

i-NUKLEAR

ILMU . IDEA . INFORMASI

Perubatan & Penjagaan Kesihatan

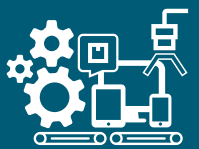
Makanan & Pertanian

Pembuatan, Peranti & Peralatan

Pengurusan Alam Sekitar & Sumber Asli

Aplikasi Perindustrian

Keselamatan & Sekuriti Nuklear



Dasar Teknologi Nuklear Negara

Sejarah

Sejarah agensi bermula pada 11 November 1971 apabila satu jawatankuasa yang dikenali sebagai Pusat Penyelidikan dan Aplikasi Tenaga Nuklear (CRANE) ditubuhkan, bagi mengkaji kemungkinan Malaysia menceburi bidang teknologi nuklear. Usul ini telah diterima dan diluluskan dalam mesyuarat Jemaah Menteri pada 19 September 1972 yang menyokong cadangan terhadap keperluan Malaysia menubuhkan pusat penggunaan dan penyelidikan teknologi nuklear. Pada Ogos 1973, Jawatankuasa Perancangan Pembangunan Negara mencadangkan untuk menamakan pusat ini sebagai Pusat Penyelidikan Atom Tun Ismail (PUSPATI) dan telah diiktiraf sebagai pusat kebangsaan.

PUSPATI telah diletakkan di bawah Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar (MOSTE). Tahun 1983 merupakan detik penting bagi agensi apabila diberikan identiti baru iaitu Unit Tenaga Nuklear (UTN). Serentak dengan itu, UTN telah dipindahkan dari MOSTE ke Jabatan Perdana Menteri (JPM). Ini memberi impak yang besar kepada peranan agensi kerana buat pertama kalinya aktiviti nuklear yang melibatkan perancangan polisi negara dan kegiatan operasi nuklear disatukan di bawah naungan JPM. Namun pada 27 Oktober 1990, UTN telah dipindahkan semula ke MOSTE. Jemaah Menteri dalam mesyuaratnya pada 10 Ogos 1994, telah meluluskan pertukaran nama UTN kepada Institut Penyelidikan Teknologi Nuklear Malaysia (MINT).

Logo baru juga telah diperkenalkan pada 22 Oktober 1994 ketika Hari Pelanggan MINT, yang juga julung kali diadakan. Bagi memberi arah hala yang lebih jelas, visi MINT diperkemas kepada mempertingkat pembangunan dan daya saing ekonomi negara melalui kecemerlangan dalam teknologi nuklear. Pada 13 April 2005 sekali lagi agensi mengalami perubahan entiti apabila digazet dengan nama baru iaitu Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia). Kini Nuklear Malaysia terus melebarkan sayap dalam mengembangkan R, D & C bagi menyokong aspirasi negara.

Peranan

Nuklear Malaysia adalah sebuah agensi di bawah Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI). Nuklear Malaysia juga adalah agensi peneraju penyelidikan dan pembangunan (R&D) sains dan teknologi nuklear bagi pembangunan sosioekonomi negara. Semenjak penubuhannya, Nuklear Malaysia telah diamanahkan dengan tanggungjawab untuk memperkenalkan dan mempromosi sains dan teknologi nuklear kepada masyarakat, sekaligus menyemai minat dan menyedarkan orang awam akan kepentingan teknologi nuklear dalam kehidupan. Hingga ke hari ini, Nuklear Malaysia kekal penting sebagai sebuah organisasi yang mantap dalam bidang saintifik, teknologi dan inovasi.

Pencapaian cemerlang Nuklear Malaysia adalah bersandarkan pengalaman 52 tahun dalam pelbagai pembangunan S&T nuklear, serta 42 tahun dalam pengendalian reaktor penyelidikan yang bebas kemalangan radiologi dan bersih alam sekitar. Selain itu, hasil R&D yang berpotensi turut diketengahkan ke pasaran sebagai usaha memanfaatkan penemuan inovasi saintifik kepada rakyat dan ekonomi Malaysia. Nuklear Malaysia juga sentiasa memastikan perkhidmatan yang diberikan adalah berkualiti dan bertaraf antarabangsa dalam kelasnya. Kemampuan ini adalah berdasarkan latihan dan disiplin tenaga kerja profesional, infrastruktur, kejuruteraan serta makmal penyelidikan yang lengkap.

Posisi Nuklear Malaysia sebagai pusat penyelidikan unggul telah diiktiraf dan dicontohi oleh agensi-agensi nuklear dari negara-negara jiran, malahan dijadikan model dalam merangka pelan pelaksanaan pembangunan S&T nuklear masing-masing, terutamanya aspek pemindahan dan pengkomersilan teknologi.

Isi Kandungan

Tinta Ketua Pengarah
& Dari Meja Editor

Intipati DTNN 2030

Temu Bual Eksklusif
bersama YB Chang Lih Kang
Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi

Hab Pengeluaran
Radioisotop Perubatan di Malaysia:
Pemangkin Kemajuan Perubatan
& Kesihatan Rakyat

Perancangan Program Tenaga
Nuklear untuk Negara Baharu yang
Ingin Memulakan Program Nuklear

Perubatan Nuklear:
Meningkatkan Kualiti
Rawatan dan Perubatan
bagi Pesakit Kanser

Jejak Nuklear di Mata Media

PENAUNG

Dr. Rosli bin Darmawan

EDITOR JEMPUTAN

Dr. Muhammad Rawi bin Mohamed Zin

EDITOR KANAN

Habibah binti Adnan

EDITOR

Normazlin binti Ismail

PENYELARAS

Dr. Haizum Ruzanna binti Sahar

PENULIS

Normazlin binti Ismail
Dr. Mohd Rodzi bin Ali
Dr. Julia binti Abdul Karim
Dr. Siti Zarina binti Amir Hassan
Dr. Hazmimi binti Kasim
Siti Syarina binti Mat Sali

PEREKA GRAFIK

Norhidayah binti Jait

JURUFOTO

Nor Hasimah binti Hashim
Zulhilmy bin Mohamad Latif

DITERBITKAN OLEH:

Unit Penerbitan
Bahagian Pengurusan Maklumat
Agensi Nuklear Malaysia
Bangi, 43000 Kajang,
Selangor Darul Ehsan.

Hak cipta terpelihara

Mana-mana bahagian penerbitan ini tidak boleh dikeluarkan ulang, disimpan dalam sistem dapat kembali, atau disiarkan dalam apa-apa jua cara, sama ada secara elektronik, fotokopi, mekanik, rakaman atau lain-lain, sebelum mendapat izin bertulis daripada Penerbit. Sidang Editor berhak melakukan penyuntingan ke atas tulisan yang diterima selagi tidak mengubah isinya. Karya yang disiarkan tidak semestinya mencerminkan pendapat dan pendirian Agensi Nuklear Malaysia.

Editorial

Tinta Ketua Pengarah

Assalamualaikum dan Salam Sejahtera,

Dasar Teknologi Nuklear Negara (DTNN) 2030 ialah satu langkah penting dan strategik yang diambil oleh kerajaan dalam usaha memajukan teknologi nuklear secara aman, selamat dan bertanggungjawab. Sejak penglibatan Malaysia dalam bidang ini sejak tahun 1970-an, pelbagai inisiatif telah digerakkan bagi memastikan pembangunan teknologi ini dikawal selia dengan baik dan memberi manfaat kepada rakyat.

DTNN 2030 yang dipacu oleh MOSTI, disusun sejajar dengan aspirasi Dasar Sains, Teknologi dan Inovasi Negara (DSTIN). Fokus utamanya adalah untuk membentuk ekosistem teknologi nuklear yang mampan, menyokong pembangunan negara berteknologi tinggi, dan membuka lebih banyak peluang dalam sektor ekonomi strategik, termasuk peningkatan eksport produk berasaskan nuklear.

Saya percaya dasar ini bukan sahaja akan menjadi rujukan penting kepada semua pihak berkepentingan, malah mampu merangsang daya saing industri tempatan serta menyumbang kepada kesejahteraan rakyat dan kemajuan negara secara menyeluruh.

Dr. Rosli bin Darmawan
Ketua Pengarah
Agensi Nuklear Malaysia



Dari meja e d i t o r

Edisi kali ini fokus kepada Dasar Teknologi Nuklear Negara (DTNN) 2030, sebuah komitmen kerajaan melalui Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI). Matlamatnya adalah untuk mengarusperdanakan teknologi ini bagi menyokong Matlamat Pembangunan Mampan (SDG).

Salah satu inisiatif utama dasar ini ialah penubuhan Hab Pengeluaran Radioisotop & Radiofarmaseutikal Berpusat. Hab ini akan menghasilkan radioisotop untuk diagnosis dan rawatan penyakit seperti kanser, mengurangkan kebergantungan kepada import yang tidak menentu.

Visi DTNN 2030 adalah untuk menjadikan Malaysia negara peneraju dalam penggunaan sains dan teknologi nuklear secara aman. Pelaksanaannya akan mengukuhkan ekosistem nuklear dan melonjakkan sektor sosio-ekonomi negara ke arah status maju dan berteknologi tinggi menjelang 2030.

Habibah binti Adnan
Pengarah
Bahagian Pengurusan Maklumat
Agensi Nuklear Malaysia



Sains

hari ini adalah
teknologi
di masa depan

-Edward Teller

INTIPATI DTNN 2030



Enam Sektor Utama



Sasaran Utama



Rangka Kerja Tadbir Urus DTNN



Keberhasilan

Kesan Limpahan Ekonomi Terhadap Ekosistem Teknologi Nuklear Negara



Temu Bual Eksklusif Bersama **YB Chang Lih Kang** MENTERI SAINS, TEKNOLOGI DAN INOVASI

Oleh : Normazlin binti Ismail



Untuk mulakan bicara kita, bolehkah YB terangkan apakah tujuan Dasar Teknologi Nuklear Negara 2030 ini dibangunkan dan mengapa dasar ini begitu penting untuk negara kita?

