhermin Ari Pujiati melibatkan 3.000 responden tingkat nasional dan 1.000 responden di Jawa, Madura dan Bali dengan menggunakan metode "Multistage Cluster Random Sampling".

Angka penerimaan ini meningkat dibanding jajak pendapat yang dilakukan tahun lalu (2012) di mana sekitar 52,93 persen masyarakat setuju dibangunnya PLTN, sementara pada 2011 pasca-tragedi Fukushima hanya 49,5 persen dan 59,7 persen pada 2010 saat pertama kali survei dilakukan.

Menurut pakar energi dan pendiri Masyarakat Peduli Energi dan Lingkungan (MPEL) Sutaryo Supadi, angka tersebut sudah cukup besar untuk menguatkan Kepala Negara dalam mengambil keputusan mengenai pentingnya PLTN. "Perancis yang 80 persen listriknya dibangkitkan dari PLTN dulu itu didukung 60 persen masyarakatnya", ujar Sutaryo. Namun

demikian, lanjut Kepala Batan, setelah studi kelayakan ini selesai dan diajukan ke pemerintah, pihaknya menyerahkan keputusan politik sepenuhnya kepada pimpinan nasional.

Ia pun mengingatkan bahwa seiring dengan pertumbuhan ekonomi nasional sebesar rata-rata enam persen per tahun, maka kebutuhan energi Indonesia setiap tahunnya juga terus meningkat. Bahkan pada 2015 mendatang, kebutuhan energi nasional diperkirakan memerlukan tambahan hingga 180 persen, atau meningkat dari 3 juta BOEPD (*Barrels of Oil Equivalent Per Day*) menjadi sebesar 8,3 juta BOEPD. Sayangnya, kebutuhan listrik itu sebagian besar masih dipenuhi oleh energi fosil, dimana konsumsi gas bumi dalam bauran energi nasional 2012 tercatat mencapai 20 persen, batubara 24,7 persen, minyak bumi 48,4 persen, sedangkan peran Energi Baru Terbarukan (EBT) baru 6,9 persen. Sementara cadangan energi fosil dunia juga semakin menipis, di mana saat ini hanya tersisa 1,4 persen untuk gas, minyak bumi 0,5 persen dan batubara 3,1 persen sehingga harganya pun tidak menentu.

"Selain itu jaringan listrik terpasang di seluruh Indonesia baru mencapai 40 ribu MW yang hanya bisa melistriki tak sampai 70 persen rakyat. Ditambah lagi 10 tahun ke depan Indonesia memerlukan 40 ribu MW tambahan kapasitas listrik lagi terkait jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi", ujarnya. Karena itu, ujar Sutaryo, PLTN pada akhirnya menjadi suatu keharusan di tengah kebutuhan energi yang melonjak pesat dan di tengah menipisnya cadangan energi dunia.

"Perundang-undangan sudah tersedia, dukungan DPR sudah ada, investor banyak yang minat, kesiapan infrastruktur nasional sudah sesuai evaluasi IAEA, dukungan SDM sudah lengkap, masyarakat sebagian besar menerima, dan terakhir tapak sudah dinyatakan layak. Seharusnya ini tak ditunda lagi", tegasnya.  Dewlest



Edukasi Nuklir ala Negeri Sakura

Hampir tiga tahun berlalu sejak gempa besar berkekuatan 9 Skala Richter (SR) dan tsunami memporak-porandakan Jepang. Selain menewaskan belasan ribu orang, gempa dan tsunami juga menerjang dan merusak pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN) Fukushima Daiichi.

Gempa terjadi pada 11 Maret 2011. Pusat episentrum diberitakan berada di wilayah pantai timur Tohoku Samudra Pasifik atau sekitar 373 kilometer tenggara Tokyo. Dua hari kemudian, gempa mengakibatkan tsunami setinggi hingga 38 meter. Di kawasan Fukushima, gelombang air setinggi 14-15 meter tiba.

Air bah diberitakan melampaui dinding pemisah setinggi 10 meter yang dibangun di sekeliling PLTN Fukushima, mematikan listrik di PLTN tersebut sekaligus merusak generator cadangan. Akibatnya, pompa yang berfungsi mengalirkan air ke dalam reaktor berhenti beroperasi. Hal ini menyebabkan pemanasan di dalam reaktor dan membuat tiga inti reaktor meleleh.

Seperti diberitakan, putusnya jaringan listrik akibat gempa membuat katup-katup aliran pendingin digerakkan oleh generator cadangan. Namun, generator tersebut hanya bisa beroperasi selama 1 jam karena terendam air bah. Walhasil, air pendingin dalam reaktor kembali tidak mengalir.

Tidak terendamnya batang bahan bakar berimplikasi serius. Hal ini menyebabkan suhu reaktor terus naik hingga mencapai 1.000 derajat Celcius. Pada titik ini, panas melelehkan batang bahan bakar dan isinya. Kondisi ini secara teknis disebut LOCA (Loss Of Coolant Accident).

Gempa dan tsunami meninggalkan duka yang mendalam bagi rakyat. Lebih dari itu, peristiwa kebocoran radiasi di PLTN Fukushima





bahkan mencoreng citra PLTN sebagai instalasi penghasil energi yang aman dan dapat diandalkan.

Pada awal bencana, New York Times sempat melaporkan bahwa Jepang akan sepenuhnya meninggalkan penggunaan PLTN pada awal 2040. Pembicaraan serupa juga terjadi di kalangan pembuat kebijakan di Belgia, Jerman dan Swiss.

Namun, situasinya berubah saat Perdana Menteri Shinzo Abe terpilih, akhir tahun lalu. Abe mengeluarkan sinyal bahwa penggunaan PLTN akan tetap dipertahankan. Bahkan setelah salah satu tragedi terburuk dalam sejarah nuklir, Abe mengakui sulit bagi Jepang untuk melepaskan ketergantungan terhadap energi nuklir.

BELAJAR DARI FUKUSHIMA

Namun demikian, mengembalikan citra energi nuklir di mata rakyat Jepang tidaklah mudah. Masyarakat Jepang sendiri pada umumnya belum memiliki pengetahuan memadai mengenai nuklir dan radiasi. Pasca-Fukushima, banyak informasi tidak akurat disampaikan media yang beredar. Kesalahan persepsi mengenai energi nuklir pun kian tinggi

Belajar dari kejadian tersebut Pemerintah Jepang melalui Ministry of Education, Culture, Sports, Science & Technology (MEXT) dan Japan Atomic Energy Agency (JAEA) berusaha untuk mendiseminasikan pengetahuan tentang Iptek nuklir kepada penduduknya dan negara-negara di Asia.

Salah satu langkah yang diambil yakni

dengan menyelenggarakan seminar keamanan nuklir bertema “Basic Knowledge Radiation for School Education”. Seminar ini diselenggarakan di Gedung Nuclear Human Resources Development Center (NuHRDec) di Kompleks Japan Atomic Energy Agency (JAEA), di Tokai Village, Prefektur Ibaraki, Jepang, pada 24 November hingga 6 Desember 2013 lalu.

Seminar tersebut diikuti sebanyak 24 peserta dari sejumlah negara di Asia, yakni Bangladesh (1 orang), Indonesia (2 orang), Malasya (3 orang), Mongolia (2 orang), Thailand (3 orang) dan Vietnam (5 orang). Setiap peserta dapat bertukar informasi terkait program edukasi nuklir dari negara masing-masing melalui presentasi country report.

Seminar ini diharapkan dapat meningkatkan pengetahuan peserta terkait keamanan PLTN dan mendiskusikan pelajaran yang bisa dipetik dari tragedi Fukushima. Informasi yang benar dan akurat mengenai energi nuklir dan radiasi itu nantinya dapat didiseminasikan oleh para peserta kepada publik di negaranya masing-masing.

Materi yang diberikan dibagi menjadi beberapa bagian, Pertama, presentasi yang memaparkan program-program pendidikan nuklir dan radiasi bagi siswa sekolah dan masyarakat di masing-masing negara. Kedua, penjelasan teoritis di kelas yang disampaikan oleh pengajar-pengajar dan para pakar dari Japan Atomic Energy Agency (JAEA).

Materi kuliah yang diberikan meliputi dasar pengetahuan radiasi semisal yang

terkait dengan radiasi dan proteksinya serta efek radiasi bagi tubuh manusia, dasar pengetahuan reaktor nuklir yang meliputi dasar-dasar reaktor nuklir, pengelolaan limbah radioaktif, dan pelajaran dari kecelakaan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir Fukushima Daiichi. Selain itu, pemateri juga membagi pengetahuannya di bidang kehumasan yang meliputi komunikasi publik dan *risk communication*.

Untuk mempraktekan teori yang telah dipelajari selama kuliah, dilaksanakan pula eksperimen antara lain percobaan Cloud Chamber untuk melihat sinar radiasi yang dipancarkan oleh materi sumber radioaktif dan percobaan Hakaru-kun untuk membuktikan prinsip proteksi radiasi yaitu fungsi jarak, waktu dan penahan (PEJABAT) terhadap kekuatan radiasi.

Selain itu, untuk menentukan jenis zat radioaktif yang terkandung di dalam sampling tanah dengan melihat kurva dari masing-masing zat radioaktif tersebut, dilaksanakan pula praktikum menggunakan Detektor Germanium. Adapun untuk mengukur jumlah zat radioaktif yang ada di dalam tubuh, digunakan pula alat Whole Body Counter.

Para peserta pun diberikan kesempatan untuk mengunjungi beberapa fasilitas nuklir yang ada di Jepang, seperti di Pusat Pelatihan dan Bantuan Kegawatdaruratan Nuklir (Nuclear Emergency Assistance and Training Center) di Tokai, Institusi Ilmu Radiologi Nasional (National Institute of Radiological Sciences) di Chiba, Japan Atomic Power Company (JAPC) serta Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir Tokai Daiichi dan Tokai Daiini di Tokai Village, Ibaraki.

Rangkaian kegiatan tersebut kemudian ditutup dengan diskusi mengenai penyusunan rencana dan program untuk menyelenggarakan edukasi tentang nuklir dan radiasi kepada siswa sekolah dan masyarakat di tiap negara. Para peserta dibagi menjadi dua kelompok dan masing-masing kelompok merumuskan rancangan kegiatan edukasi nuklir dengan tema ‘Science Camp’. Melalui diskusi tersebut, para peserta dapat berbagi pengalaman bagaimana cara mendesain suatu kegiatan edukasi nuklir dengan konsep *edu fun*.



01

Pelajaran Penting Dari Fukushima



Jakarta (20/03/14). Ada tiga hal penting yang dapat diambil dari kecelakaan nuklir Fukushima tiga tahun lalu, yaitu antisipasi melawan kondisi alam ekstrim, regulasi dan perubahan mitos keselamatan nuklir serta radiasi dosis rendah dan komunikasikan tentang resiko. Hal ini disampaikan oleh Takehiko Mukaiyama dari JAIF International Cooperation Center (JICC) pada Seminar Internasional Keselamatan Nuklir di Universitas Pancasila dengan tema *Lesson Learnt from Fukushima Nuclear Power Accident "Understanding of the Accident and Reconstruction of The Environment"* atas kerjasama Universitas Pancasila, JICC dan BATAN.

Selanjutnya Mukaiyama menegaskan, yang terpenting dalam keselamatan nuklir adalah regulasi *safety, security* dan *safeguards* yang bersifat holistik serta mampu mengantisipasi dengan baik segala kejadian sampai pada eskalasi yang paling ekstrim. Saat ini 48 unit dari PLTN di Jepang dengan daya total sekitar 44 GWe (Giga Watt Elektrik) sedang offline, dan menunggu hingga seluruhnya memenuhi standar keselamatan regulasi baru yang sedang disusun oleh *Nuclear Regulation Authority (NRA)*. Sebelum Fukushima regulasi nuklir di Jepang memiliki banyak ragam dan bersifat parsial oleh beberapa lembaga. NRA sendiri baru dibentuk tahun lalu sebagai bagian dari reformasi industri nuklir di Jepang. PLTN yang kini sedang *offline* baru dapat *restart* kembali apabila sudah memenuhi seluruh standar keselamatan NRA.

03

BATAN Hadir Di PENAS XIV Petani dan Nelayan 2014



Malang (11/06/2014). Temu Bibit dan Benih, digelar Masyarakat Perbenihan dan Perbibitan Indonesia (MPPI) di Arena Pekan Nasional Petani dan Nelayan di Kepanjen, Malang, Jawa Timur. Acara Temu Benih dan Bibit dibuka oleh Ketua Umum MPPI Dr. Muhammad Jafar Hafsa dan diikuti 350 peserta: KTNA, MPPI, Penangkar dan Produsen Benih se- Indonesia.

Tujuan kegiatan ini adalah terwujudnya komunikasi dua arah antara produsen benih/bibit anggota MPPI dengan para penangkar benih/bibit dan petani peserta PENAS XIV sehingga produsen benih/bibit mendapat pasar produksi benihnya dan para penangkar /petani mendapat benih unggul sesuai keperluan.

02

FGD: Pengembangan Teknologi dan Aplikasi BNCT

Yogyakarta (09/06/2014). Bertempat di Hotel Royal Ambarukmo, Yogyakarta telah dilaksanakan acara Focus Group Discussion (FGD) yang diselenggarakan oleh salah satu Konsorsium Riset SINAS Kementerian Riset dan Teknologi yaitu Pusat Sains dan Teknologi Akselerator (PSTA)-BATAN.

Forum yang bertemakan "Pengembangan Teknologi dan Aplikasi Boron Neutron Capture Cancer Therapy dengan Compact Neutron Generator" ini dibuka oleh Deputi Bidang Sains & Aplikasi Teknologi Nuklir BATAN, Dr. Ferhat Aziz, M.Sc, dan dihadiri oleh Dr. Agus Prasetyantono (Deputi Ristek), Drs Cristiandi Sanjaya (Wakil Gubernur Kalimantan Barat), KURRI (Kyoto University Research Reactor Institute-Jepang, dan sejumlah institusi yang terlibat langsung dengan SINas BNCT seperti Balitbangkes Kementerian Kesehatan, PT. Kimia Farma sekaligus sponsor acara ini, beberapa Perguruan Tinggi UGM, UII, UNY, UNSOED Purwokerto, UNS Solo, UNNES Semarang, UNTAN Pontianak, RS. Antammedika Jakarta, RSUD Prof. Dr. Margono Purwokerto, RSUD Dr. Sudarso Pontianak, Neopanora Technology and Resource International Limited-Hongkong.

Pada sambutan pembukaan, Deputi SATN mengatakan bahwa Aplikasi BNCT (*Boron Neutron Capture Cancer Therapy*) dengan CNG (*Compact Neutron Generator*) merupakan salah satu metode aplikasi pemanfaatan iptek nuklir untuk terapi kanker dengan menggunakan sumber daya alam kurkumin (kunyit) yang melimpah di Indonesia. Sehingga perlu dukungan banyak pihak baik dana dan dorongan semangat demi keberhasilan penelitian ini.



