

WARTA



NUKLEAR MALAYSIA

Percuma

Jilid 10 Bil: 1 Jan-April 2017 ; ISSN: 1985-3866

APLIKASI TEKNOLOGI NUKLEAR



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 2009 ketika Hari Pelanggan MINT, yang juga julung kali diadakan. Bagi memberi arah hala yang lebih jelas, isi MINT diperkemas kepada mempertingkatkan 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

Agensi Nuklear Malaysia (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 45 tahun dalam pelbagai pembangunan S&T nuklear, serta 35 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.



Tinta KETUA PENGARAH

Penggunaan teknologi nuklear dalam pelbagai bidang tidak dapat dinafikan lagi kepentingannya. Selaras dengan perubahan dan perkembangan semasa, pelbagai aplikasi yang melibatkan teknologi telah dinaiktaraf dalam memberi kemudahan kepada pengguna. Ini tidak terhad kepada satu-satu bidang tetapi meliputi pelbagai bidang seperti perubatan, pemprosesan makanan, industri dan sebagainya. Edisi Warta Nuklear Malaysia kali ini membawa kita mendekati aplikasi yang melibatkan teknologi nuklear. Selamat membaca diucapkan.

Dr. Mohd Ashhar bin Hj Khalid
Ketua Pengarah
Agensi Nuklear Malaysia



Dari MEJA EDITOR

Keupayaan teknologi nuklear dalam pelbagai bidang memang tidak dapat dipertikaikan. Melalui teknologi nuklear yang dibangunkan inilah kita berjaya menghasilkan pelbagai produk seperti kabel wayar yang rentan haba dan sifat kalis api; penggunaan Samarium-153 (SM-153) Lexidronam yang membantu melegakan kesakitan bagi pesakit kanser tulang; dan teknologi iradiasi makanan yang membantu mengawal pertumbuhan mikrob. Diharap para saintis nuklear akan terus berusaha untuk melakukan penyelidikan dan menghasilkan output baharu yang memberi manfaat kepada masyarakat.

Habibah Adnan
Pengarah
Bahagian Pengurusan Maklumat

Editorial

Penaung
Dr. Mohd Ashhar bin Hj Khalid

Editor kanan
Habibah binti Adnan

Editor
Normazlin binti Ismail

Penyelaras
Nor Azlina binti Nordin

Penulis
Dr. Azahari Kasbollah
Rafizi Salihuddin
Ros Anita Ahmad Ramli
Siti Salwa Mohammad Shirajuddin
Muhammad Hazmi Muhammad Sayuti
Nor Azillah Fatimah Othman
Nor Azwin Shukri

Pereka Grafik
Norhidayah binti Jait

Jurufoto
Nor Hasimah binti Hashim

Diterbitkan oleh:
Bahagian Pengurusan Maklumat
Agensi Nuklear Malaysia
Bangi, 43000 Kajang,
Selangor Darul Ehsan.

Isi Kandungan

Tinta Ketua Pengarah & Dari Meja Editor	1
Inovasi Teknologi Perubatan Nuklear: Samarium-153 (SM-153) Lexidronam Membantu Melegakan Kesakitan Bagi Pesakit Kanser Tulang.	2
Kepentingan Iradiasi Makanan di Malaysia	5
Teknologi Pelupusan Lubang Gerek	8
Pembangunan Kabel Tautsilang Sinaran Dan Kabel Tautsilang Sinaran Yang Kalis Api (FR) Untuk Industri Automotif	11

INOVASI TEKNOLOGI PERUBATAN NUKLEAR: *Samarium-153 (Sm-153) Lexidronam Membantu Melegakan Kesakitan bagi Pesakit Kanser Tulang.*

Oleh: Dr Azahari Kasbollah

Kanser atau barah adalah penyakit yang disebabkan oleh pertumbuhan sel-sel tidak normal atau abnormal yang tidak terkawal di dalam badan. Ia berpunca daripada kegagalan sistem imun untuk berfungsi dengan baik. Kanser yang tidak dirawat dengan segera boleh menyebabkan kematian. Jenis-jenis kanser yang paling biasa adalah kanser prostat, paru-paru dan kanser payudara. Selain itu, terdapat juga kanser hati, kolon atau kolorektal, kanser, pundi kencing, ovari, endometrium, tulang, kanser kulit dan leukemia.

Di Malaysia, jumlah mereka yang menghidap kanser meningkat daripada 32,000 kes baru pada tahun 2008 kepada 37,400 pada tahun 2012. Bilangan ini dijangka meningkat kepada 56,932 pada tahun 2025. Penyakit kanser menyumbang kepada satu per empat daripada jumlah kematian di negara maju. Jumlah kematian akibat kanser sebanyak 20,100 orang pada tahun 2008 dan meningkat kepada 21,700 kematian pada tahun 2012 atau lebih kurang 60 orang sehari berbanding kematian akibat demam denggi adalah kira-kira 60 orang setahun.

Kanser bermula apabila sel-sel di bahagian badan mula tumbuh di luar kawalan. Pertumbuhan sel kanser adalah berbeza daripada pertumbuhan sel yang

normal. Ia tidak mati, sebaliknya terus berkembang dan membentuk sel baru, yang tidak normal. Sel kanser juga boleh menyerang dan tumbuh di dalam tisu yang lain, sesuatu yang sel normal tidak boleh lakukan. Sel kanser ini boleh merebak ke bahagian badan yang lain di mana ia boleh berkembang dan membentuk tumor baru. Ini berlaku apabila sel kanser masuk ke dalam saluran darah atau saluran limfa badan. Proses kanser yang merebak ini dikenali sebagai metastasis.