YB Menteri: Dasar Teknologi Nuklear Negara (DTNN) 2030 ini adalah komitmen Kerajaan melalui MOSTI untuk merangka hala tuju strategik jangka panjang bagi memacu pembangunan teknologi nuklear negara sehingga tahun 2030. Berdasarkan kajian penandaarasan global yang dijalankan, Malaysia didapati masih berada di peringkat awal globalisasi nuklear.

Ekosistem teknologi nuklear negara juga masih belum mencapai tahap keutuhan yang diinginkan serta mempunyai jurang yang tinggi berbanding negara-negara maju. Ekosistem yang kukuh adalah penting untuk mempertingkatkan daya saing negara bagi meletakkan Malaysia di persada antarabangsa. Mengambil kira peranan teknologi nuklear yang dijangka akan meningkat pada masa hadapan seiring dengan kemajuan pesat industri negara, dasar ini akan memberi tumpuan kepada pengukuhan ekosistem teknologi nuklear ke arah meningkatkan sumbangannya kepada kemakmuran negara dan kesejahteraan rakyat.

Malaysia perlu memanfaatkan kekuatan dan kelebihanannya untuk membina ekosistem teknologi nuklear yang mampan. Dasar ini juga menyokong matlamat negara ke arah mencapai hasrat menjadi negara berteknologi tinggi, seperti yang diaspirasikan dalam Dasar Sains, Teknologi dan Inovasi Negara (DSTIN) 2021-2030. Pelaksanaan dasar ini adalah langkah penting bagi membolehkan negara memaksimumkan manfaat penggunaan teknologi nuklear bagi menyokong pertumbuhan sosio-ekonomi negara.

Apakah matlamat utama dasar ini dan bagaimana pelaksanaan dasar ini dilihat boleh menyumbang kepada pertumbuhan sektor sosioekonomi negara?

YB Menteri : Matlamat utama dasar ini adalah untuk mengarusperdanakan teknologi nuklear bagi menyokong inisiatif negara ke arah mencapai Matlamat Pembangunan Mampan (SDG) dan Wawasan Kemakmuran Bersama 2030.

Bagi mencapai matlamat ini, enam sektor fokus utama telah dikenalpasti sebagai sektor yang boleh dipertingkatkan keupayaannya melalui penggunaan teknologi nuklear. Enam sektor fokus utama tersebut adalah:



Penggunaan teknologi nuklear dalam sektor ini dijangka membantu meningkatkan daya saing pemain industri dan seterusnya dapat meningkatkan rantai nilai. Antara manfaat, yang dijangka akan diperoleh melalui pelaksanaan dasar ini adalah:

- i. Peningkatan pertumbuhan tahunan nilai eksport produk berkaitan teknologi nuklear tempatan sebanyak RM2.403 bilion pada tahun 2030 meningkat sebanyak 10% setahun.
- ii. 20% peningkatan perkongsian awam swasta dan pembangunan kapasiti penyelidikan, pembangunan, pengkomersialan, inovasi dan ekonomi (RDCIE) setahun.
- iii. 10% peningkatan kerjasama antarabangsa bagi pembangunan kapasiti setahun.
- iv. 40% peningkatan penggunaan teknologi nuklear dalam bidang khusus sains, teknologi, inovasi dan ekonomi (STIE) negara daripada data asas bidang STIE semasa.
- v. 60% instrumen antarabangsa berkaitan dengan keselamatan, sekuriti, kawal seliaan nuklear akan ditandatangani.

Bolehkah YB terangkan apakah isu dan cabaran dalam pembangunan teknologi nuklear di negara kita dan bagaimana pelaksanaan dasar ini boleh menangani dan merapatkan jurang tersebut?

YB Menteri : Memandangkan teknologi nuklear merupakan teknologi rentas sektor (cross-cutting technology), maka cabaran utama adalah untuk merangka hala tuju teknologi nuklear yang komprehensif. Penerimaan teknologi nuklear dalam kalangan masyarakat awam adalah prasyarat bagi kejayaan penggunaan teknologi nuklear di Malaysia. Kebimbangan terhadap aspek keselamatan, sekuriti nuklear dan kawal selia perlu ditangani secara berkesan untuk membuka potensi penuh penggunaan teknologi nuklear secara aman di Malaysia.

Oleh itu, dasar ini telah dirangka dengan mengambil kira keperluan penyediaan ekosistem teknologi nuklear yang kondusif dengan berlandaskan 3 asas utama iaitu:

- i. Perundangan, Peraturan & Piawaian**
Rangka kerja perundangan yang komprehensif adalah diperlukan bagi memenuhi keperluan teknikal dan pengurusan untuk melindungi kesihatan awam, keselamatan dan alam sekitar.
- ii. Komunikasi, Pendidikan dan Kesedaran Awam (CEPA)**
CEPA diperlukan untuk membina visi jangka panjang teknologi nuklear negara serta membina nilai sosial melalui libat urus dan komunikasi yang bersesuaian melibatkan pemegang taruh yang berkaitan.
- iii. Kesediaan Masa Hadapan.**
Kesediaan Masa Hadapan ini adalah melalui pembinaan inovasi dan kesediaan digital, instrumen perundangan, bakat dengan kecekapan teras, infrastruktur dan sistem keselamatan yang kukuh.

Berdasarkan tiga asas utama ini, dasar ini juga telah menggariskan empat teras strategik bagi menangani cabaran semasa, iaitu:

- i. Memperkukuh Tadbir Urus dan Platform Kerjasama
- ii. Memperkasakan dan Meningkatkan Daya Saing Industri
- iii. Membangunkan Bakat Berkemahiran Tinggi dan Adaptif melalui Pendekatan Pelbagai Disiplin
- iv. Memajukan Penyelidikan & Inovasi untuk Penciptaan Nilai



Majlis Pelancaran Dasar Teknologi Nuklear Negara pada September 2023 di Putrajaya

Bolehkah YB kongsi sasaran utama yang ingin dicapai dalam dasar ini?

YB Menteri : Berdasarkan empat teras strategik yang digariskan dalam dasar ini, sebanyak 13 sasaran utama telah ditetapkan. Sasaran yang ditetapkan ini adalah selari dengan sasaran agenda pembangunan negara yang meliputi empat aspek iaitu infrastruktur, foresight, modal insan dan tadbir urus. Antara sasaran utama yang hendak dicapai adalah:

- Infrastruktur**
 - * 1 Pusat Repositori Sisa Radioaktif Kebangsaan;
 - * 1 Pusat Kecemerlangan Forensik Nuklear Kebangsaan;
 - * 1 Hub Pengeluaran Radioisotop & Radiofarmaseutikal Berpusat;
- Foresight**
 - * 1 Kajian Kebolehlaksanaan Masa Hadapan Reaktor Penyelidikan dan Reaktor Penyelidikan Pelbagai Guna;
- Modal Insan**
 - * 1 Sekolah Pembangunan Bakat Teknologi Nuklear Peringkat Tertinggi
- Tadbir Urus**
 - * 1 Jawatankuasa Pemandu Teknologi Nuklear Kebangsaan

Dengan pencapaian sasaran dalam dasar ini, sumbangan teknologi nuklear dapat diperluaskan dengan memperkukuh kapasiti dan keupayaan inovasi serta memacu pembangunan bakat berkemahiran tinggi bagi menyokong aspirasi negara untuk menjadi sebuah negara yang progresif, harmoni, makmur dan mampan menjelang 2030.

Akhir sekali, apakah visi dasar ini dan bolehkah YB memberikan gambaran bagaimana ekosistem teknologi nuklear di Malaysia pada tahun 2030 melalui pelaksanaan dasar ini?

YB Menteri : Visi dasar ini adalah menjadi negara peneraju dalam penggunaan sains dan teknologi nuklear secara aman ke arah mencapai pembangunan mampan di peringkat global. Visi ini akan dapat dicapai secara bersepadu oleh semua pihak berkepentingan melalui pelaksanaan strategi dan inisiatif yang digariskan dalam dasar ini. Pencapaian visi ini akan memperkukuh ekosistem teknologi nuklear negara. Dengan wujudnya ekosistem teknologi nuklear yang kukuh, perkembangan teknologi nuklear di Malaysia akan melonjakkan sektor sosio-ekonomi negara ke arah negara maju dan berteknologi tinggi.

Pelaksanaan dasar ini akan diterjemahkan dalam peningkatan kepada kesedaran awam, penerimaan masyarakat serta pembudayaan dan kemajuan teknologi nuklear. Dasar ini juga akan menyediakan landasan kepada Malaysia untuk membangunkan ekosistem teknologi nuklear yang kondusif ke arah menjadikan Malaysia sebagai negara maju pasca 2030.

HAB PENGELUARAN RADIOISOTOP

Perubatan di Malaysia:

Pemangkin Kemajuan Perubatan & Kesihatan Rakyat

Oleh : Mohd Rodzi Ali, PhD

Salah satu Inisiatif Dasar Teknologi Nuklear Negara (DTNN) 2030 adalah hab bagi pengeluaran dan pemasaran radioisotop perubatan di Malaysia. Langkah ini penting kepada negara untuk mencapai kemandirian dalam perubatan nuklear di Malaysia. Hab ini akan membuka dimensi baharu dalam bidang perubatan nuklear negara dan meletakkan Malaysia sebagai peneraju dalam industri penghasilan dan pembekalan radioisotop di rantau Asia Tenggara. Dua kemudahan berkaitan teknologi nuklear diperlukan dalam melaksanakan inisiatif hab radioisotop perubatan, iaitu reaktor nuklear penyelidikan dan mesin siklotron.