Badan Tenaga Nuklir Nasional mempromosikan hasil-hasil litbang Tanaman pangan: padi (20 varietas), kedelai (8 varietas), Shorgum (3 varietas) dan Gandum Indonesia (Ganesa) yang disampaikan oleh Dr. Sobrizal - peneliti Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi. Sobrizal menjelaskan proses pemuliaan tanaman padi dengan teknik mutasi radiasi untuk memperoleh keragaman genetik padi induk. Setelah itu dilakukan penanaman guna mendapat varietas yang diinginkan. Penanaman ini sampai M5-M6 agar varietas unggul yang diinginkan diperoleh secara seragam. Setelah itu dilakukan uji hama dan uji multi lokasi dan selanjutnya dilakukan proses sertifikasi agar dapat dilepas sebagai varietas baru oleh Kementerian Pertanian.

04 BATAN – ESDM sepakat meningkatkan ketahanan energi

Jakarta (18/06/2014). Telah dilaksanakan penandatanganan Nota Kesepahaman antara Badan Litbang Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) dan BATAN tentang kerja sama penelitian dan pengembangan di bidang energi dan sumber daya mineral dengan menggunakan iptek nuklir, yang dilakukan oleh Kepala Balitbang ESDM, F.X. Sutijastoto dan Sekretaris Utama BATAN, Falconi Margono dengan disaksikan oleh wakil Menteri ESDM, Susilo Siswoutomo dan pejabat tinggi dilingkungan Kementerian ESDM.

Ruang lingkup kerjasama antara kedua belah pihak meliputi tentang teknologi minyak dan gas bumi, teknologi ketenagalistrikan, energi baru, terbarukan dan konservasi energi, teknologi mineral dan batu bara, geologi kelautan dan bidang-bidang lainnya yang disepakati antara para pihak.

Dalam sambutannya Wamen ESDM mengatakan bahwa kerja sama ini diharapkan dapat mensinergikan litbang dasar dan terapan sehingga menghasilkan penelitian yang mendukung terwujudnya keamanan pasokan energi, mengembangkan dan pemanfaatan teknologi energi, mendorong berkembangnya industri dan jasa energi dalam negeri untuk menjawab tantangan meningkatnya kebutuhan energi domestik dan penurunan produksi minyak nasional.



Kepala Balitbang ESDM dalam sambutannya juga mengharapkan agar kerja sama yang telah dilaksanakan ini akan banyak terobosan dalam rangka meningkatkan ketahanan energi nasional dan peningkatan nilai tambah, dan sebagai upaya agar semua hasil penelitian dan pengembangan di bidang energi dan sumber daya mineral dapat dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk kemakmuran bangsa dan Negara Indonesia.

05 Seminar Nasional Teknologi Energi Nuklir



Pontianak (19/06/2014). Dalam rangka menampung ide dan pemikiran dari para peneliti, praktisi, dan pemerhati, Pusat Kajian Sistem Energi Nuklir (PKSEN-BATAN) dan Pusat Teknologi dan Keselamatan Reaktor Nuklir (PTKRNBATAN), didukung oleh Pemda Kalimantan Barat dan Universitas Tanjungpura, menyelenggarakan Seminar Nasional Teknologi Energi Nuklir dengan tema Pemanfaatan energi nuklir untuk mendukung pengolahan SDA di Kalimantan.

Menurut Menristek, memaparkan untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan industri nasional pada masa yang akan datang, diperlukan penyediaan sumber energi yang cukup besar. Pengembangan sektor energi harus diarahkan untuk penganeekaragaman pemanfaatan energi, baik yang terbarukan maupun yang tak terbarukan.

Hal tersebut dilakukan untuk optimasi penyediaan energi nasional yang paling ekonomis tanpa mengabaikan pertimbangan lingkungan Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Mineral dan Batubara (UU Minerba) mewajibkan pengelola pertambangan untuk meningkatkan nilai tambah sumber daya mineral dan/atau batubara dalam pelaksanaan penambangan, pengolahan dan pemurnian, serta pemanfaatan mineral dan batubara.

06 Nuklir merupakan Teknologi yang Green

Jakarta (19/06/14). Deputi Bidang Sains dan Aplikasi Nuklir, BATAN Ferhat Aziz mengatakan bahwa ternyata masih banyak pemahaman masyarakat yang keliru terhadap pemanfaatan teknologi nuklir, bahkan di bidang kedokteran. Sebagai contoh diungkapkannya bahwa masih ada dokter yang menangani masalah penyakit ginjal, menolak hipuran dalam penggunaan renograf untuk pemeriksaan uji fungsi ginjal dengan alasan mereka ingin yang *Go Green*.

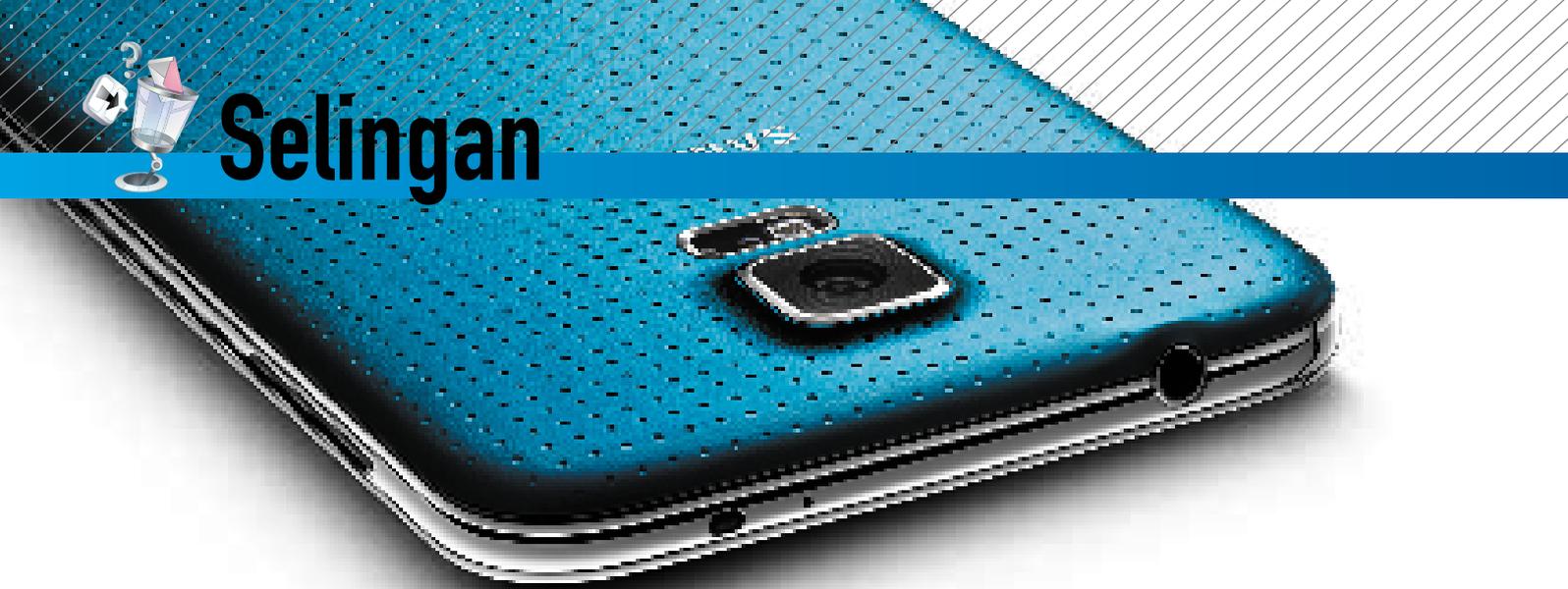
“Jadi masih banyak pemahaman yang keliru bahwa seolah-olah hipuran Yodium-131 adalah sesuatu yang dapat merusak lingkungan, tidak *Green*”, kata Ferhat Aziz saat membuka acara Seminar Nasional Keselamatan, Kesehatan dan Lingkungan, Rabu (19/06/2014), di Gedung Pertemuan PAIR - BATAN, Jakarta.

Untuk itu, Ferhat berharap kepada para peserta yang hadir, khususnya kepada para ilmuwan yang sudah banyak berkecimpung dalam pemanfaatan teknologi nuklir di bidang kesehatan untuk dapat memberikan pengetahuan dan pemahaman kepada masyarakat terutama kepada peserta didik dan mahasiswa bahwa justru pemanfaatan nuklir adalah pemanfaatan teknologi yang *Green*, yang ramah lingkungan.





Selingan



Samsung Resmikan Kehadiran Galaxy S5

Vendor smartphone asal Korea Selatan akhirnya merilis generasi terbaru dari produk flagship-nya, Galaxy S5. Hadir dalam dua versi chipset dan fitur baru, smartphone dijadwalkan tersedia di pasaran pada April.

Galaxy S5 memiliki fitur tahan terhadap air dan debu karena mengantongi sertifikasi IP67. Smartphone juga bisa bertahan pada kedalaman satu meter dengan durasi maksimal 30 menit. Demikian disitat GSMarena, Kamis 27 Februari.

Mengusung layar Super AMOLED 5,1 inci, sukesor Galaxy S4 ini mampu menyuguhkan resolusi 1.080 x 1.920 dengan kerapatan 432ppi.

Hadir dalam opsi kapasitas penyimpanan 16/32GB, Galaxy S5 ditopang chipset Qualcomm Snapdragon 800 yang memiliki prosesor quad-core berbasis Krait 400 serta kartu grafis Adreno 330, dan RAM 2GB.

Tak luput, smartphone mengadopsi sistem operasi Android 4.4.2 KitKat dan diperapik antarmuka Samsung TouchWiz.

Adapun, Samsung juga memboyong Galaxy S5 dengan sederet fitur baru, salah satunya yang mampu mendeteksi detak jantung si pemakai.

Untuk menunjang kebutuhan multimedia, Galaxy S5 memiliki kamera utama 16 megapiksel dan kamera sekunder 2 megapiksel.

Meski sudah diumumkan, sayangnya belum ada informasi terkait harga dan ketersediaan Galaxy S5 di Indonesia. **Arial**



Pandora's Promise; Memandang Energi Nuklir dari Sisi Lain

Pro-kontra tentang pemanfaatan energi listrik dari nuklir terus berlangsung sampai saat ini, Pandora's Promise, sebuah film dokumenter yang disutradarai oleh Robert Stone dirilis pada bulan November 2013 melalui itunes, dan telah beredar secara luas pada Januari 2014 lalu.

Berdurasi selama 87 menit, film ini mencoba

memperlihatkan pada para pemirsa fakta-fakta tentang energi nuklir yang belum banyak diketahui, dan berargumen bahwa pemanfaatan energi nuklir untuk listrik adalah solusi bagi kerusakan lingkungan dan efek pemanasan global saat ini. Lebih jauh film ini meyakinkan pemirsa bahwa penggunaan energi nuklir tidak bisa dihindari jika kita ingin menyelamatkan planet bumi.

Bayang-bayang kecemasan serta penolakan akan nuklir ditampilkan pada film ini, kemudian discounter oleh pendapat para ahli lingkungan sendiri yang semula menolak nuklir tetapi kemudian belakangan menjadi pro nuklir khususnya PLTN setelah mereka memahami beberapa fakta-fakta mencengangkan tentang apa yang sebenarnya terjadi.

Film ini menampilkan interview dengan beberapa ahli dan pengamat lingkungan seperti Gwyneth Cravens dari New York Times dan Michael Shellenberger dari Breakthrough Institute. Film ini melawan stereotip yang berkembang di masyarakat tentang energi nuklir, kesalahpahaman tentang energi nuklir yang sering dipahami sama dengan senjata nuklir.

Shellenberger berpendapat

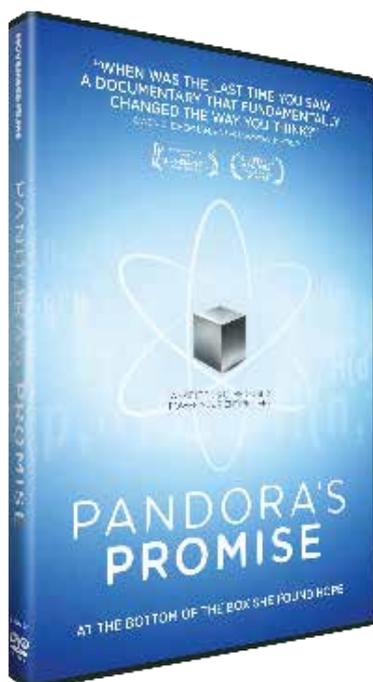


bahwa aktivis lingkungan hidup telah menolak untuk berkompromi sebagaimana tercermin dalam sikap mereka dalam 50 tahun terakhir, mereka mengesampingkan peran energi nuklir dalam jaringan listrik dunia yang berkelanjutan. "Tidak ada kompromi dalam membela bumi ibu pertiwi."

Tetapi perubahan iklim secara dramatis mengubah dunia kita, film ini menunjukkan air, surya, angin dan panas saja tidak dapat memenuhi permintaan, selain itu energi berbasis fosil memiliki efek merugikan jangka-panjang di planet ini.

Argumen-argumen dalam film ini menunjukkan bagaimana para aktivis lingkungan berkunjung langsung ke Chernobyl dan Fukushima, memaparkan fakta-fakta tentang apa yang terjadi, dalam kemasannya dokumenter yang menarik, film ini secara ilmiah berusaha menyingkap hal-hal yang sering disalahpahami oleh orang awam terkait dengan pemanfaatan energi nuklir. Baik para aktivis pro maupun kontra PLTN perlu rasanya menonton film ini untuk melihat dari sisi lain energi nuklir.

eph





DARI RADIASI BENDA HITAM KE CAIRAN KUANTUM

Suatu ketika Hamlet berkata pada Horotio : masih lebih banyak lagi sesuatu di surga dan di bumi dari pada apa yang dimimpikan dalam filsafatmu, Horotio. Kalimat tersebut barangkali tepat pula bila ditujukan kepada para fisikawan di akhir abad ke-19. Memasuki permulaan abad ke-19, perkembangan dalam penelitian fisika klasik dapat dikatakan tidak mengalami kemajuan yang berarti. Pada saat itu, hampir semua bidang studi yang berhubungan dengan fisika, seperti mekanika, gelombang, bunyi, optik, listrik, magnet dan sebagainya telah dikuasai semuanya. Menjelang akhir abad ke-19, sebagian besar fisikawan merasa puas dengan pengetahuan yang mereka kuasai.

