

I ❤ Nuclear



LOJI DAN KEMUDAHAN

AGENSI NUKLEAR MALAYSIA

KANDUNGAN

Pengenalan	i
Visi, Misi, Objektif	ii
-	
Reaktor TRIGA PUSPATI	1
SINAGAMA	2
ALURTRON	3
RAYMINTEX	4
Kumpulan Teknologi Sisa dan Tenaga	5
Pusat Pengurusan Sisa Radioaktif	6
Makmal Dosimetri Standard Sekunder	7
Makmal Radiokimia dan Alam Sekitar	8
Makmal Ujian Tanpa Musnah	9
Makmal Sinaran Tak Mengion	10
Bank Tisu	11
Makmal Pengeluaran Radioisotop	12
Pusat Flora	13

PENGENALAN

Penubuhan Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia) diilhamkan oleh bekas Timbalan Perdana Menteri Malaysia, Tun Dr. Ismail Dato' Abdul Rahman, yang memikirkan Malaysia perlu memainkan peranan penting dalam pembangunan sains dan teknologi nuklear untuk kegunaan secara aman. The Centre for Application of Nuclear Energy (CRANE) menjadi titik permulaan bagi program nuklear di Malaysia, yang berfokuskan pembangunan modal insan untuk program kuasa nuklear, bagi menyediakan sumber tenaga pilihan akibat "krisis minyak" yang melanda dunia pada awal tahun 1970an. Kemudian, kabinet secara rasminya telah meluluskan penubuhan Pusat Penyelidikan Atom Tun Ismail (PUSPATI), di bawah Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar pada 19 September 1972. Era penyelidikan nuklear di Malaysia bermula apabila Reaktor TRIGA PUSPATI mencapai tahap kegentingan yang pertama pada 28 Jun 1982. Selepas itu PUSPATI diletakkan di bawah naungan Jabatan Perdana Menteri dan ditukarkan nama kepada Unit Tenaga Nuklear (UTN). UTN kemudian diletakkan di bawah Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar. Seterusnya UTN telah ditukarkan nama kepada Institut Penyelidikan Teknologi Nuklear Malaysia (MINT) pada 10 Ogos 1994. Perkembangan organisasi adalah selari dengan pembangunan negara, iaitu untuk memperkenal, mempromosi dan menggalakkan penggunaan teknologi nuklear dalam pembangunan sosio-ekonomi. Selaras dengan visi, misi, objektif dan aktiviti di dalam dunia yang mencabar ini, satu identiti baru telah dibentuk dan secara rasminya dinamakan Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia) pada tahun 2006. Nuklear Malaysia terletak berhampiran Putrajaya dan Cyberjaya, yang merupakan nadi pentadbiran pusat, komunikasi dan maklumat negara.

Kemajuan Malaysia di bidang perindustrian, pertanian dan pembuatan telah memberi kesan kepada Nuklear Malaysia. Penubuhan dan pembangunan kemudahan-kemudahan utama seperti makmal-makmal dan loji-loji membantu meningkatkan penggunaan teknologi nuklear dan teknologi yang berkaitan ke arah kemakmuran ekonomi negara dan pembangunan negara. Brosur ini diharap dapat memberi maklumat yang berguna kepada masyarakat tentang aktiviti dan program yang dijalankan di Nuklear Malaysia, pusat penyelidikan nuklear yang ulung di negara ini.

VISI, MISI, OBJEKTIF

VISI

Sains dan teknologi nuklear untuk penjanaan ilmu, kemakmuran dan kesejahteraan masyarakat dan negara.

MISI

Meneraju kecemerlangan dalam penyelidikan dan penggunaan teknologi nuklear untuk pembangunan lestari.

OBJEKTIF

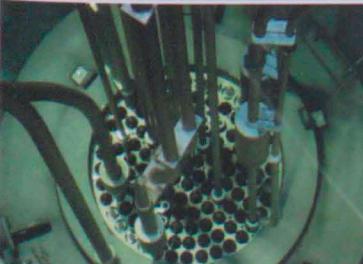
- ➊ Menjana produk dan teknologi baru melalui penyelidikan dan inovasi berdasarkan agenda pembangunan negara.
- ➋ Mencapai sasaran minimum 30% dari bajet mengurus tahunan menerusi pemindahan dan pengkomersilan teknologi.
- ➌ Meningkatkan kecemerlangan organisasi melalui perancangan dan pengurusan berkualiti.