Memahami Teknologi Radioisotop

Radioisotop mengeluarkan sinaran yang boleh digunakan untuk diagnosis serta rawatan pelbagai penyakit, termasuklah kanser. Dalam bidang perubatan nuklear moden, radioisotop digunakan sebagai penyurih untuk mengesan tempat atau lokasi sel kanser melalui prosedur pengimejan seperti imbasan *Positron Emission Tomography* (PET) dan *Single Photon Emission Computed Tomography* (SPECT). Selain digunakan untuk mengesan lokasi kanser, radioisotop juga berfungsi untuk merawat kanser tanpa merosakkan tisu sihat di sekitarnya. Rawatan jenis ini dikenali sebagai terapi nuklear. Contoh radioisotop yang digunakan sebagai penyurih perubatan adalah I-131, manakala Astatine-211 (At-122) pula adalah contoh radioisotop yang digunakan dalam rawatan sesuatu penyakit.

Teknologi perubatan nuklear di Malaysia semakin pesat membangun dengan adanya pelbagai peralatan bagi diagnostik dan rawatan berasaskan perubatan nuklear. Pembangunan kaedah rawatan berkenaan memerlukan radioisotop yang sesuai untuk digunakan dalam perubatan nuklear. Justeru, bekalan radioisotop bagi diagnostik dan rawatan perlulah sentiasa mencukupi dan sedia dibekalkan apabila diperlukan. Namun begitu, bekalan radioisotop perubatan di Malaysia sebahagian besarnya perlu di import dari negara luar. Kebergantungan kepada negara luar menyebabkan bekalan radioisotop dalam negara berisiko terganggu akibat faktor faktor logistik, krisis global, jangka hayat radioisotop yang singkat serta langkah strategik negara pengeluar. Contoh kesan krisis global adalah peperangan Ukrain dengan Russia yang sangat mempengaruhi bekalan radioisotop untuk perubatan. Kesan teknikal pula misalnya, Fluorine-18, radioisotop yang digunakan dalam prosedur diagnostik perubatan nuklear, mempunyai separuh hayat sekitar 1.8 jam. Keadaan ini memberi kesan logistik yang ketara kerana menyebabkan tidak ekonomik untuk import. Maka, penghasilan tempatan amat kritikal bagi memastikan bekalan yang konsisten untuk hospital-hospital di seluruh negara.

Sumber Siklotron 30 MeV

Hab pengeluaran radioisotop yang dicadangkan akan merangkumi pembangunan kemudahan penghasilan radioisotop yang dilengkapi dengan mesin siklotron 30 MeV. Hab ini akan berfungsi sebagai pusat pembekalan radioisotop bagi seluruh negara. Selain daripada itu, hab ini juga boleh menerima radioisotop perubatan yang dihasilkan daripada reaktor nuklear penyelidikan yang menjadi pelengkap kepada teknologi perubatan nuklear negara. Mesin Siklotron 30 MeV mempunyai keupayaan untuk menghasilkan pelbagai jenis radioisotop yang mempunyai lebih banyak kegunaan. Berbanding dengan kemudahan siklotron sedia ada yang mempunyai had kapasiti antara 11 hingga 18 MeV, siklotron 30 MeV dapat menghasilkan lebih banyak radioisotop seperti Gallium-68, Copper-64, dan Zirconium-89 yang semakin penting dalam prosedur diagnostik termaju.

Pendekatan Pembangunan Hab Pengeluaran Radioisotop

Pendekatan pembangunan hab adalah terbuka, antara kaedah yang boleh digunakan adalah melalui kerjasama awam-swasta (PPP). Kaedah ini dijangka dapat membawa banyak manfaat. Melalui model ini, entiti swasta boleh bertindak sebagai pembiaya bagi membina dan mengendalikan kemudahan tersebut untuk satu tempoh tertentu sebelum menyerahkannya kepada kerajaan. Pendekatan ini bukan sahaja mengurangkan beban kewangan kerajaan tetapi juga memastikan projek dapat dilaksanakan dengan lebih cepat dan efisien. Pihak kerajaan berperanan menyediakan rangka kerja regulatori dan perlesenan serta sokongan teknikal termasuk penyelidikan dan pembangunan yang diperlukan untuk memastikan kelancaran proses pembangunan, operasi dan kelestarian

teknologi ini. Radioisotop yang berada di hab dijangka dapat ditawarkan pada harga yang lebih kompetitif berbanding harga radioisotop yang di import daripada luar negara. Hab berperanan dalam meningkat kadar pengeluaran tempatan serta dapat mengurangkan kos perolehan dan pengangkutan berbanding radioisotop yang dibawa masuk dari luar negara. Pengurangan kos akan memberi manfaat secara langsung kepada pesakit yang memerlukan prosedur perubatan nuklear.

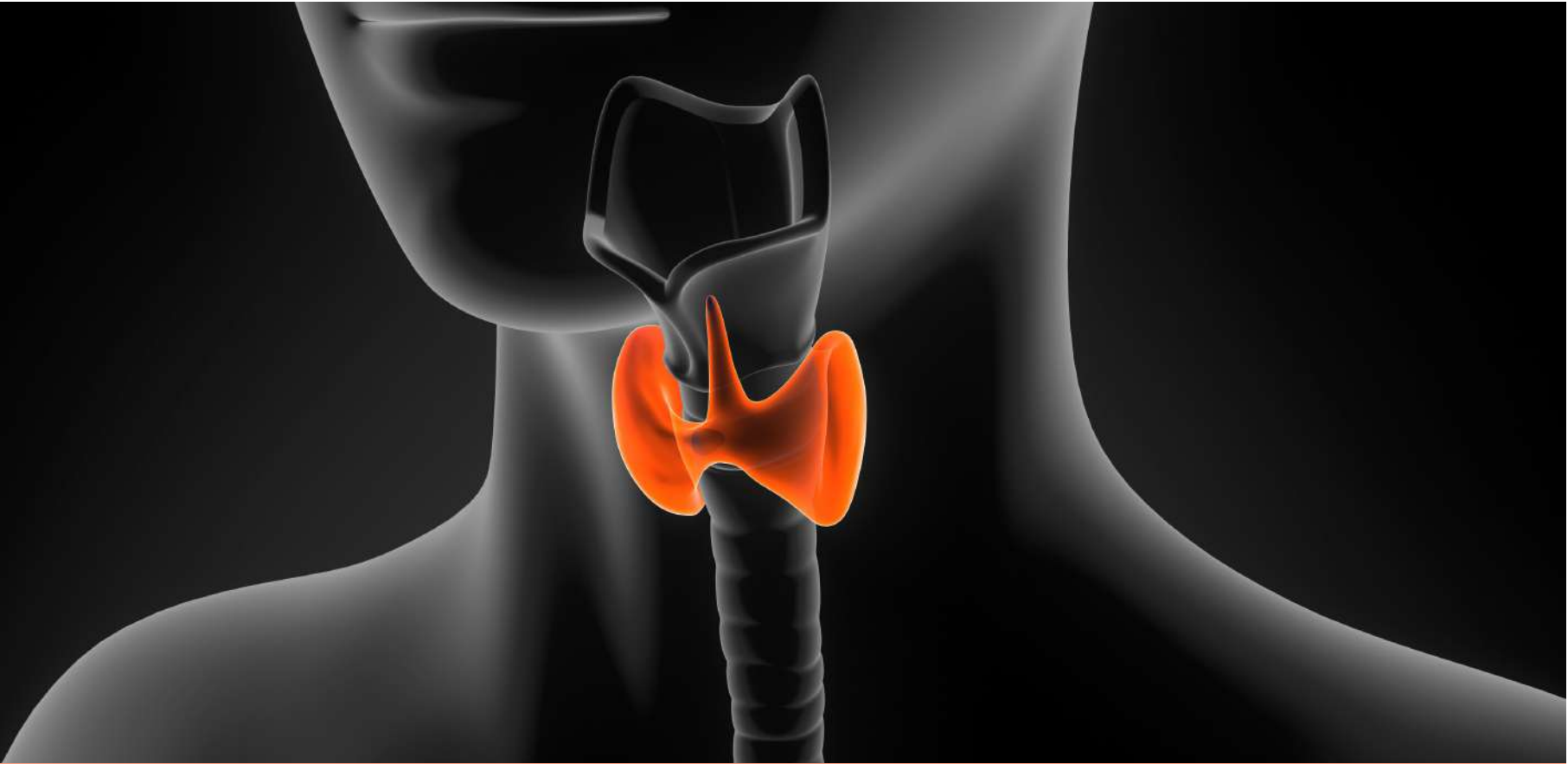
Pelan Pembangunan dan Jangkaan Pencapaian

Di peringkat awal hab pengeluaran radioisotop perubatan dijangka berupaya menghasilkan radioisotop seperti Fluorine-18 dan Technetium-99m. Kemampuan hab akan diperingkatkan dan dijangka akan menghasilkan radioisotop baharu yang belum pernah dihasilkan di negara ini melalui penyelidikan dan pembangunan, termasuk radioisotop untuk kegunaan terapeutik seperti Lutetium-177, mahupun radioisotop untuk tujuan teranostik seperti Copper-64. Semua rancangan ini tidak mustahil dan akan boleh dicapai sehingga Malaysia mampu menjadi antara negara pengeluar radioisotop utama di rantau ASEAN, dengan potensi untuk mengeksport radioisotop ke negara-negara jiran yang tidak mempunyai kemudahan serupa.

Justeru itu, hab pengeluaran radioisotop perlu dilengkapi dengan kemudahan penyelidikan dan pembangunan (R&D) yang membolehkan penyelidik tempatan menjalankan kajian untuk menghasilkan radioisotop baharu dan aplikasi klinikal yang lebih inovatif. Ini akan membuka ruang untuk Malaysia meneroka bidang radiofarmaseutikal yang semakin berkembang di peringkat global.