Mereka mengira bahwa setiap hal penting dalam fisika sudah diketahui, dan merasa tidak akan ada lagi penemuan-penemuan besar untuk menjelaskan fenomena alam. Persoalan-persoalan yang masih ada dalam fisika diyakini akan dapat dipecahkan menggunakan kerangka teori yang suatu ketika dapat ditemukan.

TEORI KUANTUM

Pada tahun 1900, fisikawan berkebangsaan Jerman Max Planck (1858-1947), memutuskan untuk mempelajari radiasi benda hitam. Beliau berusaha untuk mendapatkan persamaan matematika yang menyangkut bentuk dan posisi kurva pada grafik distribusi spektrum. Planck menganggap bahwa permukaan benda hitam memancarkan radiasi secara terus-menerus, sesuai dengan hukum-hukum fisika yang diakui pada saat itu. Hukum-hukum itu diturunkan dari hukum dasar mekanika yang dikembangkan oleh Sir Isaac Newton. Namun dengan asumsi tersebut ternyata Planck gagal untuk mendapatkan persamaan matematika yang dicarinya. Kegagalan ini telah mendorong Planck untuk berpendapat bahwa hukum mekanika yang berkenaan dengan kerja suatu atom sedikit banyak berbeda dengan hukum Newton.

Max Planck mulai dengan asumsi baru, bahwa permukaan benda hitam tidak menyerap atau memancarkan energi secara kontinyu, melainkan berjalan sedikit demi sedikit dan bertahap-tahap. Menurut Planck, benda hitam menyerap energi dalam berkas-berkas kecil dan memancarkan energi yang diserapnya dalam berkas-berkas kecil pula. Berkas-berkas kecil itu selanjutnya disebut *kuantum*. Teori kuantum ini bisa diibaratkan dengan naik atau turun menggunakan tangga. Hanya pada posisi-posisi tertentu, yaitu pada posisi anak tangga kita dapat menginjakkan kaki, dan tidak mungkin menginjakkan kaki di antara anak-anak tangga itu. Dengan hipotesa yang revolusioner ini, Planck berhasil menemukan

suatu persamaan matematika untuk radiasi benda hitam yang benar-benar sesuai dengan data percobaan yang diperolehnya. Persamaan tersebut selanjutnya disebut Hukum Radiasi Benda Hitam Planck yang menyatakan bahwa intensitas cahaya yang dipancarkan dari suatu benda hitam berbeda-beda sesuai dengan panjang gelombang cahaya. Planck mendapatkan suatu persamaan : $E = hv$, yang menyatakan bahwa energi suatu kuantum (E) adalah setara dengan nilai tetapan tertentu yang dikenal sebagai tetapan Planck (h), dikalikan dengan frekuensi (v) kuantum radiasi.

Hipotesa Planck yang bertentangan dengan teori klasik tentang gelombang elektromagnetik ini merupakan titik awal dari lahirnya teori kuantum yang menandai terjadinya revolusi dalam bidang fisika. Terobosan Planck merupakan tindakan yang sangat berani karena bertentangan dengan hukum fisika yang telah mapan dan sangat dihormati. Dengan teori ini ilmu fisika mampu menyuguhkan pengertian yang mendalam tentang alam benda dan materi. Planck menerbitkan karyanya pada majalah yang sangat terkenal. Namun untuk beberapa saat, karya Planck ini tidak mendapatkan perhatian dari masyarakat ilmiah saat itu. Pada mulanya, Planck sendiri dan fisikawan lainnya menganggap bahwa hipotesa tersebut tidak lain dari fiksi matematika yang cocok. Namun setelah berjalan beberapa tahun, anggapan tersebut berubah hingga hipotesa Planck tentang kuantum dapat digunakan untuk menerangkan berbagai fenomena fisika.

PENGAKUAN TERHADAP TEORI KUANTUM

Teori kuantum sangat penting dalam ilmu pengetahuan karena pada prinsipnya teori ini dapat digunakan untuk meramalkan sifat-sifat kimia dan fisika suatu zat. Pengakuan terhadap hasil karya Planck datang perlahan-lahan karena pendekatan yang ditempuhnya merupakan cara berfikir yang sama sekali baru. Albert Einstein misalnya, menggunakan

konsep kuantum ini untuk menjelaskan efek foto listrik yang diamatinya. Efek foto listrik merupakan fenomena fisika berupa pancaran elektron dari permukaan benda apabila cahaya dengan energi tertentu menimpa permukaan benda itu. Semua logam dapat menunjukkan fenomena ini. Penjelasan Einstein mengenai efek foto listrik itu terbilang sangat radikal, sehingga untuk beberapa waktu tidak diterima secara umum. Namun ketika Einstein menerbitkan hasil karyanya pada tahun 1905, penjelasannya memperoleh perhatian luas di kalangan fisikawan. Dengan demikian, penerapan teori kuantum untuk menjelaskan efek foto listrik telah mendorong ke arah perhatian yang luar biasa terhadap teori kuantum dari Planck yang sebelumnya diabaikan.

Pada tahun 1913, Niels Bohr, fisikawan berkebangsaan Swedia, mengikuti jejak Einstein menerapkan teori kuantum untuk menerangkan hasil studinya mengenai spektrum atom hidrogen. Bohr mengemukakan teori baru mengenai struktur dan sifat-sifat atom. Teori atom Bohr ini pada prinsipnya menggabungkan teori kuantum Planck dan teori atom dari Ernest Rutherford yang dikemukakan pada tahun 1911. Bohr mengemukakan bahwa apabila elektron dalam orbit atom menyerap suatu kuantum energi, elektron akan meloncat keluar menuju orbit yang lebih tinggi. Sebaliknya, jika elektron itu memancarkan suatu kuantum energi, elektron akan jatuh ke orbit yang lebih dekat dengan inti atom.

Dengan teori kuantum, Bohr juga menemukan rumus matematika yang dapat dipergunakan untuk menghitung panjang gelombang dari semua garis yang muncul dalam spektrum atom hidrogen. Nilai hasil perhitungan ternyata sangat cocok dengan yang diperoleh dari percobaan langsung. Namun untuk unsur yang lebih rumit dari hidrogen, teori Bohr ini ternyata tidak cocok dalam meramalkan panjang gelombang garis spektrum. Meskipun demikian, teori ini diakui sebagai langkah maju dalam

menjelaskan fenomena-fenomena fisika yang terjadi dalam tingkatan atomik.

Teori kuantum dari Planck diakui kebenarannya karena dapat dipakai untuk menjelaskan berbagai fenomena fisika yang saat itu tidak bisa diterangkan dengan teori klasik. Menjelang tahun 1918 Planck memperoleh hadiah Nobel bidang fisika berkat teori kuantumnya itu. Dengan memanfaatkan teori kuantum untuk menjelaskan efek foto listrik, Einstein memenangkan hadiah Nobel bidang fisika pada tahun 1921. Selanjutnya Bohr yang mengikuti jejak Einstein menggunakan teori kuantum untuk teori atomnya juga dianugerahi hadiah Nobel Bidang fisika tahun 1922.

Tiga hadiah Nobel fisika dalam waktu yang hampir berurutan di awal abad ke-20 ini menandai pengakuan secara luas terhadap lahirnya teori mekanika kuantum. Teori ini mempunyai arti penting dan fundamental dalam fisika. Di antara perkembangan beberapa bidang ilmu pengetahuan di abad ke-20, perkembangan mekanika kuantum memiliki arti yang paling penting, jauh lebih penting dibandingkan teori relativitas dari Einstein. Oleh sebab itu, Planck dianggap sebagai Bapak Mekanika Kuantum yang telah mengalihkan perhatian penelitian dari fisika makro yang mempelajari objek-objek tampak ke fisika mikro yang mempelajari objek-objek sub-atomik. Dengan adanya perombakan dalam penelitian fisika yang dimulai sejak memasuki abad ke-20 ini, maka perhatian orang mulai tertuju ke arah penelitian atom, dan melalui penjelasan teori kuantum inilah manusia mampu mengenali atom dengan baik.

Sebagai konsekuensi atas beralihnya bidang kajian dalam fisika ini, maka muncullah beberapa disiplin ilmu spesialis seperti fisika nuklir dan fisika zat padat. Fisika nuklir yang perkembangannya cukup kontraversial kini menawarkan berbagai macam aplikasi praktis yang sangat bermanfaat dalam kehidupan. Energi nuklir misalnya, saat ini telah mensuplai sekitar 17 % kebutuhan energi listrik dunia. Sedang perkembangan dalam fisika zat pada telah mengantarkan ke arah revolusi dalam bidang mikro elektronika, dan kini sedang menuju ke arah nano elektronika.

CAIRAN KUANTUM

Setelah berumur hampir seabad, teori kuantum masih tetap mendapatkan perhatian yang sangat besar di kalangan fisikawan. Hal ini terbukti dengan dimenangkannya hadiah Nobel bidang fisika untuk tahun 1998 ini oleh tiga kampiun fisika kuantum akhir abad 20. Komite Nobel Karolinska Institute di Stockholm, Swedia,

pada tanggal 13 Oktober mengumunkan Prof. Robert B. Laughlin (universitas Stanford, California), Prof. Daniel C. Tsui (Universitas Princeton) dan Prof. Horst L. Stoemer (fisikawan berkebangsaan Jerman yang bekerja di Universitas Columbia, New York dan sebagai peneliti di Bell Labs, New Jersey) sebagai nobelis fisika tahun ini.

Pada tahun 1982, Horst L. Stoemer dan Daniel C. Tsui melakukan eksperimen dasar menggunakan medan magnet sangat kuat pada temperatur rendah berupa superkonduktor yang didinginkan helium cair. Para nobelis fisika itu berjasa dalam penemuan mekanisme aksi elektron dalam medan magnet kuat sehingga membentuk partikel-partikel elementer baru yang bermuatan mirip elektron. Pada tahun yang bersamaan, Robert B. Laughlin juga menginformasikan fenomena serupa. Melalui analisa fisika teori, mereka berhasil meunjukkan bahwa elektron-elektron dalam medan magnet sangat kuat dapat berkondensasi membentuk semacam cairan sehingga melahirkan apa yang disebut sebagai cairan kuantum.

Hasil yang diperoleh ketiga fisikawan tadi sangat penting artinya bagi para peneliti dalam memahami struktur suatu materi, termasuk pembuatan aneka perangkat superkonduktor. Temuan itu juga merupakan terobosan dalam pengembangan teori dan eksperimen fisika kuantum serta pengembangan konsep-konsep baru dalam beberapa cabang fisika moderen. Para nobelis fisika sama-sama mempunyai latar belakang riset dalam pengembangan fisika kuantum yang mempunyai peran penting bagi kemajuan riset pengembangan perangkat fotonik serta gagasan pembuatan komputer kuantum yang akan mencerdahkan kehidupan manusia di awal milenium ketiga.

Kiprah mekanika kuantum di masa-masa mendatang barang kali masih akan tetap diperhitungkan. Misteri lain yang mungkin lebih besar barangkali masih tersimpan

dalam teori kuantum itu. Sebagai salah satu contohnya adalah dalam kaitannya dengan formulasi ahli fisika Jerman Werner Heisenberg yang dikemukakan pada tahun 1927. Heisenberg membuktikan bahwa kita tidak mungkin menentukan dengan pasti posisi elektron dan momentumnya. Heisenberg menunjukkan bahwa usaha apapun untuk mengukur posisi elektron akan mengganggu elektron itu sendiri. Hal ini akan menimbulkan ketidakpastian pada nilai momentum. Sebaliknya, suatu pekerjaan yang dimaksudkan untuk mengukur momentum dengan tepat, akan menyebabkan gangguan terhadap elektron. Keadaan ini akan menimbulkan ketidakpastian lokasi elektron. Kaidah ini dikenal dengan nama Prinsip Ketidakpastian Heisenberg. Mekanika kuantum mengajarkan bahwa kita tidak mungkin menemukan secara pasti posisi sebuah elektron. Hal terbaik yang dapat dilakukan adalah menghitung kemungkinan matematis tentang letak elektron tertentu dalam daerah tertentu suatu ruangan.

Kaidah ketidakpastian Heisenberg tadi berarti juga memberitahukan bahwa kita tidak selalu dapat mengukur sesuatu dengan tepat. Hal ini berarti ada beberapa keacakan pada kejadian-kejadian di alam semesta. Sementara Einstein berpendapat bahwa hal itu sulit dipercaya dan beliau mengatakan : saya tidak percaya bahwa Tuhan bermain dadu dengan dunia. Akan tetapi, baik Einstein maupun ilmuwan lain tidak dapat membantah kaidah Heisenberg bahwa dalam alam ini ada sejumlah ketidakpastian, terutama terbukti pada tingkat sub-atomik. Berkenaan dengan kaidah ini, hukum mekanika kuantum tadi ternyata cukup menarik perhatian para ahli filsafat. Inilah sekedar contoh misteri dalam fisika kuantum yang barangkali masih akan membuahkan beberapa hadiah Nobel fisika di masa-masa mendatang.

🟢 Mukhlis Akhadi/dari berbagai sumber



Werner Heisenberg



Masa Depan Tanpa Gadget?

Masih ingatkah anda dengan film *The Six Million Dollar Man* seri televisi di tahun 1974-1978 di mana jagonya mempunyai kekuatan mata bionik, dengan adanya film ini banyak orang lalu berfikir bahwa lensa kontak masa mendatang akan jauh lebih canggih. Atau bagaimana jika lensa kontak berguna seperti perangkat gadget dan computer?

Ada kabar gembira, semua itu mungkin akan segera terwujud karena ilmuwan ETH saat ini telah mengembangkan kompone sensor elektronik yang lebih tipis dan jauh lebih fleksibel seperti transistor dan sensor super tipis. Tujuannya untuk merangkai jenis komponen seperti barang tekstil atau mirip dengan sehelai kain, dan mengembangkan sensor aman yang dapat memantau berbagai fungsi tubuh.

LENSA KONTAK GUNAKAN ELEKTRONIK TRANSPARAN ULTRA TIPIS

Sebuah daun ficus mengandung potongan membran metalik mengkilap, *Niko Munzenrieder* mengangkat potongan membran tipis itu keatas daun seperti film. Karakteristik khusus pada komponen elektronik berbentuk membran ultra tipis mampu beradaptasi dengan sempurna. Sensor transparan yang dikembangkan pada lensa kontak secara harfiah sangat mudah digunakan pada mata manusia. Proyek ini telah dikembangkan selama setahun yang terdiri dari Parylene Polimer dengan ketebalan maksimum 0.001 milimeter, jauh lebih tipis dari rambut manusia.