FUNGSI-FUNGSI UTAMA (P.U.) (A) 170/2008

- ➊ Menjalankan penyelidikan dan pembangunan (R&D), khidmat dan latihan dalam bidang teknologi nuklear bagi pembangunan negara.
- ➋ Menggalakkan penggunaan, pemindahan dan pengkomersilan teknologi nuklear.
- ➌ Menyelaraskan dan menguruskan hal ehwal nuklear kebangsaan dan antarabangsa serta menjadi agensi penghubung dengan Agensi Tenaga Atom Antarabangsa (IAEA) dan Organisasi Triti Pengharaman Menyeluruh Ujian Senjata Nuklear (CTBTO)

"Teknologi Nuklear Pemacu Wawasan Negara"

REAKTOR TRIGA PUSPATI (RTP)



Reaktor TRIGA PUSPATI (RTP) ialah satu-satunya reaktor nuklear penyelidikan yang terdapat di Malaysia. RTP mula beroperasi dan mencapai tahap kegentingan yang pertama pada 28 Jun 1982. Perkataan TRIGA adalah singkatan daripada *Training, Research, Isotope production and General Atomic*.

RTP adalah reaktor jenis kolam yang direkabentuk bagi membolehkan eksperimen dijalankan di teras reaktor. Teras reaktor terletak di bahagian bawah tangki aluminium yang berketinggian 7m dan dikelilingi dengan pelindung biologi yang diperbuat daripada konkrit berketumpatan tinggi. Elemen bahan api RTP mengandungi campuran zirconium-hidrida dan uranium yang diperkayakan, dan ia disimpan dalam kapsul keluli tahan karat. Keseluruhan bahan api terletak pada teras reaktor yang mempunyai enam lingkaran. Air yang dinyahgalian bertindak sebagai bahan pemerlaman neutron laju dan bahan pelambat, manakala grafit digunakan sebagai pembalik.

Reaktor direkabentuk sedemikian rupa agar sesuai digunakan dalam pelbagai bidang sains nuklear dan pendidikan. RTP juga menyediakan kemudahan untuk penggunaan neutron termaju dan kajian sinaran gama termasuk analisis pengaktifan neutron (NAA), analisis neutron tertunda (DNA), pengeluaran radioisotop untuk kegunaan perubatan, perindustrian dan pertanian, radiografi neutron dan penyerakan neutron sudut kecil (SANS).

Antara kemudahan eksperimen yang terdapat di reaktor ialah:

- Rak Berputar (RR) digunakan untuk analisa pengaktifan neutron dan pengeluaran isotop (contoh Iridium-192 untuk industri, Fosforus-32 untuk pertanian, Iodin-131 Samarium-153 sebagai agen radioterapi)
- Sistem Pemindahan Pneumatik untuk pengeluaran radioisotop dengan separa hayat pendek
- Jidal tengah terletak di tengah teras reaktor menyediakan ruang untuk menyinar sampel bagi mendapatkan fluks tertinggi
- Lubang penyinaran menyediakan penembusan neutron melalui pelindung konkrit dan tangki reaktor bagi membolehkan penyinaran neutron dan gama untuk pelbagai kegunaan
- Kemudahan Radiograf Neutron (NuR2)
- Kemudahan Penyerakan Neutron Sudut Kecil (SANS) untuk pencirian bahan pada skala nano

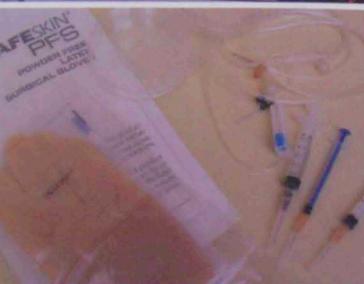
SINAGAMA

Nuklear Malaysia mula membangunkan kemudahan penyinaran gama apabila loji SINAGAMA ditauliahkan di Kompleks Agensi Nuklear Malaysia, Jalan Dengkil, pada 13 Januari 1989. Loji SINAGAMA atau dikenali sebagai SINAGAMA menggunakan tenaga mengion gelombang gama dari punca kobalt-60. Loji ini telah mendapat pendaftaran sijil pengurusan kualiti ISO 9001:2000, sistem kualiti piawaian ISO 13485:2003, dan telah didaftarkan di bawah USFDA. Oleh yang demikian, penyinaran di SINAGAMA adalah mengikut garis panduan antarabangsa. Pada tahun 2004, loji penyinaran ini telah dinaiktaraf kepada JS 10000 (IR-219), yang mana ia lebih canggih dan fleksibel dari loji yang lama dan boleh menyinarkan pelbagai produk yang memerlukan dos yang berlainan secara berterusan.