Bagi pesakit yang menghidapi penyakit kanser, pesakit ini akan berada pada tahap kronik apabila sel kanser telah merebak ke seluruh badan dan memberikan kesan kesakitan dan bisa-bisa pada tulang pesakit. Kebiasaannya pesakit akan diberikan *analgesic* jenis morfin bagi kes kanser terminal ini bagi mengurangkan rasa kesakitan dan bisa-bisa pada tulang. Ia bertindak menghalang isyarat kecederaan dari dihantar ke otak seterusnya menghalang otak daripada menerima isyarat kesakitan.



Contoh mesin pengimbas untuk pengimejan badan pesakit kanser

Namun begitu, antara kesan sampingan *analgesic* jenis morfin ini akan menyebabkan pesakit tidak cergas, selalu mengantuk dan sentiasa berkhayal. Oleh kerana *chronic pain* boleh menimbulkan pelbagai gejala seperti kemurungan dan keletihan yang boleh mengakibatkan kegagalan rawatan doktor, sebenarnya tiada pilihan lain dengan membekalkan ubat penahan sakit yang bersesuaian dengan kondisi pesakit untuk menyerap rasa kesakitan. Doktor juga amat berhati-hati untuk tidak memberikan sesuatu yang berlebihan seperti morfin, lebih-lebih lagi jika keadaan jantung, buah pinggang atau hati pesakit berisiko tinggi untuk gagal.

Samarium-153 Lexidronam (nama kimia Samarium-153-ethylenediamine tetramethylene phosphonate, singkatan Sm-153 EDTMP) adalah sebuah sebatian kompleks radiofarmaseutikal daripada radioisotop Samarium-153 dengan bahan kimia EDTMP. Samarium Sm-153 Lexidronam digunakan untuk membantu melegakan kesakitan tulang (*palliative treatment of bone cancer*) bagi pesakit yang menghadapi penyakit kanser tahap kronik (terminal). Ia telah diluluskan oleh US FDA sebagai "*bone palliative treatment*". Ia bukanlah penyembuh tetapi lebih kepada rawatan untuk pesakit dengan kanser yang telah merebak

hingga ke tulang. Ia disuntik ke dalam vena dan kemudian radiofarmaseutikal tersebut akan beredar ke seluruh badan sebelum ianya bertumpu di kawasan kanser tulang. Sm-153 akan mengeluarkan pemancar beta yang membantu memberikan kelegaan kesakitan. Sm-153 Lexidronam akan dikumuhkan melalui air kencing selepas suntikan intravena. Dalam tempoh 6 jam pertama, hampir 35% daripada Sm-153 Lexidronam akan dikumuhkan melalui air kencing.

Samarium-153 dihasilkan oleh reaktor melalui pengaktifan neutron daripada bahan mentah Samarium-152 trioksida. Samarium-152 trioksida adalah isotop stabil. Samarium-153 mempunyai separuh hayat selama 46.3 jam. Tidak seperti Strontium-89 yang merupakan pemancar beta tulen, Samarium-153 mengeluarkan kedua-dua zarah beta yang berfungsi untuk mengurangkan kesakitan tulang akibat kanser dan sinar gamma yang berfungsi sebagai agen pengimejan dan membolehkan pesakit melakukan pengimejan melalui kamera gamma. Tenaga purata zarah beta bagi Samarium-153 adalah 233 keV. Zarah beta Samarium-153 bergerak jarak maksimum 3.0 mm dalam tisu lembut dan 1.7 mm dalam tulang di mana sifat-sifat Samarium-153 ini amat sesuai untuk rawatan terapi bagi mengurangkan kesakitan dan bisa-



Sel kanser yang telah merebak hingga ke tulang pesakit

bisa tulang kepada pesakit akibat serangan penyakit kanser.

Kebiasaannya, kesakitan daripada kanser tulang mula bertambah reda pada minggu pertama setelah diberi suntikan radiofarmaseutikal Samarium-153 Lexidronam dan ianya boleh bertahan sehingga beberapa bulan. Dos suntikan radiofarmaseutikal ini adalah berdasarkan kepada berat badan pesakit iaitu sekitar 1 mCi/kg berat badan.

Bahagian Teknologi Perubatan, Agensi Nuklear Malaysia mampu menghasilkan radioisotop Samarium-153 menggunakan TRIGA reaktor. Sebelum ini dilaporkan bahawa penyinaran pernah dilakukan selama 6 jam pada fluks neutron $0.6 \times 10^{13} \text{ n.cm}^{-2}.\text{s}^{-1}$ dan kekuatan aktiviti yang diperolehi adalah sekitar 17 mCi/mg Samarium trioksida. Ianya adalah mencukupi untuk digunakan dalam perubatan nuklear di hospital.

Pelabelan radioisotop Samarium-153 dengan Lexidronam agak

mudah dengan inkubasi radioisotop Samarium-153 dengan Lexidronam selama 30 minit dalam pH yang tinggi (pH yang lebih rendah akan menyebabkan pemendakan radiofarmaseutikal itu). Ujian kawalan kualiti termasuk ujian pH akhir, ketulenan radionuklid, ketulenan radiokimia, ujian steriliti dan endotoksin, kajian farmakokinetik in vivo dengan menggunakan tikus dan juga kajian kestabilan in vitro.

Samarium-153 Lexidronam hanya boleh diberikan kepada pesakit di bawah pengawasan doktor yang bertauliah iaitu dengan latihan khusus dalam bidang perubatan nuklear.