Ilmuwan membuat transistor dan sensor dari bahan semikonduktor seperti *Indium Gallium Zinc Oxide* dan konduktor dari emas. Dari bahan ini mereka menciptakan film Parylene dengan komponen elektronik yang melekat dari Wafer. Komponen ini sangat fleksibel, mudah beradaptasi dan tergantung pada bahan yang digunakan pada transistor transparan. Radius bending secara teoritis ditentukan dengan ukuran 50 mikrometer, selama percobaan material menempatkan membran elektronik pada rambut manusia dan membran tersebut membungkus rambut sendiri dengan sempurna. Walaupun transistor yang digunakan berbahan keramik dan kurang fleksibel tetapi masih bisa ditekuk dengan sempurna.

Potensi yang paling menarik meletakkan teknologi elektronik ultra tipis antara lain dalam pengembangan lensa kontak pintar. Dalam tes awal para peneliti menggunakan transistor film tipis pada lensa kontak standar. Lensa kontak pintar diletakkan pada mata buatan dan menguji membran elektronik, sehingga bisa menahan kelenturan mata dan bisa berfungsi stabil. Hasilnya, jenis lensa kontak pintar dapat digunakan untuk mengukur tekanan intraokular yang berfungsi sebagai pencegah resiko utama penderita glaukoma.

Tetapi para peneliti harus mengatasi beberapa kendala teknis lensa kontak pintar sebelum digunakan secara komersial, dimana elektronik yang melekat pada lensa kontak harus di optimalkan untuk memperhitungkan dampak elektronik pada mata berair. Sensor dan transistor membutuhkan energi meskipun sangat kecil sehingga memerlukan sumber daya eksternal, sehingga pengembangan energi surya mungkin menjadi langkah selanjutnya.

Teknologi lensa pintar dimasa mendatang akan menjadi salah satu tren yang mungkin paling banyak digunakan manusia. Tidak ada lagi orang yang membawa gadget, atau lensa kontak pintar ini merupakan solusi terbaik untuk mengatasi masalah umum pengguna lensa kontak. Pengembangan transistor dan sensor masih terus dilanjutkan, ilmuwan yakin langkah mereka sudah sangat dekat. Langkah akhir lensa kontak masih terhenti pada sumber energi listrik, sementara mengatasi anti air cukup mudah dikembangkan.

 Dari berbagai sumber



Amankan Ketersediaan Air Bersih



Air merupakan zat kehidupan, salah satu unsur yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Peradaban manusia bergantung pada ketersediaan air, ini membuat dunia memberikan perhatian untuk pengamanan kesediaan air bersih yang dirasakan saat ini semakin berkurang.

Ketersediaan air di dunia ini begitu melimpah ruah, namun hanya lima persen saja yang dapat dikonsumsi oleh manusia untuk keperluan air minum dari total jumlah air yang ada, karena sisanya adalah air laut.

Semakin meningkatnya populasi, semakin besar pula kebutuhan akan air minum. Sehingga ketersediaan air bersih pun semakin berkurang. Seperti yang disampaikan Jacques Diouf, Direktur Jenderal Organisasi Pangan dan Pertanian Dunia (FAO), saat ini penggunaan air di dunia naik dua kali lipat lebih dibandingkan dengan seabad silam, namun ketersediaannya justru menurun. Akibat terjadi kelangkaan air ini 40 persen penduduk bumi akan terkena dampaknya.

Dalam beberapa tahun ke depan diperkirakan krisis air akan semakin parah. PBB mencatat sekitar 780 juta orang di dunia tidak memiliki akses terhadap air bersih. Menurut beberapa penelitian diperkirakan pada tahun 2050 terdapat dua pertiga penduduk dunia yang kekurangan air.

World Water Assesment Programme (WWAP), bentukan United Nation Educational, Scientific and Cultural Organization (Unesco). Memperkirakan bahwa krisis air di dunia akan memberi dampak yang mengesankan. Tidak hanya membangkitkan epidemi penyakit yang merenggut nyawa, tapi juga akan mengakibatkan bencana kelaparan.

Indonesia yang dikenal sebagai negara maritim atau negara kelautan yang 2/3 wilayahnya berupa lautan ternyata mengalami kesulitan air bersih. Indonesia merupakan salah satu negara yang kaya akan sumber daya air dimana ketersediaan air mencapai 15.500 meter kubik per kapita per tahun, masih jauh di atas ketersediaan air rata-rata di dunia yang hanya 8.000 meter kubik per tahun.

Meskipun begitu, Indonesia masih saja mengalami kelangkaan air bersih. Sekitar 119 juta rakyat Indonesia belum memiliki

akses terhadap air bersih. Adapun yang memiliki akses, sebagian besar mendapatkan air bersih dari penyalur air, usaha air secara komunitas serta sumur air dalam. Kondisi ini ironis mengingat Indonesia termasuk kedalam 10 negara kaya sumber air tawar. Menurut laporan Kelompok Kerja Air Minum dan Penyehatan Lingkungan Indonesia, ketersediaan air di Pulau Jawa hanya 1.750 meter kubik per kapita per tahun pada tahun 2000, dan akan terus menurun hingga 1.200 meter kubik per kapita per tahun pada tahun 2020. Padahal, standar kecukupan minimal 2.000 meter kubik per kapita per tahun.

Secara global, krisis air di Indonesia sudah mencapai titik mengkhawatirkan. Bahkan sejak tahun 1995 krisis air telah terjadi di beberapa wilayah Indonesia seperti Pulau Jawa, Bali dan Nusa Tenggara. Dengan jumlah penduduk mencapai lebih dari 200 juta jiwa, kebutuhan air bersih menjadi semakin mendesak. Kecenderungan konsumsi air diperkirakan terus naik hingga 15-35 persen per kapita per tahun. Sedangkan ketersediaan air bersih cenderung berkurang akibat kerusakan alam dan pencemaran. Sekitar 119 juta rakyat Indonesia belum memiliki akses terhadap air bersih. Penduduk Indonesia yang bisa mengakses air bersih untuk kebutuhan sehari-hari, baru mencapai 20 persen dari total penduduk Indonesia. Itupun yang dominan adalah akses untuk perkotaan. Artinya masih ada 82 persen rakyat Indonesia terpaksa mempergunakan air yang tak layak konsumsi.

Pada akhir PJP II (2019) diperkirakan jumlah penduduk perkotaan mencapai 150,2 juta jiwa dengan konsumsi per kapita sebesar 125 liter, sehingga kebutuhan air akan mencapai 18,775 miliar liter per hari. Menurut LIPI, kebutuhan air untuk industri akan melonjak sebesar 700% pada 2025. Untuk perumahan naik rata-rata 65% dan untuk produksi pangan naik 100%.

Pada tahun 2000, untuk berbagai keperluan di Pulau Jawa diperlukan

setidaknya 83,378 miliar meter kubik air bersih. Sedangkan potensi ketersediaan air, baik air tanah maupun air permukaan hanya 30,569 miliar meter kubik. Ia mengingatkan, pada tahun 2015 krisis air di Pulau Jawa akan jauh lebih parah karena diperkirakan kebutuhan air akan melonjak menjadi 164,671 miliar meter kubik. Sedangkan potensi ketersediaannya cenderung menurun.

Di daerah perkotaan seperti Jakarta saja, masih banyak warga yang belum mendapatkan fasilitas air bersih. Jakarta dialiri 13 sungai, terletak di dataran rendah dan berbatasan langsung dengan Laut Jawa. Dari 13 sungai yang mengalir di Jakarta, tidak ada satupun yang dapat dikonsumsi sebagai air bersih. Seiring dengan pertumbuhan penduduk Jakarta yang sangat pesat, berkisar hampir 9 juta jiwa, maka penyediaan air bersih menjadi permasalahan yang rumit. Dengan asumsi tingkat konsumsi maksimal 175 liter per orang, dibutuhkan 1,5 juta meter kubik air dalam satu hari. Neraca Lingkungan Hidup Daerah Provinsi DKI Jakarta tahun 2003 menunjukkan, Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) diperkirakan baru mampu menyuplai sekitar 52,13 % kebutuhan air bersih untuk warga Jakarta.

Selain dampak perubahan iklim dunia, Pengelolaan sumber daya air di Indonesia menghadapi permasalahan dan tantangan yang meningkat setiap tahunnya. Eksploitasi sumber daya alam dan pembangunan infrastruktur yang tidak menghiraukan aspek tata ruang menyebabkan terlampainya daya dukung lingkungan. Sekarang ini daerah tangkapan air berubah menjadi bangunan-bangunan seperti perkantoran ataupun perumahan yang disebabkan oleh bertambahnya jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi, sehingga hal tersebut juga membawa dampak perubahan pada keseimbangan hidrologi.

📍Asep Gumilar: dari berbagai sumber



Menghumaskan “Kembali” Humas BATAN

Derai tawa terpancar dari teman-teman pada siang hari itu. Makan siang menjadi ajang pertemuan kami setelah setengah hari berkegiatan dengan kegiatan masing-masing di ruangan kantor. Sekat-sekat pemisah ruangan membatasi ruang gerak kami untuk berkomunikasi. Dan ajang perayaan ulang tahun salah satu temanku di sebuah restoran Jepang siang itu menjadi kesempatan bagi kami untuk menjalin silaturahmi, sekaligus berbagi cerita tentang apapun yang mungkin tak dapat diungkapkan saat berada di ruang resmi.



Pemandangan berbeda justru terjadi tepat disebelah meja kami. Dua orang berwajah oriental tampak serius menyantap makan siangnya. Bukan karena hanya menikmati, sepertinya mereka diburu waktu sehingga tak keluar satu patah katapun keluar dari mulut mereka untuk berinteraksi.

“Tuh lihat disebelah kita”, salah satu temanku *nyeletuk* sambil melirik orang yang dituju. “Nggak ada yang satu katapun keluar dari mulut mereka”. Temanku yang satu lagi menyahut, “Buru-buru kali, emang kita bisa santai-santai..?”. Kami pun tertawa. Dalam tawa itu, sebenarnya tersimpan kesedihan di hatiku, beginikah wajah pegawai negeri sipil pada umumnya? Sederet peraturan telah diterbitkan, namun hanya segelintir yang mengaplikasikannya, termasuk sebuah kata: disiplin.

Disiplin menggunakan waktu merupakan kunci awal dari sebuah keberhasilan. Sebuah langkah sederhana memang, tapi dari sebuah langkah itulah kita bisa berjalan ke tahap selanjutnya, dari berbagai perencanaan yang telah kita buat, termasuk perencanaan pembangunan nasional untuk menjadikan Indonesia sebagai negara yang mandiri, maju, adil, dan makmur. Mewujudkan Indonesia yang sejahtera, demokrasi, dan berkeadilan menjadi titik berat visi Indonesia jangka 2010-2014. Seperti dilansir dari <http://www.batan.go.id/rb/visimisi.php>, “Sejahtera yang dimaksud dalam visi tersebut adalah bangsa yang mampu bertahan dalam mengatasi dampak berbagai gejolak yang datang dari dalam maupun luar negeri, seperti adanya krisis pangan dan energi. Sedangkan visi dalam Kebijakan Strategi Pembangunan Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Iptek) 2014, adalah Iptek untuk Kesejahteraan dan Kemajuan Peradaban”.

Dan Badan Tenaga Nuklir Nasional (Batan) sebagai lembaga yang bergerak dalam penelitian, pengembangan, dan pemanfaatan iptek nuklir juga turut mengiringi tercapainya kesejahteraan tersebut. Seperti tergambar dalam visi Batan: Energi Nuklir sebagai pemercepat kesejahteraan bangsa. “... yang dimaksud dengan kata pemercepat adalah upaya pemanfaatan energi nuklir dalam rangka peningkatan nilai tambah dan daya saing untuk memenuhi kebutuhan masyarakat” (<http://www.batan.go.id/rb/visimisi.php>). Dan semua cita-cita tersebut

akan tercapai bila kita disiplin menggunakan waktu serta masyarakat mengetahui dan merasakan manfaatnya.

Lantas, sudahkah masyarakat mengetahui visi tersebut. Setiap dari kita, baik internal dan eksternal sudah sepatutnya mengetahui visi dari Batan, yang pada akhirnya nanti akan berujung pada apa saja produk nuklir yang dapat dimanfaatkan untuk kesejahteraan masyarakat.

Dalam visi tersebut terdapat 2 (dua) kata kunci yaitu “**energi nuklir**” dan “**pemercepat**”. Energi nuklir adalah tenaga dalam bentuk apapun yang dibebaskan dalam proses transformasi inti, termasuk tenaga yang berasal dari sumber radiasi pengion. Kata energi memang tidak hanya identik aplikasinya untuk Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) saja, namun PLTN merupakan salah satu hasil aplikasi energi nuklir dari berbagai aplikasi yang dapat dikembangkan serta dimanfaatkan untuk masyarakat.

Berbicara tentang produk nuklir, artinya ada berbagai aspek yang harus diperhatikan, termasuk dari segi sosialisasi. Disini, peran humas menjadi sangat penting sebagai penengah antara lembaga dan masyarakat apapun bentuk komunikasinya. Batan sendiri memiliki humas-humas yang tersebar di 24 unit kerja. Humas-humas tersebut mewakili setiap unit kerjanya dalam mengomunikasikan produk dan memberikan pelayanan informasi kepada masyarakat. Sayangnya, secara struktural, Batan memiliki bagian humas tersendiri setingkat eselon 3, yang berada dibawah naungan Biro Kerja Sama, Hukum, dan Humas di tingkat eselon 2.

Hal inilah yang seringkali menjadi kendala akan ruang gerak humas yang semestinya berada pada posisi managerial. Humas hanya berada pada posisi pelaksana yang terbatas melakukan pekerjaan berupa pelayanan saja. Padahal, menurut Cutlip, Center, dan Broom, “Humas adalah fungsi manajemen yang mengevaluasi opini, sikap dan perilaku publik, mengidentifikasi kebijakan-kebijakan dan prosedur-prosedur individu atau organisasi dengan kepentingan publik dan merencanakan serta melaksanakan program aksi untuk memperoleh pengertian dan dukungan publik”. Itu berarti sudah seharusnya humas berada pada level managerial Artinya, apapun keputusan dan kebijakan lembaga seyogyanya melibatkan humas di dalamnya.

Keterbatasan ruang gerak kehumasan

ini tidak hanya dirasakan oleh Batan saja, tetapi hampir seluruh lini pemerintah pusat masih menempatkan humas pada strata yang “sepele”. Posisi humas yang seringkali diisi oleh pegawai yang bukan berlatar belakang pendidikan ilmu komunikasi merupakan salah satu cerminan bahwa kehumasan pemerintah masih dipandang sebelah mata.

Hal ini sangat berbanding terbalik dengan apabila kita berbicara tentang humas sebagai profesi, yang memang benar-benar menempatkan humas pada posisi managerial. Pada level internasional, profesi humas sudah setara dengan profesi lainnya. Mereka sudah berbicara sampai pada tahap standardisasi profesi.