SINAGAMA adalah pusat kemudahan penyinaran bertaraf komersil yang menawarkan perkhidmatan dan penyelidikan seperti berikut:

- Pensterilan produk-produk perubatan dan bahan untuk pembungkusan
- Nyahkontaminasi produk makanan, farmaseutikal, herba dan makanan haiwan
- Penghapusan serangga perosak dalam komoditi makanan
- Rawatan barang kuarantin yang dikhawatir mengandungi unsur-unsur yang boleh mendatangkan penyakit pada tumbuhan di negara ini
- Pensterilan tisu dan tulang untuk kegunaan Tisu Bank Kebangsaan dan hospital-hospital
- Sterilisasi bahan sisa pertanian untuk kegunaan alternatif seperti substrat biobaja, substrat cendawan dan makanan haiwan

Sebagai sebuah pusat penyelidikan kebangsaan, Nuklear Malaysia memainkan peranan penting dalam usaha mempromosikan teknologi penyinaran untuk membantu menambah nilai produk negara, sama ada untuk pasaran tempatan maupun luar negara. Bagi menggalakkan penggunaan penyinaran untuk produk yang berpotensi, loji ini dilengkapi dengan gelung penyelidikan (*research loop*) sekiranya terdapat produk-produk baru yang ingin diuji. Selain itu, Nuklear Malaysia sering memberi khidmat nasihat kepada pihak-pihak yang berminat untuk menggunakan teknologi ini. Termasuk mereka yang terlibat di dalam industri kecil dan sederhana tempatan dan juga negara jiran seperti Singapura. Sokongan yang diberikan oleh usahawan-usahawan ini telah membantu SINAGAMA untuk terus dikenali sebagai pusat perkhidmatan penyinaran gama secara langsung membantu menyumbang kepada ekonomi negara.



ALURTRON



ALURTRON adalah pusat khidmat penyinaran alur elektron di Nuklear Malaysia yang menempatkan dua mesin alur elektron; satu bertenaga tinggi 3.0 MeV (EPS-3000) dan satu bertenaga rendah 200 KeV (Curetron). Kedua-dua mesin ini dilengkapi dengan beberapa sistem penghantaran produk serta disokong oleh makmal QA/QC untuk ujian dosimetri dan polimer.

Mesin EPS-3000 digunakan dengan meluas dalam penyinaran secara komersial bagi tujuan:

- Taut-silang penebat wayar dan kabel
- Taut-silang tiub kecut haba
- Taut-silang bahan polimer
- Taut-silang dan pensterilan produk farmaseutikal seperti sarung tangan, picagari dan pembalut luka
- Pensterilan produk perubatan
- Rawatan gas serombong (flue gas)
- Rawatan sisa air industri dan kumbahan



Khidmat penyinaran yang diberikan adalah cepat, efisien, seragam dan baik. Ini adalah kerana sistem kawalan mesin EPS-3000 dapat menjalankan proses penyinaran dengan cara mengubah masa penyinaran dan keseragaman untuk produk besar yang berpermukaan luas. Proses ini dijalankan pada suhu bilik dengan kemampuan produktiviti yang tinggi.

Curetron pula digunakan untuk rawatan permukaan pelbagai aplikasi industri berdasarkan kayu, plastik dan keluli, termasuk papan partikel, papan fiber, kerajang aluminium dan dakwat.

RAYMINTEX



RAYMINTEX merupakan sebuah loji perintis yang menjalankan pemvulkanan susu getah asli menggunakan sinaran gama. Loji ini telah ditauliahkan pada Mac 1996. Ia berupaya menghasilkan susu getah asli tervulkan menggunakan sinaran gama (RVNRL) sebanyak 6000 tan dalam setahun, sekiranya dimuatkan dengan punca radioaktif kobalt-60 sehingga 1 MCi, yang dapat dibekalkan kepada industri pembuatan produk celupan susu getah untuk tujuan promosi, pengkomersian dan pemindahan teknologi.

RVNRL yang dihasilkan oleh RAYMINTEX mempunyai sifat-sifat fizikal dan mekanikal yang dapat memenuhi keperluan/spesifikasi kebanyakan produk celupan susu getah asli. Susu getah asli perlu divulkan sebelum dapat digunakan oleh industri pembuat produk celupan susu getah seperti sarung tangan, belon, sarung jari, putting bayi, pelapik gigi dan lain-lain.