Radioisotop Leutetium-177 (Lu-177) dibangunkan di Nuklear Malaysia boleh digunakan untuk rawatan kanser



Teknik perubatan menggunakan bahan radioisotop untuk mengesan dan merawat penyakit

Impak Terhadap Sistem Kesihatan dan Ekonomi Malaysia

Faedah hab pengeluaran radioisotop kepada rakyat Malaysia sangat signifikan, termasuk aspek kesihatan, ekonomi, dan pembangunan modal insan. Daripada segi kesihatan, pesakit akan mendapat peluang yang lebih baik kepada prosedur perubatan nuklear tanpa perlu bimbang tentang gangguan bekalan. Kos rawatan juga berpotensi untuk menjadi lebih murah kerana negara tidak lagi perlu mengimport bahan-bahan ini pada harga yang tinggi.

Lebih penting lagi, Malaysia tidak akan terdedah kepada risiko kehabisan bekalan semasa krisis global seperti yang berlaku ketika pandemik COVID-19. Kemandirian dalam penghasilan radioisotop akan memastikan kesinambungan perkhidmatan perubatan nuklear walaupun dalam situasi yang mencabar, membolehkan hospital dan pusat perubatan meneruskan prosedur diagnostik dan terapeutik yang penting.

Dari perspektif ekonomi, hab akan berperanan mewujudkan pelbagai peluang pekerjaan berkemahiran tinggi dalam bidang fizik nuklear, kejuruteraan radioisotop, radiofarmaseutikal, dan pengurusan kemudahan nuklear untuk perubatan dan penyelidikan yang berkaitan.

Selain itu, keupayaan untuk mengeksport radioisotop ke negara-negara jiran akan membuka sumber pendapatan baharu untuk negara. Dengan nilai pasaran global radioisotop yang dijangka semakin meningkat, Malaysia berpeluang untuk mendapatkan sebahagian daripada nilai ekonomi ini melalui eksport radioisotop berkualiti tinggi kepada negara sekitar di rantau yang sama.

Pembangunan Modal Insan dan Pemindahan Teknologi

Salah satu aspek penting hab pengeluaran radioisotop adalah sumber baru dalam pembangunan modal insan melalui program latihan dan pemindahan teknologi. Kolaborasi dengan institusi pendidikan tinggi tempatan akan membolehkan Malaysia melahirkan lebih ramai pakar dalam bidang sains dan kejuruteraan nuklear serta pakar dalam perubatan nuklear. Hab pengeluaran radioisotop dijangka dapat berfungsi sebagai platform untuk menggalakkan kerjasama penyelidikan antara penyelidik tempatan dan antarabangsa. Melalui kerjasama diperingkat kebangsaan dan antarabangsa, Malaysia dijangka akan lebih berperanan dan penting dalam sistem kesihatan moden.

Melangkah ke Era Baharu Perubatan Nuklear

Pembangunan hab pengeluaran radioisotop perubatan adalah komitmen Dasar Teknologi Nuklear Negara, bagi menjadikan Malaysia maju dalam sistem penjagaan kesihatan dan memastikan rakyat mendapat perkhidmatan kepada teknologi perubatan termaju. Pewujudan hab bukan hanya sekadar sebuah pelan pembangunan infrastruktur, tetapi merupakan pelaburan strategik dalam usaha meningkatkan kualiti perkhidmatan kesihatan dan kemandirian Malaysia dalam bidang perubatan nuklear pada keadaan sekarang tetapi juga untuk masa hadapan.

Melalui rancangan ini, Malaysia dijangka meletakkan asas yang kukuh untuk membangunkan industri radiofarmaseutikal tempatan yang berdaya saing di peringkat global. Sekiranya pelan tindakan ini berjaya, ia bukan sahaja dijangka mampu memenuhi keperluan domestik untuk radioisotop, malah berpotensi menjadi pembekal utama dan tempat rujukan bagi penyelidikan berkaitan perubatan nuklear di rantau Asia Tenggara dan Pasifik. Keberhasilan hab pengeluaran radioisotop akan menjadi bukti kebolehan Malaysia dalam menguasai teknologi tinggi dalam bidang sains nuklear dan aplikasinya dalam perubatan. Dengan adanya hab pengeluaran radioisotop ini nanti akan membawa harapan baharu kepada pesakit yang memerlukan diagnosis dan rawatan yang lebih baik, terutamanya mereka yang menghidap penyakit kanser dan penyakit-penyakit kritikal lain. Hab pengeluaran radioisotop ini sudah tentu memberi manfaat kepada generasi akan datang bagi menjamin sistem penjagaan kesihatan yang lebih mampan, inovatif, dan berdikari. Justeru akan membantu negara dalam mencapai hasrat supaya rakyat hidup sihat dalam suasana yang maju.



Perancangan Program Tenaga Nuklear untuk Negara Baharu yang Ingin Memulakan Program Nuklear

Oleh :Julia Abdul Karim, PhD

Pengenalan

Tenaga nuklear semakin diiktiraf sebagai sumber tenaga yang mampan dan berdaya maju dalam memenuhi permintaan tenaga global yang semakin meningkat, terutamanya dalam usaha mengurangkan pelepasan karbon neutral dan ketergantungan terhadap bahan api fosil. Bagi negara yang ingin memulakan program tenaga nuklear, perancangan yang komprehensif adalah kritikal untuk memastikan pembangunan tenaga nuklear yang selamat, lestari, dan mematuhi piawaian antarabangsa. Pembangunan tenaga nuklear bukan sekadar membina loji tenaga nuklear (NPP) semata-mata, tetapi juga memerlukan infrastruktur yang mantap, sistem perundangan yang kukuh, kepakaran tenaga kerja dan penerimaan masyarakat yang positif. Oleh itu, negara yang ingin meneroka tenaga nuklear perlu melalui beberapa fasa perancangan berdasarkan garis panduan *Milestone Approach* yang disyorkan oleh Agensi Tenaga Atom Antarabangsa (IAEA).

PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR KUASA NUKLEAR



Pembangunan infrastruktur untuk program tenaga nuklear negara mengikut IAEA Milestone Approach

Pembangunan tenaga nuklear bukanlah satu proses yang boleh diselesaikan dalam masa yang singkat. Sebaliknya, ia memerlukan perancangan berperingkat yang sistematik bagi memastikan setiap aspek teknikal, keselamatan, dan undang-undang dipatuhi sebelum loji tenaga nuklear boleh beroperasi. IAEA membahagikan proses pembangunan tenaga nuklear kepada tiga fasa utama, iaitu:

Fasa 1: Penilaian dan Keputusan Dasar

Pada peringkat ini, kerajaan sesebuah negara perlu membuat penilaian awal sama ada tenaga nuklear sesuai atau tidak bagi memenuhi keperluan tenaga negara. Kajian kebolehlaksanaan akan dijalankan untuk mengenal pasti risiko, faedah, serta keperluan teknikal dan ekonomi sebelum keputusan dibuat untuk meneruskan program ini.

Fasa 2: Pembangunan Infrastruktur

Jika keputusan telah dibuat untuk membangunkan tenaga nuklear, negara perlu menyediakan rangka kerja perundangan, sistem pengawalseliaan, serta membangunkan kapasiti sumber manusia yang mencukupi untuk menyokong program ini. Ini termasuk latihan kepada tenaga kerja, pembangunan polisi pengurusan sisa nuklear, serta penyediaan tapak yang sesuai untuk pembinaan loji tenaga nuklear.

Fasa 3: Pembinaan dan Persediaan Operasi

Dalam fasa ini, negara akan memulakan pembinaan loji tenaga nuklear, menjalankan ujian sistem, dan melaksanakan prosedur keselamatan sebelum loji beroperasi sepenuhnya. Kecekapan dalam pengawalseliaan dan pematuhan kepada peraturan antarabangsa memainkan peranan penting dalam memastikan operasi yang selamat dan mampan.

Secara amnya, pembangunan tenaga nuklear adalah satu usaha kompleks yang memerlukan perancangan yang mendalam dan pematuhan ketat terhadap piawaian antarabangsa. Bagi ketiga-tiga fasa pembangunan tenaga nuklear ini, IAEA telah mengenal pasti 19 elemen infrastruktur utama yang

perlu dibangunkan terutamanya negara baharu yang ingin memulakan program kuasa. Melalui 19 Infrastruktur yang digariskan IAEA, negara baharu dapat memastikan program tenaga nuklear mereka berjalan dengan selamat, cekap, dan memberi manfaat jangka panjang kepada masyarakat serta ekonomi negara.

Salah satu aspek paling penting dalam perancangan program tenaga nuklear ialah komitmen kerajaan dan pembentukan dasar tenaga. Negara yang ingin membangunkan tenaga nuklear perlu menetapkan dasar tenaga nasional yang jelas, termasuk menentukan sasaran penyertaan tenaga nuklear dalam campuran tenaga negara. Kerajaan perlu mewujudkan badan pengawalseliaan nuklear yang bebas bagi memastikan semua aspek keselamatan, sekuriti, dan perlindungan sinaran dipatuhi. Undang-undang dan peraturan perlu diselaraskan dengan piawaian Antarabangsa, antaranya adalah seperti Konvensyen Keselamatan Nuklear (CNS), Protokol Tambahan (AP) dan Konvensyen Perlindungan Fizikal terhadap Bahan Nuklear (CPPNM). Tanpa sistem perundangan yang kukuh, pengurusan tenaga nuklear boleh berdepan risiko ketidakpatuhan terhadap peraturan antarabangsa serta kebimbangan awam terhadap keselamatan operasi loji tenaga nuklear.

Selain daripada aspek pengawalseliaan, kajian kebolehlaksanaan dan pemilihan teknologi reaktor adalah faktor penting yang menentukan kejayaan program nuklear sesebuah negara. Kajian ini melibatkan penilaian permintaan tenaga negara, analisis kos dan keberkesanan tenaga nuklear berbanding sumber tenaga lain, serta pemilihan lokasi yang sesuai untuk pembinaan loji. Pemilihan teknologi reaktor juga perlu mengambil kira faktor keselamatan, kecekapan tenaga, ketersediaan bahan api, serta kemudahan penyelenggaraan dan pengoperasian. Negara baharu boleh memilih pelbagai jenis teknologi reaktor seperti reaktor air ringan (LWR), reaktor modular kecil (SMR), reaktor gas suhu tinggi (HTGR), dan reaktor generasi baharu yang lebih cekap dan selamat. SMR, sebagai contoh, semakin mendapat perhatian kerana reka bentuknya yang lebih kecil, modular, serta mempunyai ciri keselamatan pasif yang boleh mengurangkan risiko kemalangan. Namun, setiap pilihan teknologi ini memerlukan penilaian mendalam bagi memastikan kesesuaian dengan keperluan tenaga dan kapasiti infrastruktur negara.