Di Indonesia sendiri lembaga yang berwenang untuk melaksanakan sertifikasi kompetensi kerja adalah BNSP (Badan Nasional Standardisasi Profesi). Standardisasi profesi merupakan upaya pemerintah dalam meningkatkan daya saing negara, karena daya saing sangat ditentukan oleh kemampuan tenaga kerja atau SDM yang dimilikinya. Seperti yang dilansir dari presentasi yang disajikan oleh Bapak Sanromo Wijayanto, anggota BNSP, dalam acara Bakohumas Regional Indonesia Tengah pada tanggal 13 s.d. 14 Mei 2013, bahwa “**Tersedianya SDM yang kompeten dan profesional** merupakan syarat mutlak untuk menghadapi ketatnya persaingan baik secara regional maupun internasional”. Artinya, pasar kerja domestik tidak hanya terbatas pada lingkup dalam negeri saja, tetapi sudah menjadi arena persaingan internasional. Agar persaingan untuk memasuki pasar kerja dapat berjalan secara fair, maka perlu ditentukan suatu persyaratan yang dikenal dan diakui secara internasional, termasuk profesi kehumasan. Persyaratan itulah yang ditetapkan melalui standarisasi profesi.

Ada tiga rumusan kemampuan kerja dalam standar kompetensi kerja. Pertama adalah aspek **pengetahuan**, yaitu mencakup kemampuan seseorang yang meliputi operasional dasar dan prinsip-prinsip terkait dengan bidang keahlian yang wajib dimiliki dan lingkup masalah yang bisa ditanganinya.

Kedua adalah aspek **keterampilan dan/atau keahlian**, yaitu kemampuan untuk melaksanakan tugas, mulai dari tugas sederhana, spesifik, hingga tugas yang lebih luas di bidang tertentu.

Ketiga adalah kemampuan **sikap kerja** yaitu



kemampuan manajerial, lingkup tanggung jawab, dan standar sikap jika diperlukan.

Jika dikaitkan dengan bidang kehumasan, tentunya profesi humas juga harus memiliki ketiga kemampuan tersebut. Seorang humas tentunya harus memiliki pengetahuan yang mumpuni tentang kehumasan, teknik-teknik kehumasan yang diperlukan, pengelolaan komunikasi publik dan sebagainya. Bekal pengetahuan ini akan lebih baik apabila seorang humas menempuh pendidikan di bidang komunikasi/kehumasan. Artinya, seseorang yang menduduki jabatan kehumasan tidak bisa sembarang ditempati oleh orang dengan latar belakang pendidikan bukan komunikasi. Memang, komunikasi itu seni, tapi bukan berarti latar belakang pendidikan menjadi hal yang dikesampingkan.

Jika sudah memiliki pengetahuan yang mumpuni, hendaknya seorang humas juga mampu menerapkan pengetahuan tersebut dalam tugas-tugas yang dihadapinya,

tentunya berkaitan dengan kehumasan. Tugas kehumasan adalah tugas sosial, yang sudah pasti berkaitan dengan *human relations*. Disinilah seninya, karena berhubungan dengan manusia tidak hanya berhubungan seperti *sell and buy* layaknya marketing. Tapi bagaimana menjaga hubungan tersebut agar publik tetap melihat lembaga kita dengan citra yang baik.

Dan yang terakhir adalah sikap seorang humas, yaitu kemampuan manajerial dalam mengelola komunikasi di lembaganya. Pekerjaan humas memang di atu sisi dituntut untuk cepat tanggap, misalnya apabila menghadapi pertanyaan dari publik, humas harus siap merespons pertanyaan tersebut, karena masyarakat tidak suka menunggu terlalu lama, dan opini akan terus berkembang selama masa pencarian jawaban atas pertanyaan tersebut. Namun, bukan berarti humas tidak dapat didudukkan pada fungsi yang terencana. Komunikasi

kehumasan adalah bagaimana mengubah atau mempertahankan persepsi hingga sikap masyarakat terhadap lembaga, dimana proses tersebut dibutuhkan perencanaan komunikasi yang matang dan bertahap.

Dengan adanya sertifikat kompetensi kerja ini, diharapkan setiap pekerja memiliki jaminan untuk dirinya sebagai tenaga kerja yang kompeten. Bagi perusahaan, sertifikasi kompetensi kerja juga dapat menjadi dasar untuk pengembangan karir tenaga kerja. Jika dikaitkan dengan pemerintahan, sertifikasi kompetensi kerja dapat menjadi dasar dalam penetapan remunerasi dalam rangka reformasi birokrasi. Dengan kata lain, seorang humas yang sudah memiliki sertifikasi kompetensi kerja akan lebih terbuka luas kesempatannya untuk memasuki pasar kerja baik di domestik maupun internasional.

Sebenarnya humas pemerintah sendiri sudah memiliki kode etik profesi yang menyinggung soal kompetensi. Dalam

Keputusan Menteri Kominfo No. 371/KEP/M. KOMINFO/8/2007, BAB II Pasal 3: "Anggota humas pemerintahan mengutamakan kompetensi, obyektivitas, kejujuran, serta menjunjung tinggi integritas dan norma-norma keahlian serta menyadari konsekuensi tindakannya". Itu artinya, salah besar bila humas hanya menjadi "buangan" bagi mereka yang tidak memiliki jabatan tertentu. Memang ada sebuah ungkapan yang mengatakan, bahwa setiap dari kita adalah humas tempat kita bekerja, tetapi bukan berarti ilmu kehumasan dapat dipelajari secara instan dan tanpa bekal pendidikan dan pengalaman.

Pasal selanjutnya yang perlu mendapat perhatian adalah Bab V Pasal 14: "Anggota Humas Pemerintahan wajib bertukar informasi dan membantu memperlancar arus informasi dengan sesama anggota". Pencerminan pasal tersebut salah satunya adalah pertukaran informasi meningkatkan koordinasi antar humas pemerintah. Badan koordinasi Kehumasan Pemerintah (Bakohumas) dibawah naungan Kementerian Komunikasi dan Informatika sebenarnya sudah mewadahi koordinasi tersebut dengan melakukan pertemuan-pertemuan rutin yang membahas berbagai kebijakan dari lintas instansi. Namun, penyebaran informasi akan kebijakan tersebut masih dirasa kurang dengan berbagai kendala. Diantaranya masih ada rasa keengganan dari humas untuk menyosialisasikan kebijakan tersebut melalui berbagai media, seperti media website misalnya. Peningkatan koordinasi inilah yang perlu mendapat perhatian khusus agar pertemuan-pertemuan yang selama ini dilakukan dapat lebih dirasakan manfaatnya minimal untuk lintas instansi pemerintah sendiri.

Sebenarnya, untuk menuju menjadi seorang humas yang ideal, baik humas pemerintahan maupun humas profesi tidaklah sulit. Berikut beberapa tips dari penulis untuk seorang humas, dimulai dari langkah sederhana:

1. MENULIS

Salah satu keahlian yang wajib dimiliki oleh seorang humas adalah menulis. Menulis memang bisa dilakukan oleh siapa saja. Tapi bagaimana mengemas sebuah tulisan menjadi sesuatu yang mudah dimengerti oleh masyarakat awam sekalipun tidaklah mudah. Apalagi jika kita berbicara tentang produk nuklir yang notabene sudah berplat "merah" di mata sebagian masyarakat. Butuh ketelitian sekaligus penelitian yang mendalam sebelum

seorang humas menulis tentang iptek nuklir, agar kesalahan sekecil apapun terhadap tulisan tersebut tidak akan terjadi di kemudian hari.

Sebagai langkah awal, Menulislah tanpa beban. Jadikan kegiatan menulis tersebut sebagai sesuatu yang FUN, menyenangkan. Salah satu caranya, menulislah tanpa menilai dulu apakah tulisan kita bagus atau tidak. Seorang marketer mengatakan "If I waited for perfection, I would never write a word".

2. MEMBUAT PROGRAM SOSIALISASI MELALUI MEDIA SOSIAL

Seorang pakar komunikasi, Henry Subiakto, mengatakan, "Masyarakat kita sekarang sudah memasuki generasi yang disebut dengan scroll society". Artinya masyarakat lebih cenderung mengandalkan berita-berita yang cepat dan singkat melalui handphone mereka hanya dengan satu kali sentuh, dibandingkan harus repot membuka selebar koran hitam putih yang besar dan memakan tempat. Seyogyanya, humas Batan sudah memikirkan untuk membuat program sosialisasi melalui media sosial. Banyak keuntungan yang bisa didapat dari program ini. Selain tidak terlalu memakan biaya yang mahal, informasi apapun bisa langsung di-update kapanpun dan dimanapun.

3. MENG- UPGRADE DIRI DAN RUTIN MENYELENGGARAKAN PELATIHAN PRODUCT KNOWLEDGE

Hujan informasi datang setiap hari, dan seorang humas harus terus meng - upgrade dirinya dengan berbagai informasi dan pengetahuan baru yang datang dari sekitarnya. Jangan sampai seorang humas tidak tahu perkembangan terbaru tentang kebijakan lembaganya sedangkan ia seharusnya menjadi juru bicara. Informasi dari luar kelembagaan pun harus diketahui mengingat dinamika informasi tidak ada yang bisa menghentikan.

Pelatihan tentang product knowledge juga seharusnya wajib diselenggarakan oleh lembaga yang menyadari pentingnya posisi humas. Product knowledge ini menjadi bekal bagi seorang humas dalam mengomunikasikan lembaga kepada masyarakat dengan bahasa yang lebih mudah dipahami.

4. MEMBUAT PENELITIAN

Banyak instansi yang harus besar-besaran menggelontorkan dana hanya untuk survey ataupun penelitian kehumasan mengenai persepsi masyarakat terhadap lembaganya.

Hasil survey tersebut cukup menarik, namun dirasa belum mewakili kondisi masyarakat secara keseluruhan. Membuat penelitian berarti harus memetakan terlebih dahulu berbagai aspek yang memengaruhi penelitian tersebut. Mulai dari kondisi masyarakat, kebijakan politik, hingga pengaruh media. Membuat penelitian kehumasan berarti memerhatikan semua aspek tersebut, dengan tujuan rekomendasi dari penelitian dapat memberikan solusi terbaik mengenai metode sosialisasi apa yang tepat dalam mengomunikasikan produk lembaga.

5. PIMPINAN MENYADARI AKAN KETERLIBATAN HUMAS

Posisi humas yang sangat strategis harus diimbangi dengan kesadaran pimpinan dalam melibatkan humas di setiap kegiatan dan kebijakan kelembagaan. Humas tidak hanya sebagai even organizer saja, tapi juga turut andil dalam menentukan kebijakan dan menjelaskan kebijakan tersebut kepada masyarakat.

6. DANA YANG MENCUKUPI

Posisi humas yang sering dianggap sepele ini diikuti dengan pendanaan kehumasan yang belum cukup dan dipandang sebatas pelayanan. Padahal, kegiatan humas membutuhkan dana yang sama pentingnya layaknya bila kita menggunakan marketing. Hasilnya justru berdampak lebih besar dibandingkan marketing. Sampai-sampai seorang Bill Gates pernah mengatakan, "If I only had two dollars, left I would spend one dollar on PR"

7. MEMPERBAIKI PENAMPILAN

Penampilan fisik memang berada pada urutan terakhir diantara cara-cara kita mengenal orang lain, tetapi penampilan fisik berada di urutan pertama apakah orang akan tertarik untuk mengenal kita lebih jauh. Penampilan kita mencerminkan siapa diri kita, termasuk mencerminkan kelembagaan kita.

Sebagai penutup, saya ingin mengambil sebuah kesimpulan sederhana mengenai konsep komunikasi, yang tidak bisa lepas dari profesi humas. "Komunikasi yang sesungguhnya adalah pesan yang DITERIMA, bukan pesan yang DIMAKSUDKAN". Seyogyanya seorang humas benar-benar "kembali" menghumaskan dirinya, dengan memulai langkah yang sederhana dan benar-benar mengerti konsep komunikasi dan kehumasan yang sebenarnya.



Kisah Perjalanan Hidup Pasangan Suami-Istri :

Mandul Dan Hamil Berkat Izin Allah SWT

(100 Hari Tak Mampu Memandang Wajah Suami)

Sudah lebih 4 tahun keduanya menikah dan mengarungi bahtera rumah tangga. Namun pasangan yang diharapkan oleh suami istri ini belum juga lahir dikarunia buah hati dambaan cinta mereka. Mulanya mereka tidak merasa ada masalah baik fisik dan kesehatan.

Namun saat terdengar bisik - bisik para tetangga, sang istri mulai resah dan gelisah. Dari pembicaraan sayup-sayup terdengar :

"Kok belum juga punya anak ya mereka". Yang punya masalah suami atau istrinya ya?" Kalimat-kalimat itu sampai juga di telinga mereka berdua. Akhirnya suami istri itu pergi ke dokter untuk memeriksakan kesehatannya. Setelah selesai hasilnya dokter tersebut memanggil suaminya dan berkata : **"Mohon bersabar pak,"** kata dokter kepada pria itu sambil menyerahkan hasil laboratorium. "Istri anda mandul dan agaknya tidak ada harapan untuk bisa hamil."

"Kalau begitu, jangan sampaikan ini kepadanya dokter". **"Maksud Anda?"** "Saya khawatir itu akan melukai perasaannya. Dokter katakan saja kalau saya yang mandul." **"Tidak bisa begitu".** Anda kan tidak ada masalah. Cukup lama mereka berbincang, hingga pria tersebut berhasil meyakinkan dokter untuk mengatakan sesuai keinginannya kepada istrinya. Entah bagaimana ceritanya, tetangga-tetangga yang dulu bertanya siapa diantara mereka, pasangan suami istri itu yang

bermasalah akhirnya mendengar kabar bahwa pria itu yang mandul. Kabar itu juga sampai kepada kerabat dan sanak keluarga besar mereka.

Kasak kusukpun semakin kencang berhembus terdengar di telinga mereka berdua. Meski demikian, rumah tangga keduanya masih bertahan. Hingga suatu hari, 5 tahun setelah hasil laboratorium itu, wanita tersebut tak dapat lagi bersabar.

"Sembilan tahun sudah kita berkeluarga, dan selama itu aku dapat bersabar suamiku". Sampai-sampai para tetangga kasihan melihatku dan mengatakan 'kasihan sih wanita yang shalihah itu'. Ia telah bersabar hidup bertahun-tahun dengan suaminya yang mandul. Terus terang, aku ingin menggendong anak, mengasuh dan membesarkannya. Kini aku tak dapat lagi memperpanjang kesabaranku.