Berikut merupakan kelebihan/kebaikan RVNRL:

- Susu getah mempunyai kestabilan yang tinggi dan tempoh penyimpanan yang lebih lama
- Modulus yang rendah dapat menghasilkan produk yang lebih lembut dan selesa
- Bebas dari alahan yang disebabkan oleh bahan pemecut
- Kandungan abu yang lebih rendah dan tidak menghasilkan gas pembakaran asid yang rendah apabila dibakar
- Tiada masalah pewarnaan/pencemaran tembaga (*copper staining*), produk getah sesuai digunakan oleh industri elektronik
- Mesra alam, kilang-kilang pembuat produk getah tidak menghasilkan efluen yang mempunyai kandungan zink yang tinggi

Selain menghasilkan RVNRL pada skala loji perintis, RAYMINTEX turut menjalankan aktiviti penyelidikan dengan tujuan mempertingkatkan mutu RVNRL supaya dapat diperluaskan penggunaannya di dalam pelbagai industri pembuatan produk celupan susu getah. RAYMINTEX bersedia membantu dan bekerjasama dengan industri produk getah dalam membangunkan produk daripada RVNRL. RAYMINTEX telah berjaya memperoleh pensijilan ISO 9001:2000 pada bulan November 2003, sebagai usaha untuk memastikan RVNRL dan perkhidmatan yang dibekalkan oleh loji ini sentiasa memenuhi kehendak pelanggan.



KUMPULAN TEKNOLOGI SISA DAN TENAGA



Kumpulan Teknologi Sisa dan Tenaga (WETec) ditubuhkan untuk menjalankan penyelidikan dan memberi perkhidmatan dalam bidang teknologi sisa dan tenaga alternatif. Kumpulan ini yang sebelum ini dikenali sebagai Pusat Insinerasi dan Tenaga Boleh Diperbaharui MINT (MIREC) telah ditubuhkan pada tahun 2000. Penubuhannya selaras dengan hasrat kerajaan Malaysia untuk meningkatkan penjanaan tenaga boleh diperbaharui daripada pelbagai sumber, di samping menyelesaikan masalah pengurusan sisa negara.

Sebagai sebuah pusat penyelidikan kerajaan yang bertanggungjawab dalam kajian teknologi sisa dan tenaga alternatif, WETec menjalankan penyelidikan dan menawarkan perkhidmatan seperti berikut:

Penyelidikan dan Pembangunan

- Kajian terhadap teknologi sisa dan tenaga
- Kajian ke atas proses teknologi terma
- Kajian pelepasan dengan perubahan input
- Penghasilan bahan api terbitan daripada sisa buangan pepejal
- Penghasilan tenaga daripada biojisim
- Mempertingkatkan keupayaan sel bahan api dan tenaga alternatif
- Membangunkan kaedah-kaedah piawaian untuk ujian sisa buangan dan pemantauan udara tercemar
- Membangunkan konsep penukaran sisa kepada tenaga alternatif melalui teknologi rawatan yang sesuai
- Reka bentuk dan permodelan ke atas kemudahan rawatan sisa



Perkhidmatan dan Runding Cara

- Penganalisisan sampel sisa yang meliputi analisis hampiran, analisis muktamad, nilai pemanasan dan kepekatan logam berat
- Kajian penjanaan dan pencirian sisa
- Kajian kelakuan bahan api terbitan daripada sisa buangan pepejal
- Pemantauan pencemaran dan ujian perlepasan loji
- Penilaian kesan alam sekitar
- Kemudahan rawatan terma
- Meningkatkan kecekapan loji rawatan sisa dan kualiti pengeluaran
- Petaulahan loji rawatan sisa
- Reka bentuk dan permodelan ke atas kemudahan rawatan sisa

PUSAT PENGURUSAN SISA RADIOAKTIF

Sisa radioaktif perlu diuruskan dengan betul dan selamat untuk mengelakkan sebarang bahaya dari sinaran kepada manusia dan alam sekitar. Oleh itu, Pusat Pengurusan Sisa Radioaktif telah ditubuhkan dengan berkuatkuasanya Akta Perlesenan Tenaga Atom 1984. Tujuan utama penubuhannya adalah untuk melindungi pekerja dan orang ramai serta alam sekitar daripada bahaya sinaran mengion melalui pengurusan sisa radioaktif yang berkesan dan bersepadu. Bagi mencapai dan mengekalkan objektif ini, setiap kakitangan diberi latihan khusus supaya mereka mempunyai pengetahuan dan mampu menangani sebarang masalah berkaitan sisa radioaktif.