Sembilan belas Infrastruktur Nuklear IAEA

Pembangunan tenaga nuklear juga memerlukan pembangunan modal insan dan kerjasama antarabangsa yang strategik. Negara yang ingin membangunkan tenaga nuklear perlu memastikan tenaga kerja yang terlatih dan berkemahiran tinggi dalam pelbagai aspek seperti reka bentuk kejuruteraan, keselamatan radiasi, operasi dan penyelenggaraan reaktor, serta pengawalseliaan nuklear. Oleh itu, pelaburan dalam pendidikan dan latihan amat penting untuk membangunkan kapasiti tenaga kerja tempatan. Selain itu, negara baharu boleh memanfaatkan program latihan dan pemindahan teknologi melalui kerjasama dengan organisasi antarabangsa seperti IAEA, Forum Kerjasama Nuklear ASEAN (FNCA), Generation IV International Forum (GIF), dan *International Framework for Nuclear Energy Cooperation (IFNEC)*. Negara juga boleh menjalinkan perkongsian dengan negara yang telah maju dalam tenaga nuklear seperti Rusia, Perancis, Jepun, Korea Selatan, dan China bagi mendapatkan bimbingan teknikal serta sokongan dalam pemilihan teknologi, pembangunan infrastruktur, dan penyediaan tenaga kerja.

Selain pembangunan teknikal dan keupayaan manusia, penerimaan awam dan komunikasi berkesan adalah faktor utama yang menentukan kejayaan program tenaga nuklear. Persepsi masyarakat terhadap tenaga nuklear sering kali dipengaruhi oleh kebimbangan terhadap keselamatan, kesan alam sekitar, dan pengurusan sisa radioaktif. Oleh itu, kerajaan perlu melaksanakan program kesedaran awam secara berterusan untuk memberikan maklumat yang tepat mengenai manfaat tenaga nuklear, langkah-langkah keselamatan yang diambil, serta pelan pengurusan sisa radioaktif. Penglibatan masyarakat dalam perbincangan awam dan proses membuat keputusan boleh meningkatkan tahap kepercayaan terhadap program nuklear. Keterbukaan dalam komunikasi serta pelaksanaan mekanisme penyertaan awam akan memastikan program nuklear mendapat sokongan dan keyakinan dari pelbagai pihak berkepentingan.

Kesimpulannya, perancangan program tenaga nuklear bagi negara baharu memerlukan pendekatan yang sistematik dan berperingkat. Kejayaan pembangunan tenaga nuklear bergantung kepada komitmen kerajaan, sistem perundangan dan pengawalseliaan yang kukuh, pemilihan teknologi yang sesuai, pembangunan tenaga kerja yang kompeten, serta penerimaan masyarakat. Dengan perancangan yang teliti dan pelaksanaan yang strategik, tenaga nuklear boleh menjadi sumber tenaga utama yang selamat, mampan, dan berdaya maju dalam memenuhi keperluan tenaga jangka panjang negara serta menyumbang kepada pengurangan pelepasan karbon dan pembangunan ekonomi yang lebih lestari.



PERUBATAN NUKLEAR:

Meningkatkan Kualiti Rawatan dan Perubatan bagi Pesakit Kanser

Oleh : Siti Zarina Amir Hassan, PhD, Hazmimi Kasim, PhD dan Siti Syarina Mat Sali

Situasi Kanser di Malaysia

Kanser merupakan antara penyakit tidak berjangkit (*non-communicable disease – NCD*) yang menjadi penyebab utama kematian di Malaysia. Pada 2019, sebanyak 12.18% daripada keseluruhan kes kematian yang berpunca dari kanser direkodkan di hospital Kementerian Kesihatan (KKM) berbanding 9.54% pada tahun 2004. Kanser payudara, kolorektal, paru-paru, limfoma, nasofaring, leukemia, prostat, hati, serviks rahim dan ovari adalah merupakan kanser yang tertinggi dilaporkan pada tahun 2012-2016. Peningkatan ketara bilangan kes kanser di Malaysia ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti populasi penuaan dan rutin gaya hidup yang tidak sihat, disamping pengambilan makanan yang tidak seimbang. Saringan kesihatan berkala boleh membantu pengesanan awal, dan seterusnya mengurangkan komplikasi, memperbaiki hasil jangka panjang dan menyelamatkan nyawa pesakit kanser.

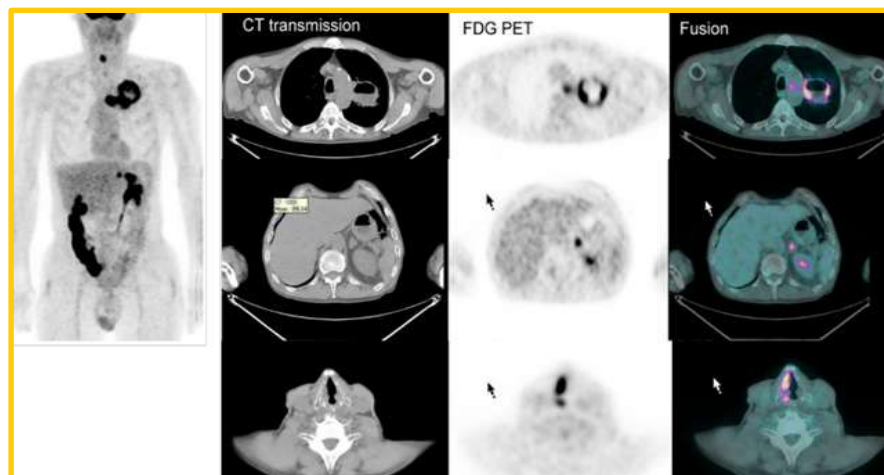
Jadual 1 : Lima Punca Utama Kematian di Hospital KKM, Malaysia
Sumber : *National Strategic Plan for Cancer Control Programme 2021-2025*

	2016	2017	2018	2019
1 st	Septicaemia (15.10%)	Heart Disease & Diseases of Pulmonary Circulation (16.09%)	Disease of Circulatory System (23.34%)	Disease of Circulatory system (22.27%)
2 nd	Heart Disease & Diseases of Pulmonary Circulation (14.52%)	Septicaemia (13.82%)	Disease of Respiratory System (18.19%)	Disease of Respiratory System (21.17%)
3 rd	Cancer (9.54%)	Cancer (10.85%)	Certain infectious & Parasitic Diseases (14.35%)	Certain infectious & Parasitic Diseases (12.47%)
4 th	Cerebro-vascular disease (8.40%)	Pneumonia (12.38%)	Cancer (13.02%)	Cancer (12.18%)
5 th	Accidents (6.07%)	Cerebro-vascular disease (8.43%)	External cause of morbidity and mortality (9.30%)	Diseases of the genitourinary system (5.93%)

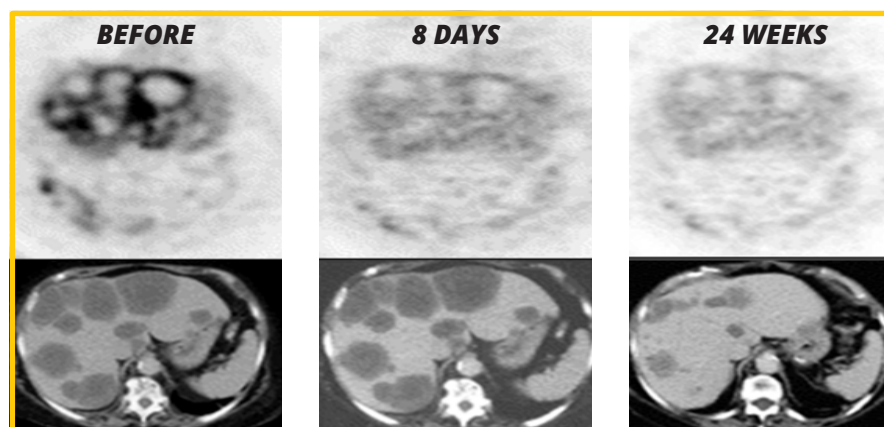
Aplikasi Teknologi Perubatan Nuklear

Teknologi perubatan nuklear adalah salah satu teknologi penting dan efektif dalam pengurusan rawatan pesakit kanser. Teknologi ini menggunakan sumber bahan radioaktif untuk tujuan pengesanan, rawatan dan penyelidikan bagi memperolehi maklumat berkaitan fungsi, anatomi dan struktur organ-organ tertentu bagi pesakit kanser. Selain itu, teknologi ini juga memainkan peranan dalam rawatan kanser-kanser tertentu melalui terapi radiasi yang disasarkan, dan ini berupaya mengawal gejala dan meningkatkan kualiti hidup yang lebih baik kepada pesakit.

Di Malaysia, aplikasi teknologi nuklear untuk tujuan perubatan telah berkembang di seluruh negara sejak teknologi nuklear ini mula diperkenalkan di Hospital Taiping, Perak pada 3 Februari 1897 melalui penggunaan peralatan X-ray. Pada tahun 1964, perkhidmatan perubatan nuklear telah diperkenalkan dengan penubuhan unit perubatan nuklear yang pertama di bawah Jabatan Radioterapi, Hospital Kuala Lumpur. Menyedari kepentingan perkhidmatan ini dan kemajuan teknologi perubatan nuklear yang semakin berkembang, KKM telah menaiktaraf unit perubatan nuklear ini kepada Jabatan Perubatan Nuklear dan menubuhkan beberapa pusat perubatan nuklear di seluruh Malaysia. Sehingga tahun 2023, terdapat enam pusat perubatan nuklear di bawah KKM yang merangkumi lima rantau di Semenanjung Malaysia, Sabah dan Sarawak, serta 24 pusat perubatan nuklear yang dikendalikan oleh hospital swasta dan universiti tempatan. Pusat-pusat ini dilengkapi dengan kemudahan dan peralatan perubatan nuklear moden termasuk kamera sinaran gamma (hibrid bersama CT), PET-CT dan siklotron.