KEPENTINGAN Teknologi Iradiasi Makanan di Malaysia

Oleh: Ros Anita Ahmad Ramli

Iradiasi makanan adalah proses mendedahkan makanan kepada sinaran mengion (sinar gama, sinar-X, elektron) dalam keadaan terkawal untuk faedah dan tujuan tertentu seperti mengawal pertumbuhan mikrob pada rempah ratus, herba, sayur-sayuran kering, daging dan makanan laut. Iradiasi makanan juga digunakan untuk pengawalan kuarantin makanan seperti bijirin dan buah-buahan serta perencatan percambahan mata tunas seperti kentang dan halia. Iradiasi makanan dapat memberi manfaat kepada pengguna dan industri makanan kerana kaedah ini akan membolehkan makanan disimpan dalam jangka masa yang lama tetapi tidak akan mengubah rasa asli, warna, tekstur dan nutrisi makanan tersebut. Iradiasi makanan merupakan satu teknologi alternatif yang terbukti berkesan secara saintifik untuk meningkatkan keselamatan makanan, mengurangkan kehilangan lepas tuai hasil pertanian dan mengatasi halangan perdagangan.

Teknologi iradiasi makanan telah wujud di Malaysia sejak tahun 1980-an. Pelbagai jenis makanan seperti rempah ratus, herba dan produk sampingan telah diiradiasi di Sinagama Agensi Nuklear Malaysia Mint-

Tech Jalan Dengkil, diantaranya seperti lada hitam, kayu manis, serbuk kari, buah pala, tongkat ali, kacip fatimah, ginseng, serbuk koko dan durian sejuk beku untuk dieksport ke luar negara. Di Malaysia statistik pengeluaran makanan diiradiasi dianggarkan sekitar 400 - 800 tan setahun.

Oleh kerana perkembangan teknologi iradiasi makanan yang semakin berkembang maju, banyak negara telah menggunakan teknologi ini sebagai alternatif untuk meningkatkan jangka hayat makanan. Sehingga kini iradiasi makanan telah mendapat kelulusan oleh pihak berkuasa keselamatan dan kesihatan dan dianggarkan lebih daripada 60 buah negara telah menerima pakai teknologi iradiasi makanan untuk produk pengeluaran makanan mereka termasuklah Malaysia. Bagi menyokong perkembangan teknologi iradiasi makanan, Malaysia telah mengadakan langkah awal dengan mewartakan Peraturan-peraturan Iradiasi Makanan 2011 di bawah seksyen 34 (1) Akta Makanan 1983. Kementerian Kesihatan Malaysia telah diamanahkan untuk melaksanakan penguatkuasaan terhadap makanan diiradiasi dengan mewajibkan pelabelan "RADURA"



untuk setiap jenis makanan yang telah menjalankan rawatan iradiasi di pasaran Malaysia. Oleh yang demikian pelaksanaan kaedah untuk menentukan makanan diiradiasi telah dibangunkan di Agensi Nuklear Malaysia bagi memenuhi keperluan dalam usaha meningkatkan penggunaan teknologi iradiasi makanan di Malaysia. Dengan adanya pelabelan makanan diiradiasi dipasaran, pengguna dapat memilih untuk membeli produk yang telah diiradiasi atau sebaliknya. Penentuan makanan yang telah diiradiasi ini sangat penting untuk menjamin keselamatan dan kualiti makanan selain memudahkan proses pelabelan dan seterusnya mematuhi peraturan makanan negara

Akta Makanan 1983 (281) telah menjelaskan tentang penggunaan teknologi iradiasi dalam pelbagai jenis kategori makanan. Akta ini berfungsi untuk melindungi pengguna daripada bahaya seperti masalah kesihatan, penipuan, kekeliruan penggunaan, penjualan dan kesalahan penyediaan makanan. Di dalam akta ini terdapat pengelasan makanan yang terbahagi kepada sembilan kategori mengikut spesifikasi dos untuk tujuan dan kegunaan tertentu. Penggunaan kaedah iradiasi ini mendapati bahawa seandainya jumlah sinaran yang digunakan kurang daripada dos yang diperlukan, kesan yang diinginkan tidak akan tercapai. Sebaliknya jika dos berlebihan, makanan mungkin akan rosak sehingga tidak dapat diterima pengguna. Dos sinaran adalah jumlah tenaga sinaran yang diserap ke dalam bahan makanan.

Secara lazimnya, pelbagai proses digunakan untuk menjamin kualiti makanan seperti rawatan haba, pengeringan, pembekuan dan penggunaan bahan kimia. Namun kehadiran teknologi iradiasi makanan mampu untuk memberi manfaat kepada pengguna dan industri makanan. Ini kerana makanan mudah dicemari mikroorganisma yang mengakibatkan pelbagai penyakit bawaan makanan yang boleh mengakibatkan kematian. Jutaan kes penyakit bawaan makanan seperti keracunan makanan dan juga kematian dalam kalangan kanak-kanak terutama di negara sedang membangun. Selain itu terdapat juga, hasil pertanian menjadi rosak semasa pengangkutan dan penyimpanan akibat serangga perosak atau proses fisiologi yang seterusnya mempercepatkan proses pereputan serta susut nilai.