Perkhidmatan pengurusan sisa radioaktif yang ditawarkan di pusat ini adalah memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan oleh Akta Perlesenan Tenaga Atom 1984. Pusat ini juga dilengkapi dengan pelbagai kemudahan untuk perkhidmatan pengurusan sisa radioaktif dan perundingan yang berkaitan dengan pengurusan sisa radioaktif.

Antara kemudahan yang terdapat di Pusat Pengurusan Sisa Radioaktif ini ialah:

- Stor penyimpanan sisa radioaktif
- Loji rawatan sisa cecair paras rendah
- Membuka (*dismantle*) dan mengkondisi sisa punca terkedap
- Lori pengangkut sisa/bahan radioaktif
- Kemudahan penyimpanan sementara bahan radioaktif
- Kawasan pemprosesan sisa pepejal yang dilengkapi dengan kabinet pengasingan
- Dobi untuk perkhidmatan cucian dan dekontaminasi pakaian tercemar
- Makmal pembilangan dan analisis untuk sampel efluen
- Pemampat sisa pepejal untuk mengurangkan saiz sisa



MAKMAL DOSIMETRI STANDARD SEKUNDER



Makmal Dosimetri Standard Sekunder (SSDL), Agensi Nuklear Malaysia telah ditubuhkan pada tahun 1980 dan menjadi ahli kepada rangkaian SSDL di bawah Agensi Tenaga Atom Antarabangsa (IAEA)/Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO). Pada tahun 2005, SSDL turut menjadi ahli kepada Program Metrologi Asia Pacific (APMP). Objektif utama penubuhan makmal ini adalah untuk memperbaiki ketepatan pengukuran dos sinaran dalam pelbagai bidang dosimetri sinaran. Ia juga berperanan untuk menjaga standard kebangsaan bagi kerma udara sinar-X dan dos terserap bagi gama dan beta. Di antara kemudahan utama yang dimiliki oleh SSDL adalah seperti unit telerapi kobalt-60, kemudian penyinaran kobalt-60, sistem sinar-X berkeupayaan tetap dengan tiub 320 kV, alat penyinaran panaromik gama dengan punca caesium-137 dan kobalt-60 pelbagai aktiviti, punca-punca standard sekunder beta dan punca neutron iaitu americium-241/berilium.

Tentukuran Alat-Alat Pengukur Sinaran

Tentukuran terhadap alat-alat pengukur sinaran adalah keperluan di bawah Peraturan-Peraturan Perlindungan Sinaran (Standard Keselamatan Asas) 1988. SSDL ialah pusat tentukuran kebangsaan bagi alat-alat pengukur sinaran iaitu dosimeter yang digunakan untuk radioterapi dan meter tinjau yang digunakan bagi perlindungan sinaran. SSDL mempunyai empat buah bilik penyinaran untuk menempatkan punca-punca sinaran dan kemudahan untuk menjalankan tentukuran terhadap alat-alat pengukur sinaran.

Dosimetri Personal Dan Kawasan

Dosimetri personal dan kawasan juga merupakan keperluan di bawah Peraturan-Peraturan Perlindungan Sinaran (Standard Keselamatan Asas) 1988. Tujuan utama dosimetri peribadi adalah untuk menentukan dos yang diterima oleh pekerja-pekerja sinaran dan menyediakan rekod-rekod dos peribadi. SSDL berfungsi sebagai pusat bagi menyediakan perkhidmatan dosimetri peribadi dan kawasan kepada semua pekerja sinaran di seluruh Negara. Jenis-jenis dosimeter yang ditawarkan termasuk lencana filem dan dosimeter pendar kilau terma (TLD) iaitu lencana TLD dan cincin TLD. Kedua-dua sistem ini digunakan bagi penilaian seluruh badan dan pemantauan kawasan.

Dosimetri Dos Aras Tinggi untuk Kegunaan Dalam Industri

Teknologi pemrosesan sinaran melibatkan dos terserap di dalam julat di antara 0.1 sehingga ratusan kilogray (kGy). SSDL menyediakan dosimeter ceric-cerous dan ferrous sulfat (Fricke) yang digunakan untuk kawalan proses dan jaminan kualiti dalam pemrosesan sinaran yang menggunakan alat penyinar gama kobalt-60. Dos sinaran yang diukur menggunakan dosimeter ceric-cerous boleh ditentukan dengan menggunakan alat sel meter keupayaan elektrokimia. Dos yang dinilai akan menjadi garis panduan terhadap jumlah dedahan yang telah disinarkan kepada sesuatu barang sebelum dikeluarkan dan digunakan.