Rajah 1 : 18F-FDG PET-CT menunjukkan pengesanan pesakit yang baru di diagnosis menghidap kanser paru-paru dengan rebakan ke noda limfa dan kelenjar adrenal.



Rajah 2 : 18F-FDG PET-CT menunjukkan pemantauan terapeutik pesakit GIST yang sedang menerima rawatan Imatinib di mana keberkesanan rawatan dapat dilihat lebih awal melalui PET



Rajah 3 : Lokasi 6 pusat perubatan nuklear di bawah KKM di Malaysia

Impak Teknologi Perubatan Nuklear

Pada masa ini, perubatan nuklear telah berkembang pesat dan telah memberi manfaat kepada perkhidmatan penjagaan kesihatan negara. Perubatan nuklear telah disepadukan ke dalam sistem penjagaan kesihatan negara setanding dengan bidang disiplin lain seperti radiologi, radioterapi, patologi dan perubatan forensik. Kemajuan pesat dalam sains dan teknologi termasuk penggunaan pelbagai kaedah pengimejan dan rawatan baru akan terus membawa impak positif kepada pesakit kanser. Sebagai contoh, imbasan *Positron Emission Tomography* (PET) digunakan untuk pengesanan awal dan telah meningkatkan kualiti penjagaan kanser dengan ketara di Malaysia. Perubatan nuklear ini telah menjadi komponen penting dalam pengurusan kanser dan kemudahan yang disediakan menunjukkan perkhidmatan perubatan dan penjagaan pesakit kanser yang berkualiti di negara ini (Rajah 1 dan 2).

Kemajuan teknologi perubatan nuklear juga telah membawa impak besar dan menyumbang kepada banyak bidang perubatan lain. Penggunaan perubatan nuklear dalam kardiologi, neurologi dan penjagaan pediatrik telah mempercepatkan dan memudahkan pelaksanaan perubatan NCD di negara ini serta mengurangkan kos untuk membangunkan dan menyalurkan perkhidmatan penjagaan kesihatan yang lebih baik. Seiring dengan perkembangan pesat dalam perkhidmatan penjagaan kesihatan, keperluan kepakaran dalam perubatan nuklear, seperti ahli fizik, ahli farmasi dan juruteknologi meningkat setiap tahun. Latihan dan pembelajaran dalam bidang perubatan nuklear sentiasa di pertingkatkan melalui kerjasama antarabangsa termasuklah dibawah Program Kerjasama Teknikal Agensi Tenaga Atom Antarabangsa (IAEA). Kualiti perkhidmatan penjagaan kesihatan awam dan swasta yang baik dengan harga yang sangat berpatutan juga telah membolehkan Malaysia disenaraikan sebagai *Top 10 Medical Tourism Destinations in the World by Patients Beyond Borders* yang dijangka akan menambah nilai kepada pertumbuhan ekonomi negara.

Hala Tuju Perubatan Nuklear Dalam Dasar Teknologi Nuklear Negara 2030

Sektor perubatan dan penjagaan kesihatan merupakan salah satu sektor fokus utama dalam pelaksanaan Dasar Teknologi Nuklear Negara (DTNN) 2030. Ekosistem teknologi nuklear yang kondusif akan meningkatkan potensi dan keupayaan sektor ini di Malaysia. Bagi tujuan ini, dua program *flagship* berserta enam inisiatif telah dikenalpasti iaitu:

1 Pengeluaran dan Pembuatan Penyurih Radioaktif dan Peranti Perubatan

Program ini bertujuan untuk membina rantai bekalan peranti perubatan nuklear tempatan. Bagi perubatan nuklear, antara sasaran yang akan dilaksanakan adalah menjalankan analisis bekalan - permintaan untuk kemudahan siklotron, menaiktaraf dan membina kemudahan radioisotop dan radiofarmaseutikal sedia ada mengikut analisis permintaan bekalan.

- Perubatan dan Penjagaan Kesihatan
- Makanan dan Pertanian
- Pembuatan, Peranti dan Peralatan

2 Meningkatkan Perkhidmatan Radioterapi/ Onkologi dan Perubatan Nuklear

Di antara sasaran di bawah program ini adalah membangunkan dan meneroka dua penggunaan baharu radioisotop dan radiofarmaseutikal serta memperluaskan penggunaannya untuk kawalan NCD. Pelaksanaan sasaran yang telah ditetapkan ini bertujuan untuk meningkatkan pelancongan perubatan dan meningkatkan akses dan kemampuan negara yang lebih luas.

- Pengurusan Alam Sekitar dan Sumber Asli
- Aplikasi Perindustrian
- Keselamatan dan Sekuriti Nuklear

Strategi dan inisiatif yang dibangunkan dibawah program *flagship* ini akan berupaya menyediakan rangkaian perkhidmatan perubatan nuklear berkualiti tinggi dengan kos yang efektif dalam memenuhi keperluan dan seterusnya menyumbang kepada pembangunan sosioekonomi negara.

Jejak Nuklear DI MATA MEDIA

The Sun, Malaysia (21 Sep, 2023)



BREAKTHROUGH ... Science, Technology and Innovation Minister Chang Lih Kang with the IS21 padi variety created with the help of nuclear technology, after launching the National Nuclear Technology Policy in Putrajaya yesterday. - BERNAMAPIC

DTNN 2030 bantu tingkat penggunaan teknologi nuklear

Putrajaya: Pelaksanaan Dasar Teknologi Nuklear Negara 2030 (DTNN 2030) membolehkan Malaysia memaksimumkan manfaat penggunaan teknologi nuklear secara aman untuk pembangunan sosioekonomi, sekali gus sebanding dengan negara maju.

Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi, Chang Lih Kang, berkata kementerian berharap DTNN 2030 boleh membantu mencapai hasrat negara meningkatkan 40 peratus penggunaan teknologi nuklear dalam bidang khusus sains, teknologi, inovasi dan ekonomi (STIE) menjelang 2030.

Setakat ini, katanya, sebanyak 20 peratus teknologi itu sudah dipraktikkan dan ia juga menjadi satu dasar bagi mengurusperdagangan penggunaan teknologi ini di Malaysia.

Katanya, bagi tujuan itu, DTNN 2030 menetapkan empat teras strategik, 18 strategi dan 13 sasaran utama membabitkan pihak berkepentingan dalam pelbagai sektor ekonomi yang dikenali pasti bagi mencapai visi dan hala tuju ekosistem teknologi nuklear negara.

"Teknologi nuklear digunakan secara meluas dalam pelbagai sektor ekonomi utama di Malaysia dan dijangka semakin meningkat pada masa hadapan," katanya kepada pemberita pada Majlis Pelancaran DTNN 2030, di sini semalam.

Kenal pasti enam sektor

DTNN 2030 mengenal pasti enam sektor fokus utama sebagai sektor yang boleh dipertingkatkan keupayaannya melalui penggunaan teknologi nuklear, iaitu perubatan dan penjagaan kesihatan; makanan dan pertanian; pembuatan peranti dan peralatan.

Selain itu, pengurusan alam sekitar dan sumber asli, aplikasi perindustrian dan keselamatan serta sekuriti nuklear.

Lih Kang berkata, strategi dan inisiatif digariskan dalam dasar itu memberi penekanan untuk mewujudkan ekosistem teknologi nuklear negara yang mampan serta membentuk asas yang kukuh dalam mengurusperdagangan teknologi nuklear secara aman di Malaysia.

Katanya, bagi mempergiatkan ekosistem penyelidikan, pembangunan, pengkomersialan dan inovasi, kerajaan telah memperuntukkan tambahan RM100 juta dengan tumpuan kepada keperluan industri, tenaga boleh baharu, keterjaminan makanan serta aktiviti pertumbuhan baharu.

政府擬提高核能科技使用率 科藝部：2030年翻倍至40%

(吉隆坡20日讯)科学、工艺及革新部部长郑立慷说，政府放眼在2030年提高核能科技的使用率到40%。

《当今大马》的一则报导指出，也是公正党丹绒马琳国会议员的他周三在布城出席《2030年国家核能科技政策》的推介会时说，2030年的核能科技产业投资额预计会达到24亿令吉。

他认为，这符合科艺部拟定的《2030年国家核能科技政策》，而这项政策主要是规划大马核能科技的长

远与策略性蓝图。

"虽然马来西亚过去40多年已广泛使用核能科技，我们希望今天推介的《2030年国家核能科技政策》会帮助马来西亚达到目标，这项政策也是要把核能科技的使用变成主流。"

他披露，马来西亚目前的核能科技使用率只有20%，投资额则少于10亿令吉。

"我们必须承认，大马的核能科技程度优越，但使用率不高。举例来

说，核能科技广泛用于医疗领域，以及在食品工艺里用来生产高质量作物，如米粮，以便对疾病更有免疫力。"

此外，他说，《2030年国家核能科技政策》所列的策略与措施能让大马通过和平使用核能科技，将之运用在社会经济发展，让大马与其他发达国家处于相同水平。

"有鉴于此，这项政策有4个策略核心、18个策略与13个主要目标，涉及各经济领域的利益相关者。"

"此外，这项政策也鉴定了6个主要领域，包括药剂与医疗、粮食与农业、器械和设备制造业、管理环境与自然资源、产业运用与核能安全。"

Utusan Malaysia, Malaysia (21 Sep, 2023)

Sasar 40 peratus penggunaan teknologi nuklear

PUTRAJAYA: Kerajaan menasankan kadar penggunaan teknologi nuklear di Malaysia meningkat kepada 40 peratus menjelang 2030 berbanding 20 peratus ketika ini.

Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi, Chang Lih Kang berkata, sasaran itu yakin dapat dicapai menerusi Dasar Teknologi Nuklear Negara 2030 (DTNN 2030) yang dilancarkan semalam.

Beliau berkata, teknologi nuklear secara aman sudah digunakan secara meluas di negara ini sejak 40 tahun lalu dan sudah tiba masanya, penggunaan teknologi itu diurusperdagangan.

"Kami juga menasankan nilai pelaburan dan hasil daripada industri nuklear ini mencecah RM2.4 bilion menjelang 2030 berbanding sekitar RMI



MENTERI Sains, Teknologi dan Inovasi, Chang Lih Kang (tengah) pada Majlis Pelancaran Dasar Teknologi Nuklear Negara (DTNN) 2030 di Marriot Putrajaya, semalam. - UTUSAN/FAIZ ALIF ZUBIR

bilion ketika ini. "DTNN 2030 adalah dasar jelas bagi memacu tahap penggunaan teknologi nuklear negara dan kita masih lagi agak belabang berbanding negara jiran,"

katanya dalam sidang akhbar selepas melancarkan DTNN 2030 di sini, semalam.

Katanya, setakat ini, teknologi nuklear di Malaysia digunakan secara meluas dalam bidang perubatan dan teknologi makanan khususnya dalam menghasilkan beras tahan penyakit serta lebih berkualiti.

Lih Kang berkata, DTNN 2030 adalah agenda negara bagi mengurusperdagangan penggunaan teknologi nuklear secara aman selain meningkatkan daya saing industri, memperkukuh kesejahteraan rakyat dan memulihara sumber asli.

Menurutnya, dasar itu akan merangka hala tuju strategik jangka panjang bagi memacu pembangunan teknologi nuklear negara sehingga tahun 2030.

"DTNN 2030 menggariskan enam sektor fokus utama iaitu perubatan dan penjagaan kesihatan; makanan dan pertanian; pembuatan peranti dan peralatan; pengurusan alam sekitar dan sumber asli; aplikasi perindustrian; dan keselamatan dan sekuriti nuklear.

"Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia) akan bertindak sebagai agensi penyelaras untuk platform kerjasama nasional termasuk projek strategik berkaitan teknologi nuklear.

"Nuklear Malaysia juga akan menerajui Jawatankuasa Teknikal Teknologi Nuklear Kebangsaan di mana ahlinya terdiri daripada pakar teknikal daripada agensi kerajaan yang berkaitan, institusi berasaskan negeri, pengawal selia, sektor swasta dan ahli akademik," katanya.

China Press, Malaysia (21 Sep, 2023)

(布城20日讯)科学、工艺及革新部长郑立慷指出，2030年国家核技术政策(DTNN 2030)将能够让马来西亚最大限度的和平使用核技术，以促进国家社会经济全面发展。

他今日推介国家核技术政策时说，该政策设定4大战略核心、18项策略和13项主要目标，以实现国家核技术生态系统的愿景和大方向。

"此政策所概述的策略和举措着重在创建永续的国家核技术生态系统，并奠定坚实的基础，以通过和平方式将大马的核技术主流化。"

郑立慷指出，国家核技术政

鄭立慷：核技術政策鑒定6領域和平使用促進經濟發展

策也鉴定6个可通过使用核技术提升能力的重点领域。

他说，这些领域分别是医药和保健、粮食和农业、器械和设备制造、环境和自然资源管理、工业应用，以及核安全和安保。

他指出，通过国家核技术政策框架及已制定的行动计划文件，核技术在国家科学、技

术、创新和经济(STIE)特定领域的使用率，将有望提高四成。

"通过国家核技术政策的落实，研究、开发、商业化和创新领域将继续成为科艺部底下科学、技术和创新发展的支柱。"

他提到，国家核技术政策是科艺部制定长期战略大方向的

重要政策，以推动国家核技术发展至2030年，以及希望该政策能够作为大马实现昌明经济的战略指南。

他说，大马能够通过安全和谨慎的使用核技术，满足国家社会经济需求，包括开拓新的经济和就业机会。

郑立慷稍后对记者说，此政策有望在2030年达成24亿令吉的核技术投资目标。

他指出，科艺部将成立一个委员会，以确保国家核技术的使用率与发达国家一致，因为大马的这项技术在目前的使用率并不高。



CHANG melancarkan Dasar Teknologi Nuklear Negara 2030, semalam.

Sasar guna 40% teknologi nuklear menjelang 2030

Putrajaya: Pelaksanaan Dasar Teknologi Nuklear Negara 2030 (DTNN2030) membolehkan negara memaksimumkan penggunaan teknologi nuklear secara aman untuk pembangunan sosio-ekonomi dan meletakkan negara setanding dengan negara maju.

Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi (MOSTI), Chang Lih Kang berkata, kementerian berharap DTNN 2030 ini boleh membantu mencapai hasrat negara meningkatkan 40 peratus penggunaan teknologi nuklear dalam bidang khusus sains, teknologi, inovasi dan ekonomi (STIE) menjelang 2030.

Menurutnya, setakat ini sebanyak 20 peratus teknologi itu dipraktikkan dan ia juga menjadi satu dasar bagi mengurus perancangan penggunaan teknologi ini di Malaysia.

Katanya, bagi tujuan ini, DTNN 2030 menetapkan empat Teras Strategik, 18 Strategi dan 13 sasaran utama membabitkan pihak berkepentingan dalam pelbagai sektor ekonomi yang dikenal pasti bagi mencapai visi dan hala tuju ekosistem

teknologi nuklear negara. "Teknologi nuklear digunakan secara meluas dalam pelbagai sektor ekonomi utama di Malaysia dan dijangka akan semakin meningkat pada masa hadapan," katanya kepada pemberita pada Majlis Pelancaran Dasar Teknologi Nuklear Negara 2030 di sini, semalam.

Turut hadir, Ketua Setiausaha MOSTI Datuk Dr Aminuddin Hassim. DTNN 2030 ini mengenalpasti enam Sektor Fokus Utama sebagai sektor yang boleh dipertingkatkan keupayaannya melalui penggunaan teknologi nuklear iaitu perubatan dan penjagaan kesihatan, makanan dan pertanian, pembuatan peranti dan peralatan, pengurusan alam sekitar dan sumber asli, aplikasi perindustrian dan keselamatan dan sekuriti nuklear.

Lih Kang berkata, strategi dan inisiatif yang digariskan dalam dasar ini memberi penekanan untuk mewujudkan ekosistem teknologi nuklear negara yang mampan serta membentuk asas yang kukuh dalam mengurus perancangan teknologi nuklear secara aman di Malaysia.

Menurutnya, bagi mempergiatkan ekosistem penyelidikan, pembangunan, pengkomersialan dan inovasi kerajaan telah memperuntukkan tambahan RM100 juta dengan tumpuan kepada keperluan industri, tenaga boleh baharu, keterjaminan makanan serta aktiviti pertumbuhan baharu.

Pacu pembangunan teknologi nuklear

PUTRAJAYA - Kerajaan menyasarkan peningkatan penggunaan teknologi nuklear sebanyak 40 peratus dengan nilai pelaburan industri RM2.4 bilion menjelang tahun 2030.

Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi (Mosti), Chang Lih Kang berkata, sasaran tersebut selaras Dasar Teknologi Nuklear Negara (DTNN) 2030 yang merupakan signifikan dalam usaha kementerian merangka hala tuju strategik jangka panjang bagi memacu pembangunan teknologi nuklear negara sehingga tahun 2030.

"Walaupun negara telah menggunakan teknologi nuklear secara meluas lebih dari 40 tahun, kita harap dasar yang dilancarkan hari ini (Rabu) mampu membantu negara mencapai sasaran tersebut," katanya

selepas merasmikan DTNN 2030 di sini.

Beliau berkata, dasar tersebut juga menyokong matlamat ke arah mencapai hasrat menjadi negara berteknologi tinggi seperti yang diaspirasikan dalam Dasar Sains, Teknologi dan Inovasi Negara (DSTIN) 2021-2030.

"Strategi dan inisiatif yang digariskan dalam dasar ini memberi penekanan untuk mewujudkan ekosistem teknologi nuklear negara yang mampan serta membentuk asas kukuh dalam mengurusperdanakan teknologi nuklear secara aman," ujar beliau.

Lih Kang berkata, pelaksanaan DTNN 2030 membolehkan negara memaksimumkan manfaat penggunaan teknologi nuklear secara aman untuk pembangunan sosio-

ekonomi negara dan meletakkan Malaysia setanding negara maju lain.

"Untuk tujuan itu, DTNN 2030 menetapkan empat teras strategik, 18 strategi dan 13 sasaran utama melibatkan pihak berkepentingan dalam pelbagai sektor ekonomi yang telah dikenalpasti bagi mencapai visi dan hala tuju ekosistem teknologi nuklear negara.

"Melalui pelaksanaan DTNN 2030, bidang penyelidikan, pembangunan, pengkomersialan dan inovasi akan terus menjadi tonggak dalam pembangunan bidang sains, teknologi dan inovasi di bawah Mosti.

"Penggunaan teknologi nuklear yang selamat dan berhemah dapat memenuhi keperluan sosio-ekonomi," katanya.