Tolong **ceraikan aku** agar aku bisa menikah dengan laki-laki lain dan mendapat keturunan anak darinya, "kata wanita itu kepada suaminya". Sang suami terdiam dengan sabar mendengar tuntutan itu sambil menasehatinya. **"Ini adalah ujian hidup dari Allah... Sayang, kita perlu bersabar dan tawakal kepada-Nya".** "Mendengar nasehat demikian,

emosi sang istri sedikit mereda. Baiklah, aku akan bersabar untuk itu". Tapi hanya satu tahun. Jika berlalu masa itu dan kau juga tidak memberiku keturunan, maka ceraikan saja aku. Selang beberapa hari kemudian, tiba-tiba wanita itu jatuh sakit. Hasil tes laboratorium menunjukkan, ia mengalami gagal ginjal. Bagaimana kagetnya si istri menerima cobaan yang berat ini dan tidak pernah dialami sebelumnya.

Dengan lantang ia berkata kepada suaminya : **"Ini semua gara-gara kamu,"** kata wanita itu kepada suaminya yang saat itu menunggunya di rumah sakit. "Aku terus menahan sabar karenamu". Inilah akibatnya terhadapku. Sudah tidak punya anak, kini aku kehilangan ginjalku lagi, lalu kamu dapat berbuat apa coba, kalau sudah demikian menimpaku." Tindakan kamu Apa? Kau akan pergi ke luar negeri?" kata wanita itu dengan nada tinggi, yang menjelaskan maksud dan tujuan suami untuk ikhtiar pengobatannya. Esok harinya ketika sang suami berpamitan kepadanya. Entah bagaimana perasaannya, ia yang kini bad rest di rumah sakit harus berjuang sendiri tanpa suami. "Ini tugas dinas, Sayang. Dan sekaligus aku akan mencari pendonor ginjal buatmu." Beberapa hari kemudian, wanita itu mendapatkan

kabar gembira dari dokter bahwa telah ada seseorang yang mau mendonorkan ginjalnya. Tetapi dokter merahasiakan namanya. “Orang itu sungguh baik, dokter. Ia mendonorkan ginjalnya untukku tanpa mau diketahui siapa namanya dan dari mana asalnya”?! Sementara suamiku sendiri, ia justru pergi ke luar negeri entah dimana sekarang belum ada kabar sama sekali, meninggalkanku sendiri,” mata dokter yang mendengar komentar itu berkaca-kaca dan hampir meneteskan air mata. Ia tahu persis siapa yang mendonorkan ginjal untuk wanita itu.

Dengan izin Allah SWT, operasi berhasil dengan baik. Wanita itu sembuh dan sehat kembali. Dan yang lebih menakjubkan lagi, tak lama kemudian ia hamil, lalu melahirkan seorang bayi lelaki yang lucu. Ucapan selamatpun datang dari kerabat dan tetangga. Kini bisik-bisik itu telah selesai. Dan kehidupan rumah tangga keduanya pun normal kembali. Kini sang suami telah menjadi seorang panitera di pengadilan tinggi Jeddah, Arab Saudi. Setelah menyelesaikan pendidikan program S2 dan S3-nya di Kairo, Mesir.

Ia juga telah hafal Al Qur’an dengan mendapatkan sanad riwayat ‘Hafs dari ‘Ashim. Suatu hari saat sang suami dinas luar ke Madinah, tak sengaja wanita itu menemukan buku catatan harian suaminya di atas meja. Mungkin

karena terburu-buru, sang suami itu lupa menyimpannya seperti biasa. Betapa terkejutnya wanita itu membaca halaman demi halaman, episode rumah tangga yang selama ini tak diketahuinya, bahwa ternyata yang mandul adalah dirinya.

Bahwa pendonor ginjal itu ternyata adalah suaminya sendiri. Ia pun menangis sejadi-jadinya dan menyesal akan perbuatannya. Hampir pingsan ia menyadari kekeliruannya selama ini. Ia yang tak tahan dan ingin minta cerai, padahal suaminya lah manusia paling sabar yang ia temui. Ia kesal dengan suaminya yang pergi saat ia operasi, padahal suaminya terbaring lemah di rumah sakit saat itu demi menghibahkan satu ginjal untuknya. Ketika sang suami pulang tugas, wanita itu tak mampu memandang wajahnya. Ia tersipu dan tertunduk malu.

Hampir seratus hari lamanya, ia terus begitu. Malu di depan pria yang paling dicintainya dan paling berjasa dalam hidupnya, telah ia fitnah dengan

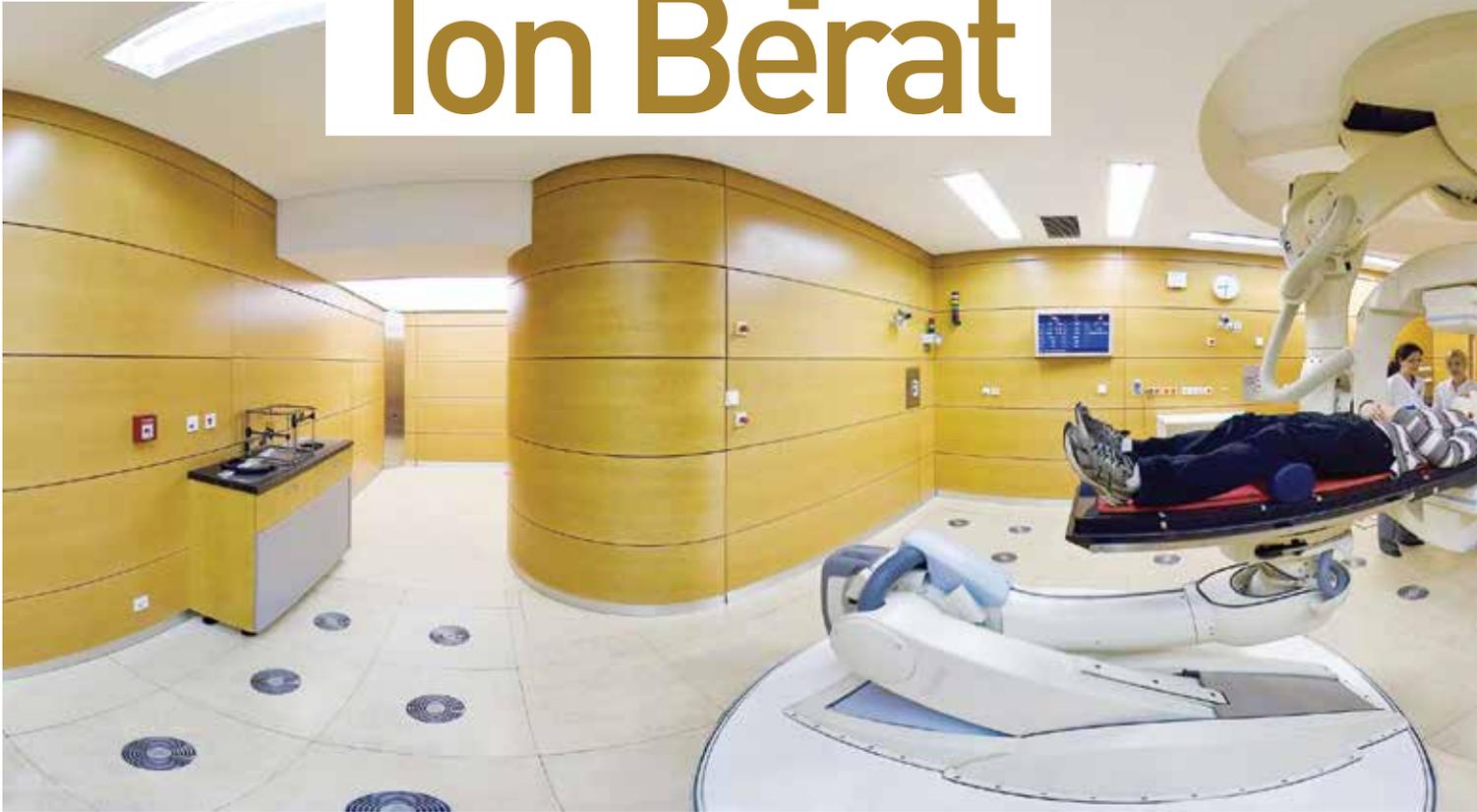
perkataan mandul sedemikian rupa. Semoga apa yang telah dipaparkan diatas dapat kita mengambil hikmahnya kisah ini yang banyak kita temui disekitar kita, baik keluarga, teman, sahabat atau saudara yang mengalami problematika seperti dikisahkan dalam cerita pendek ini bahwa pada hakekatnya rejeki (*keturunan*), jodoh (*menikah*) dan kematian hanya milik dan kekuasaan Allah semata, kita semua sebagai manusia harus ikhlas dengan takdir yang ditentukan dan tidak dapat berbuat banyak, hanya ikhtiar memohon dan berharap kepada-Nya supaya diberikan keturunan anak lelaki atau wanita yang normal dan sehat serta berbakti kepada Orang tua, Agama, Bangsa dan Negara.

 **Suyanto**





Radioterapi Ion Berat



PERKEMBANGAN KANKER

Penyakit kanker merupakan salah satu penyebab kematian tertinggi di dunia. Data WHO (*World Health Organization*) menyebutkan bahwa sekitar 8.2 juta jiwa meninggal dunia akibat penyakit kanker pada tahun 2012. Kanker paru-paru, kanker liver, kanker perut, kanker kolorektal dan kanker payudara menempati urutan penyakit kanker dengan kematian tertinggi di dunia setiap tahunnya. Afrika, Asia, Amerika Tengah dan Amerika Selatan adalah negara-negara penyumbang terbesar 70% dari kematian akibat kanker di dunia.

Dibutuhkan pengetahuan tentang penyebab kanker, intervensi pencegahan kanker, dan manajemen penyakit kanker secara menyeluruh, dalam mengurangi laju mortalitas akibat kanker, namun deteksi dini dan pengobatan yang tepat terhadap kanker sangatlah penting dalam meningkatkan tingkat kelangsungan hidup dan kualitas hidup pasien kanker. Masalah yang dihadapi kemudian adalah resistensi

beberapa penyakit kanker yang diterapi dengan radioterapi konvensional seperti sinar x atau gamma. Selain itu radioterapi konvensional (sinar x dan sinar gamma), memiliki kelemahan, karena dosis tertinggi justru diterima tepat oleh jaringan dibawah permukaan tubuh, dan secara bertahap berkurang dengan kedalaman, serta tidak berpengaruh pada kanker yang terletak jauh di dalam tubuh namun menyebabkan kerusakan pada sel-sel (jaringan) normal disekitarnya. Kemajuan teknologi kedokteran nuklir memberikan solusi bagi pasien kanker yang resisten terhadap radioterapi konvensional dengan teknik radioterapi ion berat (*heavy ion therapy*). Penggunaan istilah radioterapi ion berat (radiasi ion) tidaklah sama di seluruh dunia. Di Jepang, ion karbon telah digunakan dalam radioterapi ion berat selama hampir 20 tahun, sehingga radioterapi ion berat identik dengan radioterapi ion karbon. Lain halnya di beberapa negara Uni Eropa, radioterapi ion berat pada umumnya disebut dengan terapi hadron, sedangkan

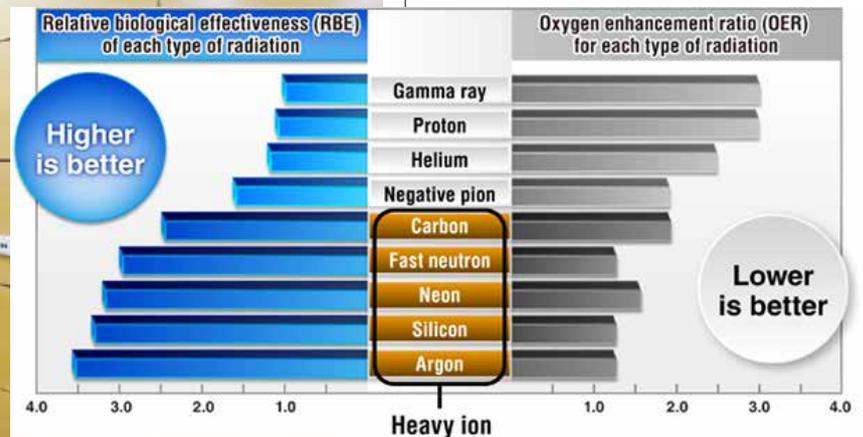
radiasi ion karbon dan ion ringan lainnya disebut dengan radiasi ion ringan.

RADIASI ION BERAT DAN KARAKTERISTIKNYA

Radiasi melepaskan energi pada saat melewati ruang atau suatu materi dalam bentuk gelombang atau partikel. Radiasi yang terdiri dari partikel-partikel yang memiliki massa lebih berat dari elektron disebut dengan radiasi partikel. Bila radiasi tersebut terdiri dari partikel yang mempunyai massa lebih berat dari atom helium maka secara spesifik disebut dengan radiasi ion berat (*heavy ion beam*). Ion berat (*heavy ion*) adalah ion yang memiliki nomor atom yang lebih tinggi dari inti helium seperti Karbon, Neon, dan Argon. Ion berat memiliki karakteristik unik dalam pengobatan kanker karena dosis konvergensinya yang lebih tinggi sesuai dengan kedalaman volume target kanker. Diantara ion-ion berat tersebut, ion karbon dipilih dalam radioterapi ini karena paling stabil (*balance*) dan sifatnya yang selektif yaitu sedikit berpengaruh pada sel-sel



yang rendah. Radioterapi ion berat (ion karbon) memiliki efek terapi yang lebih baik (*excellent*) dari radioterapi neutron cepat namun dosis yang dibutuhkan setara dengan dosis radioterapi proton pada area kanker yang sama. Ada dua indikator efek terapi radiasi yaitu efektivitas biologis relatif (*Relative Biological Effectiveness/ RBE*) dan rasio peningkatan oksigen (*Oxygen Enhancement Ratio/OER*). Dibandingkan dengan efek radiasi gamma, efek radioterapi



Perbandingan nilai RBE dan OER pada tiap jenis radiasi

ion berat mempunyai nilai RBE tiga kali lebih efektif dan nilai OER dua kali lebih efektif. Selain itu radioterapi ion berat tidak mudah terpengaruh oleh konsentrasi oksigen interstitial dalam organ target. Dengan demikian, radioterapi ion berat menawarkan efektivitas radioterapi pada kanker yang resisten terhadap radioterapi konvensional seperti sarkoma, adenokarsinoma dan kanker stadium lanjut. Nilai RBE dari radioterapi ion berat akan semakin tinggi sesuai dengan kedalaman target lesi kanker, sehingga terapi ion berat hanya membutuhkan waktu terapi yang lebih singkat bila dibandingkan radioterapi konvensional.