MAKMAL RADIOKIMIA DAN ALAM SEKITAR



Makmal Radiokimia dan Alam Sekitar (RAS) ditubuhkan pada tahun 1984 dan memainkan peranan penting dalam pengukuran keradioaktifan alam sekitar dengan memfokuskan kepada masalah pencemaran bahan radioaktif semulajadi dan buatan. Makmal ini dilengkapi dengan kemudahan sistem pembilang untuk menganalisa keradioaktifan radionuklid alfa, beta dan gama dalam pelbagai jenis sampel termasuk air, makanan, rumput, tanah dan enapcemar minyak. Antara kemudahan yang terdapat di Makmal RAS ialah sistem spektrometri gama, sistem pembilang alfa/beta latar belakang rendah, sistem spektrometri alfa dan analisis sintilasi cecair. Makmal ini telah diakreditasikan dengan MS ISO/IEC 17025:2005 untuk pengujian keradioaktifan gama dalam sampel-sampel makanan, alam sekitar dan industri.

Sistem Spektrometri Gama

Sistem spektrometri gama digunakan untuk mengukur keaktifan sesuatu radionuklid berdasarkan kepada tenaga dan keamatian sinaran gama yang dipancarkan oleh radionuklid tersebut. Setiap radionuklid gama mempunyai tenaga cirian tersendiri yang kemudiannya digunakan untuk mengenalpasti identitinya. Pengukuran keamatian sinaran gama pada tenaga tersebut pula membolehkan penentuan kuantitatif radionuklid dalam sesuatu sampel dilakukan. Antara radionuklid yang diukur dengan menggunakan sistem ini ialah Cs-134, Cs-137, Ra-226, Ra-228, K-40 dan Am-241.

Sistem Pembilang Alfa/Beta Latarbelakang Rendah

Sistem pembilang ini digunakan untuk mengukur jumlah keaktifan punca alfa/beta dalam sampel air minuman, air mineral, ujian calitan (*smear test*) dan tanah. Sistem ini menggunakan pengesan perkadaran aliran gas yang terdiri daripada campuran gas metana dan argon. Setiap zarah alfa/beta yang dipancarkan dari sampel akan menyebabkan pengionan molekul gas berlaku dalam kebuk pengesan dan seterusnya menghasilkan aliran elektrik yang kemudiannya diubah kepada kadar pembilang.

Sistem Spektrometri Alfa

Sistem spektrometri alfa digunakan untuk mengukur keaktifan radionuklid pemancar alfa seperti Po-210, U-234, U-235, U-238, Th-228, Th-230, Th-232 dan Pu-239+240. Sama seperti radionuklid gama, setiap radionuklid alfa turut mempunyai tenaga cirian tersendiri yang boleh digunakan untuk mengenalpasti identitinya. Keamatian sinaran alfa pada tenaga tersebut digunakan untuk menentukan keaktifan radionuklid yang dikesan. Oleh kerana tenaga zarah alfa bagi kebanyakan radionuklid hanya mempunyai perbezaan kecil sekitar 10-20 keV iaitu hampir dengan resolusi pengesan silikon, radionuklid tersebut perlu dipisahkan secara kimia sebelum dialisis. Bagi mengelakkan berlakunya penyerapan dalaman zarah alfa, sampel berlapisan nipis disediakan melalui teknik pemendapan ke atas cakera logam sebelum pembilangan dilakukan di dalam kebuk vakum sistem spektrometri alfa.

Analisis Sintilasi Cecair

Alat ini digunakan untuk mengukur keaktifan radionuklid pemancar beta bertenaga rendah seperti H-3, P-32 dan S-35 dalam sampel biologikal untuk dosimetri dalaman pekerja sinaran. Sebagai contoh, sampel urin yang hendak diukur dimasukkan terus ke dalam sintilator organik yang akan mengeluarkan cahaya foton apabila berinteraksi dengan sinaran beta. Keamatian cahaya foton yang dikesan membolehkan keaktifan radionuklid dalam sampel tersebut ditentukan.



MAKMAL UJIAN TANPA MUSNAH



Ujian tanpa musnah atau non-destructive testing (NDT) ialah satu kaedah yang digunakan untuk mengesan atau mengukur kecacatan sesuatu bahan atau sistem tanpa merosakkan bahan yang diuji. Kaedah ini memainkan peranan penting dalam teknologi pembuatan, kawalan kualiti dan penentuan jangka hayat sesuatu loji. Ia digunakan secara meluas di dalam industri pembuatan, petrokimia, sumber kuasa, pengangkutan dan kejuruteraan awam.