Keadaan ini menunjukkan bahawa teknologi pengawetan yang biasa diamalkan selama ini kurang berkesan untuk menangani semua masalah kehilangan lepas tuai. Kaedah pengawetan sedia ada seperti pengeringan, pembekuan, pengetinan dan pemeraman bagi melanjutkan kualiti makanan hasil lepas tuai masih tidak mampu untuk menangani kemusnahan kuantiti makanan yang banyak dari tahun ke tahun. Oleh yang demikian, teknologi nuklear menawarkan kaedah alternatif bagi menangani masalah tersebut. Bahan kimia yang sering digunakan untuk mengawal serangga dalam hasil pertanian telah dilarang/dihadkan



logo RADURA

penggunaannya kerana didapati menjejaskan kesihatan/alam sekitar. Iradiasi berkesan untuk mengawal serangga dalam makanan dan seterusnya menyumbang kepada peningkatan pengeksporan hasil pertanian negara. Pengawetan makanan menggunakan sinaran mampu untuk menjamin keselamatan makanan. Pertubuhan Pertanian dan Makanan (FAO), Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) dan Agensi Tenaga Atom Antarabangsa (IAEA) menjelaskan bahawa dos sehingga 10 kGy selamat untuk dimakan dan tidak menjejaskan kesihatan pengguna.

Secara amnya pengkelasan dos sinaran ke atas makanan dapat dibahagikan kepada penggunaan dos rendah, sederhana dan tinggi. Dos rendah iaitu kurang dari 1 kGy yang digunakan untuk merencatkan pertunasan pada tuber, meningkatkan jangka hayat buah-buahan dan sayur-sayuran, memandulkan serangga perosak pada bijirin seperti beras, gandum, jagung dan barli. Dos sederhana diantara 1-10 kGy digunakan dalam sinaran makanan untuk membunuh patogen tidak berfaedah seperti salmonella, bakteria pada daging dan hasil ikan. Dos sederhana juga digunakan untuk mencegah pembiakan kulat pada kulit buah. Penggunaan dos rendah dan sederhana masih memerlukan penyimpanan bahan makanan di tempat yang mempunyai sistem pendingin hawa. Dos tinggi melebihi 10 kGy pula digunakan untuk membunuh mikrob dan serangga pada produk seperti rempah ratus. Pensterilan makanan menggunakan dos tinggi digunakan untuk memastikan produk makanan yang mengandungi patogen berbahaya dapat dihapuskan.

Secara amnya penerimaan pengguna dan industri makanan adalah faktor penting dalam usaha untuk mengkomersialkan makanan diiradiasi. Pengetahuan dan tahap kesedaran yang rendah di



samping salah faham atau kerisauan tentang penggunaan iradiasi makanan dalam kalangan pengguna menyumbang kepada kelembapan perkembangan perdagangan iradiasi makanan di Malaysia. Ketersediaan maklumat yang tepat dan program pendidikan berterusan perlu diadakan bagi meningkatkan penerimaan.

Penggunaan kaedah sinaran sahaja sebagai teknik pemeliharaan tidak dapat menyelesaikan semua masalah lepas tuai dan kerugian makanan, namun ia boleh memainkan peranan yang penting dalam mengurangkan kerugian dan kebergantungan kepada bahan kimia kebergantungan sedia ada. Oleh itu, kajian ini akan memberi manfaat serta impak yang besar untuk meningkatkan keupayaan penyinaran makanan ke arah mencapai kesejahteraan dan keselamatan makanan di Malaysia.

TEKNOLOGI PELUPUSAN LUBANG GEREK

Oleh: Rafizi Salihuddin

Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia) ditauliahkan sebagai pusat rawatan sisa radioaktif kebangsaan sejak tahun 1985. Antara sisa radioaktif yang diuruskan di pusat ini adalah punca radioaktif terkedap terpakai (DSRS). Sehingga hari ini kesemua sisa DSRS yang diterima dari seluruh Malaysia diuruskan secara penyimpanan di stor sementara (*Interim Stor*). Pada penghujung 2016, jumlah inventori sisa DSRS yang terdapat di stor sementara telah mencecah 12 000 unit. Oleh yang demikian, telah tiba masanya bagi Malaysia mempertimbangkan langkah pelupusan akhir bagi melupuskan sisa DSRS secara kekal, seterusnya dapat mengurangkan risiko bahaya yang dikaitkan dengan sisa tersebut.

Setiap punca radioaktif terkedap mempunyai kekuatan atau keaktifan tertentu. Ciri khusus bagi setiap punca radioaktif terkedap ini adalah separuh hayat, di mana secara semulajadi keaktifannya akan berkurang dengan pertambahan masa berdasarkan separuh hayat punca tersebut. Punca radioaktif yang telah mengalami penyusutan keaktifan ke tahap yang terlalu rendah untuk sebarang aplikasi atau yang tidak lagi diperlukan perlu diuruskan dengan betul bagi mengelakkan sebarang bahaya kepada kesihatan manusia dan alam sekitar. Antara punca radioaktif yang lazimnya digunakan di Malaysia ialah kobalt-60, strontium-90, cesium-137 dan radium-226.



Punca Radioaktif Terkedap Terpakai (DSRS)

Pilihan terbaik bagi pengurusan jangka pendek DSRS adalah dengan menyimpan punca radioaktif ini dalam fasiliti yang selamat dan terjamin atau dikembalikan semula kepada pembekal. Penyimpanan di dalam stor bagi tempoh yang panjang sehingga beratus-ratus tahun didapati bukan satu pilihan yang terbaik kerana aktiviti ini melibatkan perbelanjaan yang tinggi. Pakar mengiktiraf teknologi penyimpanan untuk jangka masa panjang yang selamat dan terjamin dengan pembinaan kemudahan pelupusan yang mampu menyimpan punca dengan nilai radioaktiviti yang tinggi dan mempunyai nilai separuh hayat yang panjang sehingga radioaktiviti menyusut ke tahap yang selamat. Pembinaan kemudahan pelupusan ini perlu dilaksanakan dengan segera atas sebab-sebab berikut:

Peningkatan DSRS yang tidak dapat dipulangkan kepada pembekal

Kemungkinan kemalangan yang tinggi

Kebimbangan kepada keselamatan dan sekuriti

Kekurangan kawasan penyimpanan DSRS adalah bahaya pada masa kini

Penyimpanan yang berterusan memberi risiko dan bebanan kepada generasi akan datang

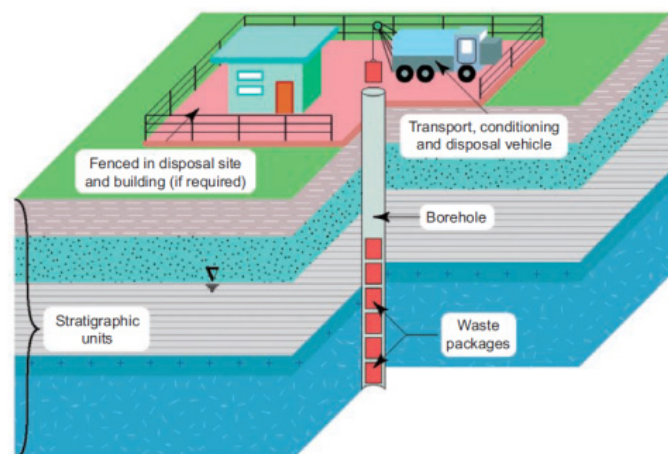
Apakah itu Kemudahan Pelupusan Lubang Gerek (BDF) ?

Kemudahan pelupusan lubang gerek (BDF) telah diperkenalkan oleh Agensi Tenaga Atom Antarabangsa (IAEA) bagi membangunkan satu penyelesaian yang selamat, tetap dan kos efektif untuk pengurusan jangka panjang DSRS. BDF memenuhi piawaian keselamatan radiologi

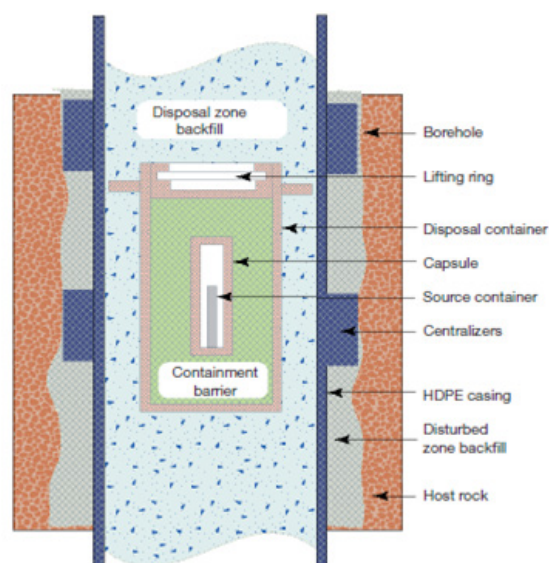
jangka panjang yang setaraf dengan mana-mana jenis pelupusan bahan radioaktif. Walaupun BDF direka dalam bentuk yang lebih ringkas dan melibatkan perbelanjaan yang rendah, namun kemudahan ini masih mampu memenuhi tahap keselamatan radiologi yang diperlukan setanding dengan mana-mana aktiviti yang melibatkan punca radioaktif.

BDF dibangunkan khas untuk menguruskan punca radioaktif dengan kuantiti yang sedikit sistem BDF terdiri daripada:

- Pembungkusan DSRS yang selamat oleh sel pengendalian mudah alih jarak jauh (*mobile remote handling cell*);
- Pembungkusan bahan radioaktif dalam keluli tahan karat berkualiti tinggi;
- Satu atau lebih lubang gerek, dengan 30-100 meter, untuk mengasingkan DSRS daripada persekitaran yang boleh diakses.



Rajah Skematik Kemudahan Pelupusan Lubang Gerek (Sumber IAEA)



Ilustrasi Keratan Rentas Lubang Gerek yang Digunakan untuk Pelupusan (Sumber IAEA)

Bagaimana BDF Berfungsi ?



Apakah Kelebihan BDF ?

Kemudahan pelupusan lubang gerek mempunyai beberapa ciri-ciri yang meningkatkan keselamatan sisa, kos yang efektif, dan keselamatan fizikal. Sebagai contoh :

- Mengasingkan DSRS dari persekitaran manusia dengan meletakkan DSRS dalam bungkusan yang selamat di bawah tanah untuk beribu tahun
- Mempunyai kawasan yang kecil, seterusnya dapat mengurangkan pencerobohan yang tidak disengajakan
- Tiada halangan dan melibatkan kos yang rendah untuk mengakses geologi persekitaran yang sesuai menggunakan teknologi sedia ada
- Memerlukan kawasan tanah dan fasiliti yang terhad, serta tempoh pelaksanaan yang pendek
- Melibatkan kawalan yang minima untuk mengawasi kawasan pelupusan setelah kerja-kerja selesai

Isu dan Cabaran

Nuklear Malaysia bertanggungjawab dalam memastikan operasi pembinaan dan pelaksanaan kemudahan pelupusan lubang gerek (BDF) berjalan menurut spesifikasi yang telah dirancang. Perkara ini dilaksanakan dengan mengenalpasti cabaran-cabaran yang hadir dalam setiap fasa pelaksanaan projek supaya sebarang kemungkinan dapat diatasi lebih awal. Menjadi satu cabaran yang besar buat Malaysia apabila memilih untuk menjadi negara pertama yang melaksanakan teknologi pelupusan melalui kaedah BDF. Malaysia bakal dijadikan kayu pengukur bagi negara-negara yang turut terarah kepada teknologi pelupusan yang sama pada masa akan datang.