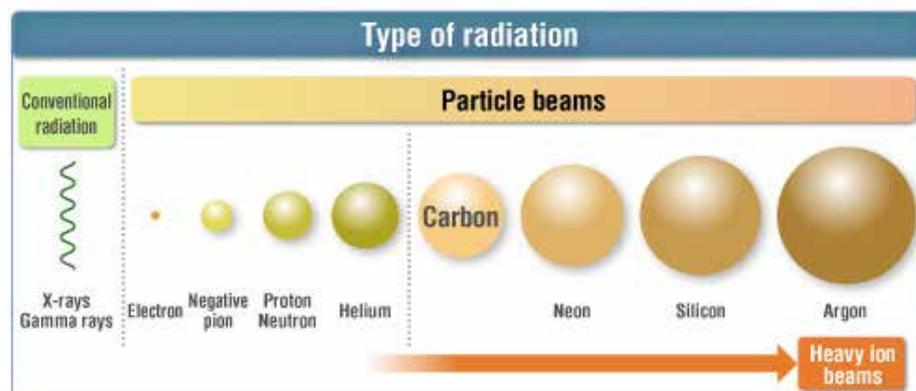
normal disekitar kanker serta memberikan efek penyembuhan intensif hanya pada sel-sel kanker saja.

Studi terhadap radioterapi partikel bermuatan telah mengalami kemajuan dalam mengobati kanker yang resisten terhadap radiasi konvensional (sinar x dan sinar gamma). Radioterapi dengan

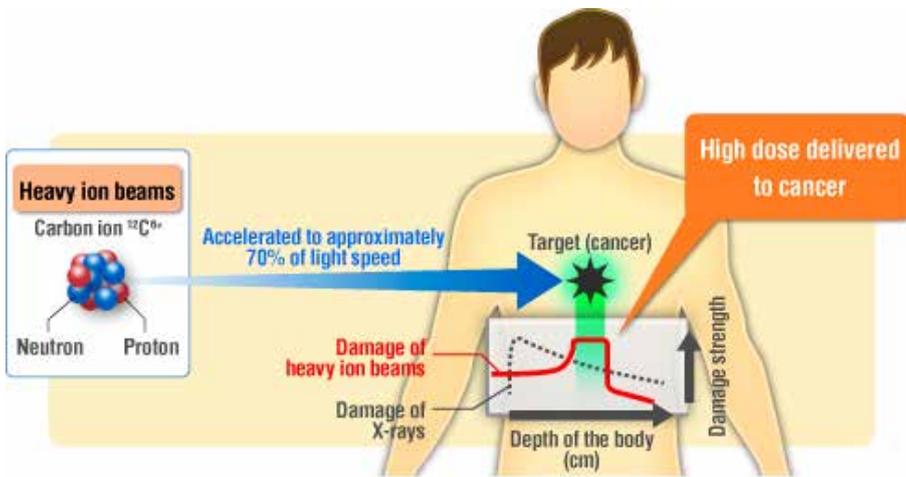
proton atau neutron cepat (*fast neutron*), memiliki efek terapi yang sangat baik bagi beberapa jenis kanker. Namun radioterapi proton setara dengan radioterapi sinar x dan sinar gamma dalam hal kemampuan untuk membunuh sel-sel kanker, sementara radioterapi neutron cepat (*fast neutron*), memiliki kelemahan pada konsentrasi dosis

MEKANISME RADIASI ION BERAT TERHADAP SEL KANKER

Prinsip radioterapi ion berat bekerja dengan cara mempercepat laju ion karbon menjadi sekitar 70% dari kecepatan cahaya dengan menggunakan mesin siklotron, ion ini kemudian ditembakkan pada target kanker pasien yang terletak jauh didalam tubuh. Energi maksimum dihasilkan pada saat ion carbon mencapai sel-sel kanker dan lebih kuat bila dibandingkan sinar x untuk dosis radiasi yang sama. Pada saat ion karbon mencapai sel target, energi yang



Tipe radiasi partikel



Prinsip kerja radioterapi ion berat

menyertainya akan menembus ke dalam inti sel kanker, dan memutuskan rantai DNA sel kanker/tumor sehingga sel kanker/tumor gagal untuk membelah diri dan mencegah sel kanker/tumor untuk berkembang biak. Radioterapi ion berat, dengan dosis yang cukup mampu terkonsentrasi hanya pada lesi tumor/kanker, sesuai dengan bentuk tumor/kanker dan kedalaman tumor/kanker, dengan menggunakan instrumen khusus yakni filter kompensasi (*compensating filter*) dan kolimator (*collimator*) pada saat penyinaran. Filter kompensasi berfungsi untuk mengatur tingkat kedalaman sinar radiasi pada saat lesi kanker diiradiasi, sesuai dengan volume kanker sedangkan kolimator berfungsi untuk mempersempit jangkauan (bentuk penampang sinar radiasi) sehingga hanya menyinari lesi kanker saja dan tidak mengenai bagian tubuh yang sehat, jadi memungkinkan perlindungan yang cukup bagi organ-organ vital seperti sumsum tulang belakang, batang otak, dan usus. Dengan terapi kanker ini, penyakit kanker/tumor dapat ditangani tanpa prosedur invasif misalnya pembedahan dan tidak menyebabkan rasa sakit. Alat radioterapi ion berat telah didesain sedemikian rupa sehingga sinar radiasi dapat disesuaikan menurut bentuk kanker dan kedalaman kanker pada tubuh.

KEUNTUNGAN RADIOTERAPI ION BERAT

Keuntungan dari radioterapi ion berat yaitu lokalisasi dosis yang superior, hanya merusak DNA sel-sel kanker tanpa menimbulkan kerusakan pada jaringan sel normal di sekitarnya. Efektif melawan kanker yang resisten terhadap radiasi konvensional, karena radiasi ion berat memiliki efek

biologis yang lebih kuat dari sinar x atau gamma, misalnya Osteosarkoma, salah satu jenis kanker yang sulit disembuhkan dengan radioterapi sinar x. Tambahan pula, radioterapi ion berat merupakan terapi kanker non invasif (tanpa rasa sakit) sehingga organ-organ vital terlindungi dan yang terpenting terapi ini meningkatkan kualitas hidup pasien dan memungkinkan pasien dapat kembali hidup normal lebih dahulu dibandingkan dengan terapi kanker konvensional. Waktu pengobatan yang singkat yaitu rata-rata 3 minggu dibandingkan radioterapi konvensional yang membutuhkan 6 hingga 7 minggu, sehingga aman bagi pasien berusia lanjut (daya tahan tubuh lemah). Saat ini negara yang telah memiliki fasilitas radioterapi ion berat antara lain Jepang, Jerman, Amerika Serikat, Cina dan Italia.

PROSES RADIOTERAPI ION BERAT TAHAP KONSULTASI DAN PERSIAPAN

Pasien datang ke institusi medis yang dituju untuk melakukan radioterapi ion berat setelah mendapatkan konfirmasi diagnosis kanker dari dokter. Sebagai aturan umum, sebelum pasien mendapatkan dokter di institusi radioterapi ion berat, pasien diwajibkan untuk membawa surat pengantar dan materi/dokumen yang menyertai diagnosis penyakit kanker. Jika pasien berasal dari luar Jepang, maka konsultasi dan penjelasan mengenai radioterapi ion berat disediakan oleh *Medical Excellence Japan*, institusi yang berwenang untuk memenuhi kebutuhan warga negara asing yang ingin mendapatkan pelayanan medis di Jepang, *Medical Excellence Japan* akan memperkenalkan pasien kepada koordinator

medis internasional dengan jam terbang yang luas dalam pencocokan pasien dengan institusi medis serta mendukung pasien selama mereka tinggal di Jepang.

Institusi radioterapi ion berat mensyaratkan pasien untuk menemui dokter yang akan mempertimbangkan indikasi penyakit yang memerlukan radioterapi ion berat. Jika dokter merekomendasikan terapi tersebut, maka pasien perlu menjalankan pemeriksaan menyeluruh riwayat penyakit pasien, pemeriksaan fisik, *scanning* tambahan dan tes diagnostik lainnya. Metode pengobatan akan didiskusikan, apakah pasien perlu diterapi dengan radioterapi ion berat atau tidak.

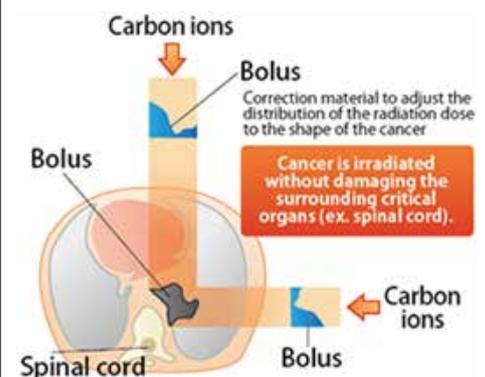
TAHAP PERSIAPAN DAN PERENCANAAN TERAPI

Tahap persiapan dan perencanaan terapi, membutuhkan waktu dua minggu untuk



[Collimator] [Compensating filter]

Proses persiapan dan perencanaan terapi meliputi foto CT scan dan pembuatan kolimator serta filter kompensasi



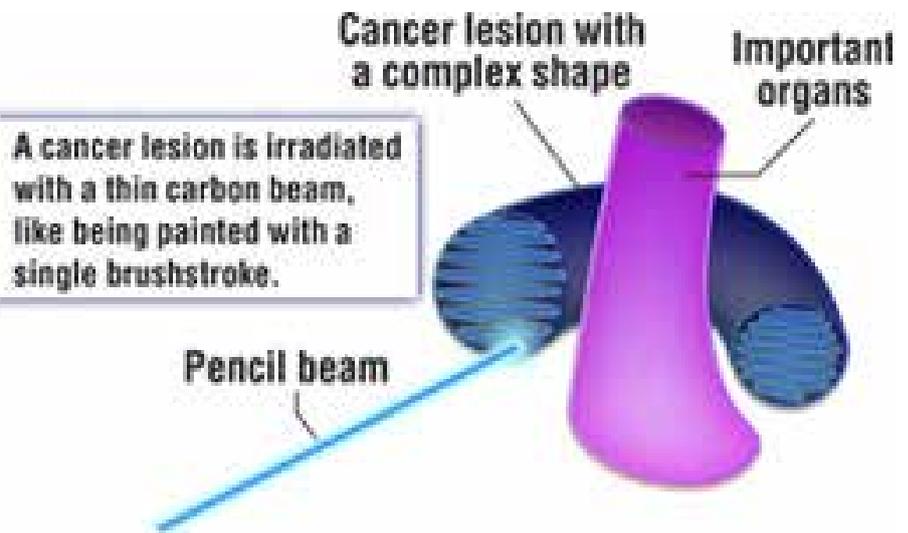
Lesi kanker/tumor diiradiasi sesuai dengan bentuk dan volume kanker/tumor

mempersiapkan Perangkat immobilisasi buatan (*handcrafted implements*) terbuat dari bahan sejenis plastik yang dapat berubah bentuk sesuai dengan suhu tubuh pasien. Perangkat ini diperlukan untuk mencegah pasien bergerak selama terapi dilaksanakan, perlengkapan dibuat berbeda-beda sesuai dengan postur tubuh pasien.

Perangkat immobilisasi akan disiapkan untuk mendapatkan posisi tubuh yang akurat sebelum terapi dimulai. *CT scan* dilakukan beberapa kali secara eksklusif dengan bantuan perangkat immobilisasi. Berdasarkan data scan, perencanaan terapi dikembangkan dan beberapa instrumen khusus yang diperlukan untuk terapi, diproduksi, misalnya filter kompensasi (*compensating filter*) dan kolimator (*collimator*). Foto *CT scan* yang dihasilkan kemudian digunakan untuk menentukan area radioterapi dan dosis radiasi yang dibutuhkan. Persiapan radioterapi ion berat akan didiskusikan dan disetujui oleh beberapa staf ahli dalam suatu konferensi. Perangkat radioterapi yang dibutuhkan, diperiksa dan dikalibrasi berdasarkan bentuk tubuh pasien dan bentuk tumor/kanker yang akan diterapi, disesuaikan dengan kebutuhan pasien sehingga diperoleh dosis radiasi yang diinginkan.

TAHAP RADIOTERAPI ION BERAT

Sebelum terapi yang aktual dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan simulasi terapi. Jika area terapi telah ditentukan secara akurat dengan foto sinar x, maka pasien selanjutnya akan diradiasi dengan radiasi ion berat. Radioterapi ion berat ini dilakukan satu kali sehari dan membutuhkan waktu beberapa



Lesi kanker yang kompleks dapat diterapi dengan metode scanning 3D

menit. Frekuensi pengobatan radioterapi ion berat, bergantung pada jenis kanker dan kondisi kanker pasien, serta kebijakan institusi radioterapi setempat. Total waktu terapi akan memerlukan waktu 20 menit hingga satu jam termasuk persiapan. Pasien diperbolehkan pulang ketika tidak ada komplikasi dari terapi yang dijalani.

TAHAP RAWAT JALAN PASIEN (FOLLOW UP)

Rawat jalan biasanya dilakukan setelah terapi dilaksanakan, rawat inap hanya apa bila diperlukan. Tidak semua institusi radioterapi ion berat memiliki fasilitas rawat inap. Pada beberapa kasus, pasien melakukan radioterapi ion berat di institusi radioterapi

ion berat sementara ia menjalani rawat inap di rumah sakit/institusi medis lainnya. Pasien akan menjalani rawat jalan dan beberapa tes kesehatan lainnya hingga dinyatakan sembuh.

RADIOTERAPI SAAT INI

Fokus riset teknologi mendatang adalah radiasi *scanning 3D*, yang merupakan metode radiasi generasi masa depan. Pada radiasi *scanning 3D* ini, lesi kanker yang bergerak mengikuti sistem pernapasan, akan diradiasi dengan sinar ion karbon tipis seperti layaknya kita mengecat dengan sapuan kuas tunggal. Metode ini memungkinkan kita untuk menyinari lesi kanker dengan bentuk yang kompleks, memberikan kontribusi dalam peningkatan hasil terapi dan kualitas hidup pasien, dengan meningkatkan konsentrasi dosis radiasi dengan efek samping yang minimal. Di Jepang, studi terkini turut mengembangkan teknik terapi bedah mikro ion karbon berpresisi tinggi untuk terapi kanker usus dan penyakit kapiler lainnya yang berkaitan dengan usia, contohnya degenerasi makula pada retina.