国家核技术政策鉴定 6 领域可和平使用

(布城 20 日讯) 科学、工艺及革新部长郑立慷指出, 2030 年国家核技术政策 (DTNN 2030) 将能让马来西亚最大限度的和平使用核技术, 以促进国家社会经济发

展。他今日推介国家核技术政策时, 该政策设定 4 大战略核心、18 项策略和 13 项主要目标, 以实现国家核技术生态系统的愿景和大方向。

"此政策所概述的策略和举措着重在创建永续的国家核技术生态系统, 并奠定坚实的基础, 以通过和平方式将大马的核技术主流化。"

国家核技术政策推介礼

6 大领域

- 医药和保健
- 粮食和农业
- 器械和设备制造
- 环境和自然资源管理
- 工业应用
- 核安全和安保

放眼吸资 24 亿

他提到, 国家核技术政策是科工部制定长期战略大方向的重要政策, 以推动国家核技术发展至 2030 年, 以及希望该政



郑立慷推介国家核技术政策, 以实现国家核技术生态系统的愿景和大方向。

策能够作为大马实现昌明经济的战略指南。

他说, 大马能通过安全谨慎的使用核技术, 满足国家社会经济需求, 包括开拓新的经济和就业机会。

郑立慷稍后对记者

说, 此政策有望在 2030 年达成 24 亿令吉的核技术投资目标。

他说, 科工部将成立一个委员会, 确保国家核技术的使用率与发达国家一致, 因为大马的这项技术在目前的使用率不高。

说, 政府禁止稀土原料的出口, 并不会对莱纳斯构成影响, 因为莱纳斯是从澳洲进口稀土。

针对露露州宜力的稀土矿所进行一项试点项目, 使用 "原位浸出" (IST) 方法会否污染水源问题, 他说, 这项试点项目是为了检查所采用的技术是否可避免对地下水和环境的污染。

政府已延长莱纳斯迁移精矿分解与洗涤厂的期限至今年 12 月 31 日。

另一方面, 郑立慷

检验莱纳斯新技术 或可解辐射废料存储

科工部目前正在对莱纳斯所采用的一项新技术进行查证, 检验技术的成熟与可行性, 一旦证明可行, 辐射废料的累计和储存问题将可获得解决。

郑立慷针对莱纳斯目前是采用什么方案来处理废料问题, 如此表示。

他说, 莱纳斯不久前已针对其废料管理向原子能执照局提出新方案, 即通过新技术从废料萃取具有放射性的钍 (Thorium) 成分, 将放射性废料中和成放射性低于 1Bq/g (Becquerel/gram) 的列管废料

(scheduled waste)。

他说, 莱纳斯也有在有关新技术的基础上向政府申请撤回禁止在国内进行分解与洗涤工程的条件, 并保证在新技术下, 不会再生任何放射性废料。

"科工部将等技术部门的报告出炉后再做出回

应。"

他透露, 莱纳斯目前正在彭亨州兴建一座永久储存槽, 容量高达 160 万吨。

政府已延长莱纳斯迁移精矿分解与洗涤厂的期限至今年 12 月 31 日。

另一方面, 郑立慷

DTNN 2030 sasar 40 peratus kadar guna teknologi nuklear

PUTRAJAYA - Kerajaan menyasarkan kadar penggunaan teknologi nuklear di Malaysia meningkat kepada tahap 40 peratus menjelang 2030 berbanding 20 peratus ketika ini.

Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi, Chang Lih Kang berkata, sasaran itu yakin dapat dicapai menerusi Dasar Teknologi Nuklear Negara 2030 (DTNN 2030) yang dilancarkan semalam.

Beliau berkata, teknologi nuklear secara aman sudah digunakan secara meluas di negara ini sejak 40 tahun lalu dan sudah tiba masanya, penggunaannya diarusperdanakan.

"Kami juga menyasarkan

nilai pelaburan dan hasil daripada industri nuklear ini dijangka mencecah RM2.4 bilion menjelang 2030 berbanding sekitar RM1 bilion ketika ini.

"DTNN 2030 adalah dasar jelas bagi memacu tahap penggunaan nuklear negara dan kita masih lagi agak kebelakang berbanding negara jiran," katanya pada sidang akhbar selepas melancarkan DTNN 2030 di sini semalam.

Katanya, setakat ini, teknologi nuklear di Malaysia digunakan secara meluas dalam bidang perubatan dan teknologi makanan khususnya dalam menghasilkan beras tahan penyakit serta lebih berkualiti.



LIH KANG pada Majlis Pelancaran Dasar Teknologi Nuklear Negara (DTNN) 2030 di Putrajaya semalam.

郑立慷推介《国家核能科技政策》 冀提高核能科技使用率至40%

【布城20日讯】科学、工艺及革新部长郑立慷昨日推介《国家核能科技政策》，冀透过这项政策将国家现有的20%核能科技使用率，提高至40%。

他说，我们其实广泛使用核能科技，只是使用率不高。尤其在医药、食物、如生产有家庭的稻米。

他也说，希望我国在2030年的时候，能够为工业带来24亿令占的投资。

郑立慷今天（20日）在布城在为这项政策主持推介礼说，这项政策是科技部制定直至2030年的长期策略方向，以推动国家核能科技发展，实现我国如《2021-2030国家科学、技术和创新政策》（DSTIN）所期望的高科技国家。



禁稀土原材料出口 有助下游工业发展

科学、工艺及革新部长郑立慷说，禁止稀土原材料出口，可以协助发展国家的稀土工业，尤其是下游工业。

“我们欢迎这项决定，我们有稀土，而且出口原材料，无助于协助国内的稀土工业。”

也是丹絨马林国会议员的郑立慷，今天（20日）推介《国家核能科技政策》（DTNN 2030）后，受询及首相在9月11日表示政府将制定禁止稀土原材料出口政策的课题时，如是表示。

谈及这项政策是否影响在我国设厂的莱纳斯时，郑立慷说：“莱纳斯是从澳洲进口基

材料，只要莱纳斯可以处理废料，例如中性化废料中的辐射，我们可以考虑。”

另外，针对联邦政府正在部署宜力一座矿场推行试点项目，即使用原地浸取（in situ leaching）方式，测定并开发这类矿物的标准作业程序。

郑立慷表示，这项在部署展开的试点计划，是检测这些使用的科技，可避免地下水或其他环境的污染，还没有商业化。

至于试点计划结束的期限，郑立慷表示需向天然资源、环境及气候变化部了解，因为这是该部负责的范围。■

DTNN 2030 pacu guna teknologi nuklear secara aman di Malaysia

la menetapkan empat teras strategik, 18 strategi dan 13 sasaran utama bagi mencapai visi dan hala tuju ekosistem teknologi nuklear negara

PUTRAJAYA: Dasar Teknologi Nuklear Negara 2030 (DTNN 2030) akan membolehkan Malaysia memaksimumkan penggunaan teknologi nuklear secara aman untuk pembangunan sosioekonomi negara, kata Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi Chang Lih Kang.

Berucap melancarkan DTNN 2030 di sini semalam, beliau berkata dasar berkenaan menetapkan empat teras strategik, 18 strategi dan 13 sasaran utama bagi mencapai visi dan hala tuju ekosistem teknologi nuklear negara.

“Strategi dan inisiatif yang digariskan dalam dasar ini memberi penekanan untuk mewujudkan ekosistem teknologi nuklear negara yang mampan serta membentuk asas yang kukuh dalam mengurusperdanakan teknologi



SIMBOLIK: Chang menunjukkan Dasar Teknologi Nuklear Negara 2030 selepas melancarkannya di Kuala Lumpur semalam. Turut sama (dari kiri) Dr Ir Ahmad, Dr Aminuddin, Dr Mohd Nor dan Ketua Dr Rosli. — Gambar Semasa

“Strategi dan inisiatif yang digariskan dalam dasar ini memberi penekanan untuk mewujudkan ekosistem teknologi nuklear negara yang mampan serta membentuk asas yang kukuh dalam mengurusperdanakan teknologi nuklear secara aman di Malaysia.”

Chang Lih Kang
Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi

nuklear secara aman di Malaysia,” katanya.

Chang berkata DTNN 2030 juga telah mengenal pasti enam sektor fokus utama sebagai sektor yang boleh dipertingkatkan keupayaannya melalui penggunaan teknologi nuklear.

Fokus utama itu ialah perubatan dan penjagaan kesihatan, makanan dan per-

anian, pembuatan peranti dan peralatan, pengurusan alam sekitar dan sumber asli, aplikasi perindustrian serta keselamatan dan sekuriti nuklear.

Beliau berkata melalui kerangka DTNN 2030 berserta dokumen pelan tindakan yang telah disediakan, penggunaan teknologi nuklear dalam bidang khusus

sains, teknologi, inovasi dan ekonomi (STIE) negara disasarkan akan meningkat sebanyak 40 peratus daripada data asas bidang STIE semasa.

“Melalui pelaksanaan DTNN 2030, bidang penyelidikan, pembangunan, pengkomersialan dan inovasi akan terus menjadi tonggak dalam pembangunan bidang sains, teknologi dan inovasi di bawah MOSTI (Kementerian Menteri Sains, Teknologi dan Inovasi),” katanya.

Menurut Chang DTNN 2030 merupakan dasar yang signifikan dalam usaha MOSTI merangka hala tuju strategik jangka panjang bagi memacu pembangunan teknologi nuklear negara hingga 2030, serta berharap dasar itu dapat dijadikan panduan strategik untuk Malaysia merealisasikan Ekonomi MADANI.

Dengan memanfaatkan

teknologi nuklear yang selamat dan berhemah, Chang berkata Malaysia dapat memenuhi keperluan sosioekonomi negara termasuklah membuka peluang ekonomi dan pekerjaan baharu.

Ditemui pemberita selepas melancarkan DTNN 2030, Chang berkata dasar itu diharapkan dapat mencapai sasaran nilai pelaburan dalam teknologi nuklear berjumlah RM2.4 bilion menjelang 2030.

Katanya satu jawatankuasa akan ditubuhkan di bawah MOSTI untuk memastikan penggunaan teknologi nuklear kebangsaan dipertingkatkan seiring negara maju, berikutan penggunaan teknologi tersebut di Malaysia ketika ini tidak tinggi seperti dalam bidang perubatan dan teknologi makanan untuk menghasilkan beras yang lebih berkualiti dan tahan penyakit. — Bernama





i-NUKLEAR

ILMU . IDEA . INFORMASI



AGENSI NUKLEAR MALAYSIA
Bangi, 43000 Kajang, Selangor Darul Ehsan