Isu yang melibatkan aspek keselamatan orang awam sentiasa menjadi keutamaan pihak Nuklear Malaysia dalam mereka bentuk kemudahan pelupusan ini. Para penyelidik terus komited untuk berterusan melakukan kajian penilaian keselamatan bersama bantuan pakar-pakar dari pelbagai negara, dengan sentiasa mengambil kira pandangan daripada semua pihak-pihak yang berkepentingan. Kewujudan perbezaan pendapat dari pelbagai pihak harus dikendalikan dengan berhati-hati oleh Nuklear Malaysia dalam memastikan usaha membina kemudahan lubang gerek menepati segala piawaian dan peraturan yang telah digariskan oleh Lembaga Perlesenan Tenaga Atom (LPTA).



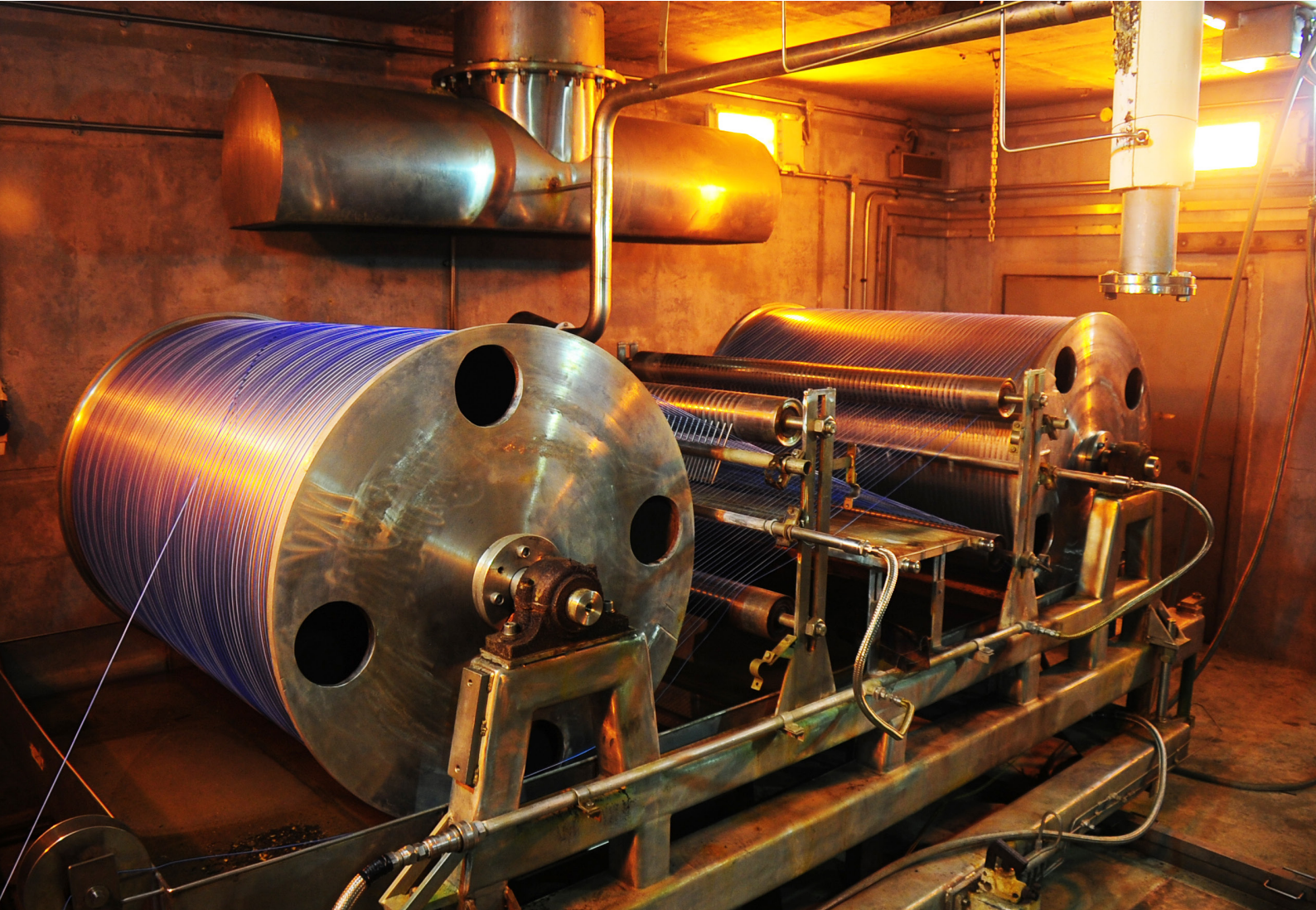
Pembangunan Kabel Tautsilang Sinaran dan Kabel Tautsilang Sinaran Kalis Api (FR) untuk Industri Automotif

Oleh: Siti Salwa Mohammad Shirajuddin

Penggunaan kabel dan wayar tautsilang sinaran kalis api di dalam industri automotif bukanlah perkara asing bagi negara pengeluar kenderaan di dunia. Kabel dan wayar yang digunakan dalam industri automotif memerlukan ciri rintangan haba dan sifat kalis api serta memerlukan sifat mekanikal yang tinggi, terutama sekali untuk *harnesses* (tandan wayar dan kabel) yang terdedah kepada suhu melampau di petak enjin. Kabel ini memerlukan penebat yang diperbuat daripada sebatian yang dirumus khas, dan kabel ini kemudiannya dipertingkatkan lagi dengan teknik tautsilang sinaran. Buat masa sekarang, kabel tautsilang sinaran diimport dari negara yang sudah lama menggunakan teknologi ini seperti Jepun dan Korea.

Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia) telah membangunkan beberapa formulasi yang boleh digunakan untuk menghasilkan sebatian yang diperlukan untuk digunakan sebagai bahan penebat kabel jenis ini. Nuklear Malaysia telah bekerjasama dan membantu Wonderful Ebeam Cable Sdn. Bhd. (WECSB) dengan memberi perhatian kepada meningkatkan





formulasi dan teknologi sinaran pancaran elektron untuk tujuan tautsilang wayar dan kabel. Teknik tautsilang dapat mempertingkatkan sifat-sifat bahan penambat seperti sifat mekanikal dan haba. Formulasi sebatian yang terhasil akan dilakukan dibawah pancaran alur elektron bagi menghasilkan salutan penambat kabel tautsilang sinaran. Kabel ini kemudian dibekalkan kepada syarikat pengeluar abah-abah (*harness*) yang akhirnya membekalkan abah-abah yang telah siap kepada syarikat pemasang dan pengeluar automotif tempatan.

PROTON Holding Berhad telah bersetuju untuk menilai lebih lanjut potensi produk ini dan bersetuju untuk menandatangani perjanjian kerjasama penyelidikan antara PROTON Holding Berhad, Nuklear Malaysia dan Wonderful Ebeam Cable Sdn. Bhd. Kerjasama ini meliputi pembangunan PROTON EV (kenderaan elektrik) dan akan diperluaskan ke model-model lain. Selain itu, Nuklear Malaysia juga membantu dalam membangunkan Malaysian Standard (MS) berkenaan penggunaan kabel dan wayar ini dalam industri automotif.

Nuklear Malaysia telah meneliti perkara ini dan mengambil beberapa langkah bagi menyelesaikan masalah yang dihadapi. Program yang dicadangkan oleh Nuklear Malaysia ini terdiri daripada dua pembangunan utama:

1. Pembangunan tautsilang EB termaju HF/FR kabel untuk automotif terutamanya kenderaan elektrik (EV) dengan sifat yang dipertingkatkan, pengurangan berat badan dan menggunakan teknologi hijau dan
2. Pembangunan lanjutan konduktor yang berasaskan aluminium/aloi untuk automotif dengan ciri-ciri 5R, berat ringan, kos efektif sebagai pengalir kabel alternatif untuk penjimatan kos. Selain itu, Malaysian Standard bagi kabel automotif akan dibangunkan sebagai panduan kabel automotif yang digunakan di Malaysia.

Dengan terhasilnya projek ini, ia merupakan teknologi pertama negara yang dapat menghasilkan pengeluaran kabel tautsilang menggunakan teknik sinaran bagi industri automotif. Ia juga dapat membantu dalam mencipta produk

yang bermutu tinggi dengan memperkenalkan teknologi hijau melalui penggunaan teknologi sinaran. Selain itu, pihak pengeluar kereta Malaysia juga dapat menambahbaik kualiti kenderaan yang dihasilkan di Malaysia serta dapat membantu mereka dalam penjimatan kos yang digunakan bagi pengimportan kabel. Penggunaan aluminium/aloi dalam menggantikan kuprum sebagai konduktor dalam kabel automotif pula dapat mengurangkan berat kabel tersebut sebanyak 67% sekaligus dapat mengurangkan kos pembuatan konduktor iaitu sekitar 92%.

Penggunaan kabel taut silang sinaran dan juga kabel taut silang sinaran yang kalis api ini bukan sahaja boleh digunakan khusus ke atas industri automobil, malah ia juga dapat diperluaskan bagi menggantikan kabel dan wayar bagi sesebuah bangunan. Dengan sifatnya yang tahan haba, tahan panas dan menjadikannya sifat mekanikalnya,

sesuai digunakan sebagai kabel dan wayar bangunan. Disamping itu, penggunaan kabel dan wayar ini dapat mengurangkan kes kebakaran yang melibatkan litar pintas di dalam kabel ataupun wayar untuk sesebuah bangunan dan secara langsung mengurangkan kadar kemalangan jiwa akibat kebakaran. Selain itu, penggunaan kabel dan wayar yang bertautsilang sinaran ini dapat juga digunakan dalam industri pembuatan alatan elektronik seperti komputer dan sebagainya. Alatan elektronik juga kebiasaannya memerlukan kabel yang dapat menahan haba yang tinggi, kabel tautsilang sinaran yang kalis api ini dapat menggantikan kabel yang sedia ada.