Pada masa ini terdapat pelbagai jenis teknik NDT dan teknik-teknik ini perlu digunakan bersama-sama, bergantung kepada bahan yang diuji. Hampir semua bahan logam atau bukan logam diuji oleh teknik-teknik NDT. Kebaikan NDT ialah:

- Bahan atau objek yang diuji boleh digunakan semula, tidak menyebabkan kemusnahan kecuali jika terbukti mengandungi kecacatan
- Pengujian 100% boleh dilakukan terhadap bahan dan boleh juga beberapa bahagian bahan
- Beberapa kaedah pengujian lain boleh dilakukan terhadap bahan yang sama
- Ujian memerlukan penyediaan bahan yang minimum
- Peralatan pengujian biasanya mudah alih dan sesuai untuk pemeriksa di lapangan
- Pengujian dan pemeriksa boleh dilakukan secara langsung terhadap bahan dan struktur yang sedang digunakan



Sebagai sebuah pusat NDT ulung negara, Nuklear Malaysia menawarkan perkhidmatan seperti berikut:



Penyelidikan dan Pembangunan

- Kajian penilaian kakisan dan mendapan dalam paip menggunakan teknik radiografi
- Kajian dan pembangunan sistem radiografi digital
- Kajian NDT untuk struktur konkrit
- Kajian sistem pemeriksaan masa nyata ultrasonik mudah alih berkomputer untuk pengukuran ketebalan logam dan pembuatan prob ultrasonik
- Kajian penggunaan laser dan akustik dalam NDT
- Kajian termografi inframerah dalam NDT
- Pengujian ultrasonik bahan logam dan bukan logam
- Rundingcara pegawai perlindungan sinaran prosedur, reka bentuk dan verifikasi bilik dedahan untuk radiografi industri
- Penyelenggaraan projektor gama dan verifikasi mesin sinar-X dalam industri



Perkhidmatan Utama NDT

- Teknik radiografi industri terkini
- Teknik pengimejan ultrasonik
- Pengujian sistem pancaran akustik
- Pengujian termografi inframerah masa sebenar
- Sistem arus pusar multifrekensi
- Shearografi laser
- Ujian permukaan (penembus cecair dan zarah bermagnet)

Produk NDT

- Pembuatan prob dan tolak-tarik kabel arus pusar
- Projektor gama palsu dan pemutar kabel automatik

MAKMAL SINARAN TAK MENGION



Sinaran tak mengion (NIR) ialah sinaran bertenaga rendah yang dihasilkan oleh kebanyakan peralatan atau sistem yang digunakan dalam dunia moden hari ini. Penggunaannya boleh didapati dalam industri pemprosesan dan pembuatan, perubatan, telekomunikasi, pengawasan, penyiaran, pandu arah dan kemudahan kawalan trafik udara. Sinaran tak mengion termasuk medan elektromagnet frekuensi lampu rendah (ELF) dan frekuensi sangat rendah (VLF), sinaran frekuensi radio (RF), sinaran gelombang mikro, sinaran inframerah, cahaya tampak, sinaran ultralembayung (UV) dan pancaran laser.

Pendedahan berlebihan kepada sinaran ini boleh mendatangkan kesan kesihatan kepada manusia. Oleh itu, perlindungan dan kawalannya adalah penting bagi memastikan keselamatan pekerja dan orang awam, kerana penggunaannya semakin meluas. Sebagai sebuah agensi kerajaan yang terulung dalam penyelidikan sinaran, Nuklear Malaysia telah membangunkan Kumpulan NIR yang menyediakan perkhidmatan dan bantuan teknikal bagi memastikan keselamatan penggunaan peralatan dan kemudahan NIR di Malaysia. Berikut adalah antara perkhidmatan yang ditawarkan oleh kumpulan NIR:

- Pengujian dan kalibrasi
 - Peralatan pengukuran gelombang mikro dan frekuensi radio
 - Peralatan pengukuran ELF
 - Peralatan pengukuran sinaran UV
- Tinjauan Sinaran di tapak telekomunikasi/penyiaran
 - Pengukuran kebocoran dan pemetaan RF
 - Pengukuran NIR dipersekutuan industri
 - Penilaian risiko (hazard) kesihatan
- Pengukuran Kebocoran Sinaran Elektromagnetik RF dan MW dari oven/heat sealer
- Pengukuran Kebocoran UV untuk mesin atau kemudahan UV
- Pengukuran ELF & VLF yang dihasilkan daripada monitor komputer (VDT/VDU) tali penghantaran, pemanas aruhan, jentera berat dan kilang
- Latihan keselamatan NIR/kesedaran keselamatan NIR
- Pengujian peranti elektrik dan elektronik untuk
 - Kesesuaian
 - Elektromagnetik (EMC), Kepakaan dan Kekebalan
 - Elektromagnetik (EMS), Gangguan Aruhan Elektromagnetik (EMI)