📍 Astu Normasari



Pelaksanaan radioterapi ion berat

Sumber :
<http://www.hirt-japan.info/en/>
<http://heavy-ion.showa.gunma-u.ac.jp/en/index.html>
http://archive.g-mark.org/2011/nominate/11G10041_51_4008.html http://en.wikipedia.org/wiki/Particle_therapy
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/en/>



Mempersiapkan Generasi Tangguh Di Era Digital Semua Serba “e”

Kamis, 13 Pebruari 2014 pukul 22.50 WIB, Gunung Kelud di Kediri, Jawa Timur meletus sangat dahsyatnya mencapai ketinggian 17.000 kilo meter. Letusan kali ini berdampak sangat serius bagi penduduk di wilayah Kediri dan sekitarnya. Karena tingginya asap pada saat letusan maka abu vulkanik yang keluar dari gunung kelud terbawa angin kebeberapa daerah. Erupsi Gunung Kelud di Jawa Timur pada Kamis (13/2) malam ternyata juga dirasakan dampaknya hingga wilayah Ampenan, Kota Mataram, Nusa Tenggara Barat.

Sudah satu dekade ini di Indonesia, bahkan di seluruh dunia, semua bidang kehidupan sosial, politik ekonomi, budaya, agama dan pendidikan tidak bisa dilepaskan dengan huruf “e” berkaitan dengan teknologi informasi dan komunikasi yang kita sebut elektronik atau digital.

Kita seolah diwajibkan membiasakan dengan setiap produk dengan bumbu digital. Dan ketika kita tidak menggunakan istilah-istilah tersebut, maka kita bisa dicap sebagai orang yang gagap teknologi atau bahasa kerennya gaptex. Ketika internet dikaitkan dengan dunia pendidikan, lahirlah istilah e-learning yaitu proses belajar mengajar yang dirancang dengan menggunakan perangkat-perangkat elektronik yang memanfaatkan akses internet dengan menggunakan multimedia. Melalui sistem belajar e-learning ini maka kehadiran tidak lagi ditentukan dengan duduk di kelas dengan waktu yang telah ditentukan.

Di era yang serba canggih ini banyak perusahaan – perusahaan telekomunikasi di dunia membuat alat komunikasi semakin canggih, super cerdas dengan kehadiran smartpone, ipad dan tablet, sehingga untuk mendapatkan informasi yang kita butuhkan kita tidak harus membaca dalam bentuk buku cukup dengan alat tersebut kita sudah mendapatkannya. Dalam dunia pendidikanpun kita sudah disediakan fasilitas belajar yang sangat mudah di dapat dengan cara mengupload buku yang kita inginkan melalui internet dan ini sering kita sebut e-book.

Selain e-learning kita juga mengenal dengan istilah e-payment yaitu pembayaran suatu transaksi via elektronik atau internet. Kemudian tidak ketinggalan lagi pembuatan identitas kenegaraan atau kita sebut KTP sudah menggunakan elektronik dengan memanfaatkan teknologi informasi yaitu kita sebut e-KTP. Dunia politik mungkin lebih heboh lagi, bentuk kampanye di



era internet banyak partai-partai mengkampanyekan caleg dan partainya semua berlomba dengan menggunakan media sosial, kampanye ini kita sebut e-campaign.

Jadi semua aspek kehidupan baik pendidikan, ekonomi, politik, sosial dan budaya, telah dimasuki kultur digital. Kebudayaan yang dilahirkan di era digital/internet dimana semua orang tidak lagi mementingkan komunikasi dengan tatap muka. Oleh karena itu kita mesti bertanya pada diri sendiri apakah komunikasi bernilai harus digantikan dengan komunikasi dan interaksi bersifat elektronik juga? Dimana kerap menjauhkan si dekat dengan mendekatkan si jauh? Yang jelas komunikasi dan interaksi konvensional sepatutnya tidak digantikan dengan komunikasi elektronik kecuali terkendala ruang dan waktu. Betapapun untuk menghadapi dunia digital secara bijak adalah menyadari sepenuhnya mengenai hakikat, pendekatan, metode dan manfaat setiap perangkat digital yang kita gunakan dan harus berani membatasi diri saat menggunakannya.

Dunia maya (internet) bagaikan gedung informasi bagi seluruh umat di muka bumi. Di dalamnya kita tidak hanya mencari informasi semata, namun bisa berdiskusi dalam ribuan komunikasi yang disebut newsgroup. Seperti dalam situs jejaring sosial seperti facebook, twitter dan blog, banyak orang dengan mudah mengupdate status, mengunggah foto dan memposting komentar-komentarnya. Saat ini pengguna facebook di Indonesia telah mencapai 38.165.020, sedangkan pengguna facebook di dunia mencapai 683.337.580 (lihat di www.chekfacebook.com). Menurut Gregory Lyons "di Inggris dan Amerika Serikat pengguna facebook rata-rata usia 31 tahun sedangkan di Indonesia rata-rata usia 18 – 23 tahun. Oleh karena itu mari kita tumbuhkan kesadaran berjejaring (network literacy) agar paham dampak negatif dan positifnya.

MEMANFAATKAN "CYBERSPACE"

Secara kesejarahan istilah cyberspace pertama kali diciptakan oleh penulis fiksi ilmiah William

Gibson pada tahun 1984. Kemajuan dunai cyberspace bagaikan siang dan malam hari yang tidak bisa dipisahkan dari kehidupan sehari-hari. Di satu sisi kemajuannya akan memberikan maslahat manakala kita keberang di lautan informasi yang bernama internet digunakan sesuai fungsinya. Disisi lain internet akan menjadi boomerang ketika kita tidak menggunakan tidak sesuai fungsinya.

Perumpamaan internet sebenarnya bisa dipandang dari berbagai sudut, seperti halnya gedung perpustakaan raksasa yang sangat kompleks dengan berjuta data dan informasi. Namun dunia maya ini terdapat buku induk yang bernama www (world wide web), sering kita sebut web. Tentunya dalam buku tersebut berjuta-juta halaman yang saling berkaitan satu sama lain dengan sebutan hyperlink, berkat hyperlink inilah tulisan atau gambar yang kita unggah di setiap halaman dapat tersambung dengan web lain. Berkat kemudahan yang disajikan di internet yang serba instan, banyak orang berselancar dan berkunjung di dalamnya. Kiranya sudah menjadi kewajiban mutlak untuk menumbuhkan sikap kesadaran dunia maya. Dengan begitu pesan dan informasi yang diberikan dunia maya bisa kita maknai dengan arif dan bijak sehingga memiliki nilai pembelajaran. Sebab tidak menutup kemungkinan banyak orang yang justru menyalahgunakan fasilitas di dunia maya seperti gambar, tulisan, video atau propaganda yang jauh dari nilai religius dan inteleksitas seperti banyak terjadi penipuan, pemerkosaan, perselingkuhan.

Dari sisi inilah kita masuk untuk membentengi anak-anak kita dengan norma agama yang selalu diajarkan di dalam keluarga dan masyarakat. Sebab untuk mempersiapkan generasi yang akan datang tidak semudah membalik telapak tangan. Tantangan internal (diri sendiri dan keluarga) dan eksternal (lingkungan luar) menjadi sangat berpengaruh. Namun apapun hal itu keluarga menjadi dasar pijakan untuk memberikan pendidikan karakter, yaitu pembiasaan-pembiasaan yang sesuai dengan pendidikan Islam, walaupun pada kenyataannya bahwa seorang

anak tumbuh dalam kondisi berbeda-beda. Tugas kita selalu membentengi keluarga kita dengan pendidikan agama.

FUNGSI AGAMA DALAM KEHIDUPAN

Agama sebagai kebutuhan psikis perlu dipenuhi sebab manusia membutuhkan Tuhan. Dalam semua kepercayaan dan macam-macam agama terdapat satu faktor yang sama yaitu Tuhan adalah lambang kekuasaan, yaitu sesuatu yang hebat, lebih hebat dari kekuasaan yang pernah dikenal oleh manusia di zamannya. Jika ditinjau dari segi kesehatan mental, menurut Prof. Zakiah Drajat melalui pengalamannya tingkah laku manusia yang bermacam-macam itu dikendalikan oleh kebutuhan-kebutuhan yang selalu mendorongnya supaya mencari jalan untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Para ahli ilmu jiwa menggolongkan kepada dua golongan, yaitu :Kebutuhan fisik (jasmani yang primer dan kebutuhan psikis dan sosial (rohani) yang sekunder

Kebutuhan fisik tidak dipelajari, tidak terpengaruh oleh lingkungan dan pendidikan yang dilalui sebagai contoh kebutuhan akan makan, tidur, istirahat. Sedangkan kebutuhan psikis dan sosial bergantung kepada pengalaman, pendidikan dan lingkungan. Misalnya orang terpelajar berbeda dengan orang tidak terpelajar, petani berbeda dengan pedagang.

Syarat-syarat yang diperlukan dalam mempersiapkan generasi yang tangguh antara lain : membangun mental (kepribadian) yang sehat karena hanya orang-orang sehat mental saja yang dapat memanfaatkan ilmu pengetahuan yang dimilikinya. Adapun syarat-syarat terpenting dalam membangun mental seseorang adalah : Pendidikan, pendidikan melalui di rumah maupun di sekolah. Pembinaan Moral (pembiasaan untuk menjadi karakter). Pembinaan jiwa taqwa, menanamkan jiwa taqwa sejak kecil.

Dengan makin majunya teknologi komunikasi, semoga kita tetap memiliki kesadaran kritis saat menggunakan dan memanfaatkan fasilitas yang ada di dunia digital ini. Karena dengan demikian sikap kritis, berwawasan luas, merdeka dan berpengetahuan bisa dimiliki oleh setiap pengunjung di dunia maya. Dan sebagai orang tua dapat mentransformasikan ilmu pengetahuan tersebut bagi putra putrinya, artinya lebih jauh lagi kehadiran digital bisa digunakan untuk kemaslahatan umat manusia. Alhasil begitulah perlunya mendorong kesadaran dunia digital.  Trisni

SUSUN KATA NUKLIR

1		2	3	4	5			6	7	8	9
		10					11				
		12				13					
14					15						
					16						
17	18						19				
				20		21			22		
23			24								
						25	26				27
									28		
29											
			30								

Mendatar:

1. Tempat Terjadinya Reaksi Nuklir
6. Nama Formula Pakan Ternak yang dikeluarkan BATAN
10. Bebas, Lepas tanpa Kendali
12. Ongkos Naik Haji
13. Isi Tinta (Inggris)
14. Lebih Tinggi dari pada yang lain
16. PRINSIP PEMANFAATAN iptek nuklir yang sebesar - besarnya dengan meminimalkan resiko SEKECIL - KECILNYA.
15. Mula Pertama
17. Kembang
19. Singkatan dari Republik Indonesia
20. Peristiwa Perubahan/Penyimpangan Sifat-sifat Genotip Suatu Individu yang Berbeda
23. Harta Benda, Uang (Bahasa Sansekerta)
25. Sinonim dari Kata Maksud
28. Air Susu Ibu
29. Gelombang Air
30. Salah Satu Varietas Kedelai dari BATAN

Menurun :

1. Logo setelah diradiasi
2. Transplantasi bedah jaringan antara individu secara genetik berbeda dari spesies yang sama
3. Raja (Inggris)
4. Makanan dari sari pati kedelai
5. Atau (Inggris)
7. Nama Unsur Molibdenum
8. Nama Varietas Unggul Padi dari BATAN
9. Nama Varietas Unggul Padi dari BATAN yang lain
11. Kantor Berita Resmi Indonesia
15. Sinonim dari Cepat
18. Tanaman sejenis Gandum
20. Propinsi beribukota Ambon
21. Ukuran Berat
22. Tempat Raja-Raja berada
24. Warna Gelap
26. Badan Tenaga Atom Internasional
27. Reaksi Pembelahan Nuklir

"Peningkatan hasil produksi pertanian adalah harapan dari setiap petani, meningkatnya produktivitas biasanya seiring dengan peningkatan penghasilan petani yang akan berpengaruh pada tingkat kesejahteraan."



OLIGO CHITOSAN

Meningkatkan Produksi Cabai Hingga 50%

Salah satu hasil riset aplikasi iptek nuklir di bidang pertanian adalah Oligo Chitosan sebagai pengatur zat tumbuh organik, yang dikembangkan oleh Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN). Riset ini sudah dilakukan sejak tahun 1998 sampai saat ini.

Dengan Oligo Chitosan, panen cabai di daerah Kerinci, yang biasanya hanya 10 kali per tahun dapat meningkat menjadi 20 kali. Selain cabai juga pada tanaman kol dari 4,5 ton/ha menjadi 8 ton/ha. Sementara itu pada kentang, meningkat sekitar 30% hingga 50% dengan ukuran kentang yang juga lebih besar. Beberapa petani juga memberikan chitosan pada tanaman alpukat, dan didapatkan buah alpukat yang lebih besar dari biasanya.

Oligo chitosan dibuat dari limbah kulit udang yang di proses secara kimia, diantaranya deproteinasi dan demineralisasi, kemudian menjadi kitin lalu chitosan, setelah itu diiradiasi sinar gamma dengan dosis 75 kGy untuk kemudian menjadi oligo chitosan.

Tujuan dari proses iradiasi sendiri adalah mendegradasi dan memecah rantai polimer dalam chitosan sehingga hormon-hormon penumbuh tanaman mampu keluar, pada riset diketahui bahwa dengan meningkatnya dosis yang diberikan, jumlah kumulatif hormon juga meningkat sampai pada titik dosis optimal.

Chitosan mengandung hormon gliberin, auksin dan sitokinin yang mampu merangsang pertumbuhan tanaman.

Selain itu chitosan juga mengandung anti bakteri dan anti virus yang mampu mengatasi beberapa penyakit tumbuhan. Selain dari limbah kulit udang, chitosan juga dapat dihasilkan dari limbah kulit kepiting.

Proses pemberian chitosan pada tanaman adalah dengan menyemprotkannya pada daun dan batang, paling baik saat pagi hari antara pukul 9.00 dan pukul 10.00 di saat stomata daun terbuka secara optimal. Larutan chitosan diencerkan dengan air, dengan perbandingan 1 ml per 1 liter air. Pemberian chitosan tiap satu minggu sekali. Untuk mengatasi penyakit pada tumbuhan dosisnya bisa ditambah, namun jangan terlalu banyak.

Untuk luasan lahan 1 hektar dibutuhkan sekitar 1-2 liter chitosan yang kisaran harganya 300 ribu rupiah, cukup untuk sekali masa tanam. Apabila dibandingkan dengan hasil yang meningkat dua kali lipat maka dari sisi ekonomis penggunaan chitosan ini sangat menguntungkan.

Kerjasama riset chitosan ini selain dengan Kementerian Pertanian dan Universitas juga dengan lembaga asing seperti Forum for Nuclear Cooperation in Asia (FNCA). Oligo chitosan hasil riset BATAN telah mendapatkan PATEN dengan No. P-00200900457 tahun 2009. Produk chitosan dari BATAN diberi label Fitosan. (eph)





hidup sehat dengan makanan
dari benih bermutu yang memiliki
kadar protein tinggi dan rendah kalori

Riset nuklir **BATAN**
hasilkan **SORGUM** unggul
Varietas Pahat dan Samurai