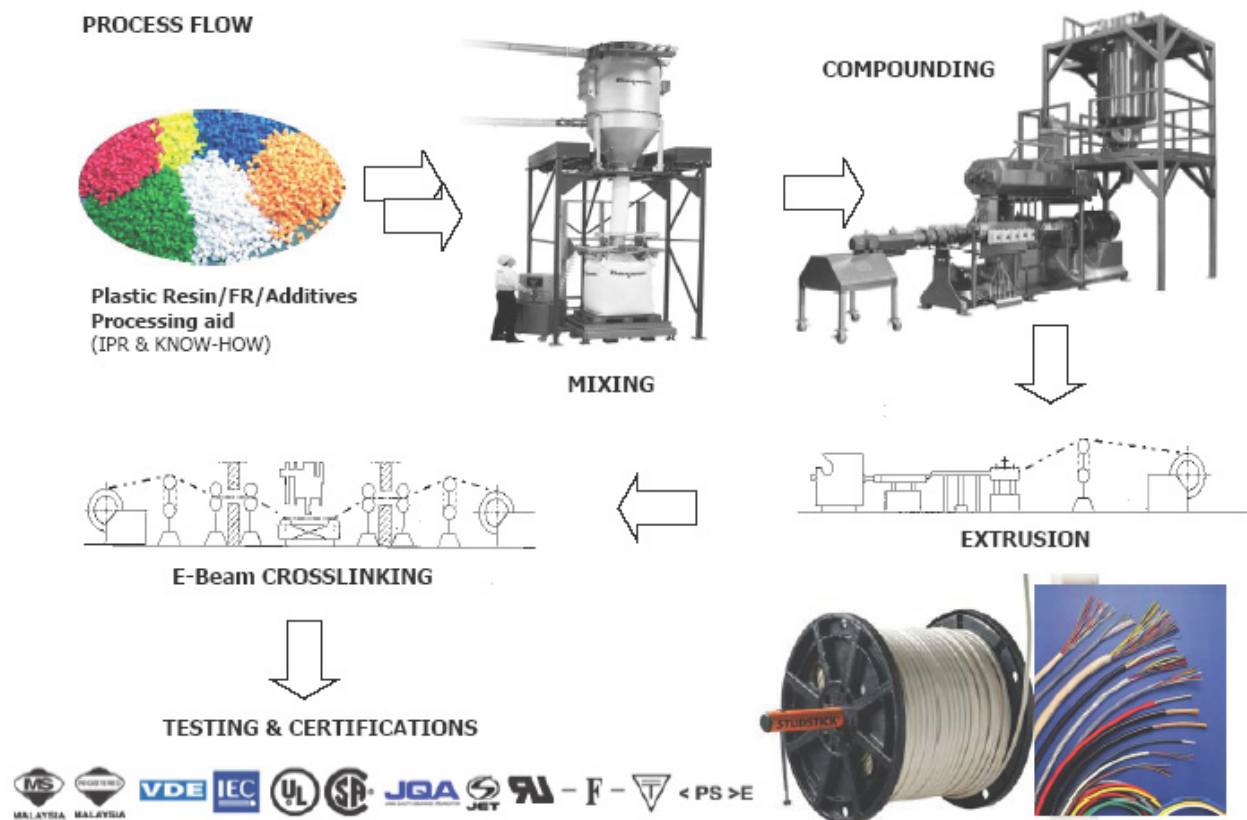


Diagram pemprosesan kabel tautsilang sinaran dan kabel tautsilang sinaran kalis api



Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia)

PRODUK

1. Lateks Getah Tervulkan Dengan Sinaran
2. Kit Diagnostik Perubatan dan Radioisotop Perubatan
3. Sebatian Polimer untuk Industri Automotif
4. Variasi Baru Tanaman Hiasan dan Pokok Buah-Buahan

RUNDING CARA

1. Keselamatan & Kesihatan
2. Pemantauan Sinaran
3. Penilaian & Pencemaran Alam Sekitar
4. Jaminan Kualiti Mikrob
5. Pengurusan Sisa & Sumber Air
6. Reka Bentuk Loji & Kawalan Proses
7. Reka Bentuk Kejuruteraan dan Pembangunan
8. Penasihat Nuklear & Perancangan Dasar

Untuk maklumat lanjut sila hubungi:

Ketua Pengarah
Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia)
Bangi, 43000 KAJANG, Selangor Darul Ehsan

U/P: Ahmad Sahali Mard
Pengarah,
Bahagian Pengkomersialan Teknologi

Tel: 03-8911 2000 / 03-8925 2434 (DL)

Faks: 03-8925 2588

E-mail: sahali@nuclearmalaysia.gov.my

Website: www.nuclearmalaysia.gov.my



**NUKLEAR
MALAYSIA**

KHIDMAT

Penyelesaian kejuruteraan untuk keperluan R&D anda

1. Reka Bentuk dan Sistem Automasi
2. Fabrikasi Komponen Kejuruteraan
3. R&D Eksperimen Pelantar dan Radas

Pemantauan alam sekitar

1. NORM/TENORM
2. Pemantauan Sinaran Tidak Mengion (NIR)
3. Penilaian Impak Bahan Radiologi
4. Pengurusan Sumber Air
5. Pengurusan Sisa Pertanian, Industri dan Kediaman

Khidmat teknikal dan kejuruteraan

1. Pemeriksaan dan Ujian Bahan, Struktur dan Loji
2. Pemeriksaan Industri dan Kawalan Proses
3. Teknologi Pertanian
4. Teknologi Perubatan
5. Analisa dan Penilaian Bahan

Jamiman kualiti

1. Dosimetri Personel
2. Jaminan Kualiti Perubatan
3. Jaminan Kualiti Industri

Sterilisasi Bukan Kimia

1. Penyinaran Gamma
2. Penyinaran Elektron

Latihan

1. Keselamatan & Kesihatan Sinaran
2. Sinar X- Perubatan
3. Penilaian Tanpa Musnah
4. Instrumentasi dan Kejuruteraan
5. Keselamatan Persekitaran dan Kesihatan
6. Pengurusan Teknologi

APLIKASI TEKNOLOGI NUKLEAR



WARTA 
NUKLEAR MALAYSIA



**NUKLEAR
MALAYSIA**

Agensi Nuklear Malaysia
Bangi, 43000, Kajang, Selangor Darul Ehsan
www.nuclearmalaysia.gov.my