BANK TISU

Nuklear Malaysia memainkan peranan penting dalam merealisasikan penubuhan Bank Tisu dan Bank Tulang di negara ini. Sejak ditubuhkan awal 1990an, Bank Tisu Nuklear Malaysia memberikan khidmat nasihat dan bantuan teknikal dalam aspek pemprosesan dan pensterilan sinaran bagi produk tisu seperti amnion, tulang, tisu muscular, tisu lembut dan selaput perikardium untuk kegunaan klinikal yang selamat.

Bank Tisu Nuklear Malaysia menawarkan latihan kerja kepada operator bank tisu tempatan dan juga pelatih IAEA dari bank tisu luar negara. Pelajar-pelajar dari institusi pengajian tempatan juga turut diberi peluang menggunakan kemudahan yang terdapat di Bank Tisu Nuklear Malaysia bagi menjalankan projek-projek pembelajaran mereka.

Pada pertengahan 1990an, Bank Tisu Nuklear Malaysia mula menerajui penyelidikan dalam penghasilan pembalut luka sintetik berdasarkan hidrogel. Pemprosesan pembalut luka hidrogel ini telah difail untuk paten pada tahun 2000 dan kini telah dilesenkan kepada pengusaha tempatan untuk pengeluaran secara komersil. Pembalut luka hidrogel yang digunakan ke atas luka sintetik yang diimport.

Penyelidikan yang sedang dilakukan sekarang adalah penghasilan pembalut hidrogel berdasarkan bahan semula jadi seperti sagu dan polimer asli.

MAKMAL PENGELOUARAN RADIOISOTOP

Makmal Pengeluaran Radioisotop dibangunkan untuk menjalankan aktiviti pengeluaran dan pengagihan radioisotop, radiofarmaseutikal dan kit radiofarmaseutikal ke hospital-hospital di Malaysia dan pengguna yang lain.

Makmal Pengeluaran Radioisotop dilengkapi dengan kemudahan yang terkini seperti:

- Sel aktif untuk pengeluaran penjana Tc-99m
- Sel aktif untuk pengeluaran pelbagai radioisotop
- Gloves-boxes untuk pengeluaran radioisotop penyinar beta seperti P-32
- Sel aktif untuk pengeluaran I-131
- Bilik bersih dan pengering beku untuk penyediaan kit radiofarmaseutikal secara aseptik
- Bilik bersih dengan pensijilan Amalan Pembuatan Terbaik atau Good Manufacturing Practice (GMP) untuk penyediaan penjana Tc-99m
- Peralatan untuk kawalan mutu seperti Multi Channel Analyzer, Automatic Gamma Counter, High Performance Liquid Chromatography (HPLC), Dose Calibrator, Polarography Equipment, Pyrogen Test Equipment dan Sterility Test Equipment





PUSAT FLORA



Pusat Flora yang terletak di Nuklear Malaysia Tech-Park, merangkumi Laman Flora GENETIKA, Makmal Flora Vitro dan Plaza GENETIKA.



Makmal Flora Vitro

Makmal Flora Vitro (MFV) adalah makmal kultur tisu komersial untuk pengeluaran anak benih tumbuhan secara *in-vitro*. Ia dilengkapi dengan bilik penyediaan media, bilik mencuci dan ruang aseptik. Ruang aseptik ini merangkumi kawasan pemindahan kultur dan tiga bilik inkubasi. Bilik inkubasi ini mampu menampung kira-kira 225,000 anak pokok dalam satu masa dengan kapasiti pengeluaran sebanyak 1.2 juta anak benih kultur tisu setahun. Makmal ini mula beroperasi pada bulan Jun 2002 dan menyediakan perkhidmatan berikut:

- Membangunkan teknik mikropropagasi tumbuhan
- Membekalkan anak benih kultur tisu
- Menjalankan penyelidikan secara kontrak (*contract research*) untuk pelanggan-pelanggan yang berminat



Laman Flora GENETIKA



Laman Flora GENETIKA (LFG) ditubuhkan dengan tujuan untuk menghasilkan sistem pengeluaran anak pokok yang lebih berkesan. Ia mula beroperasi sejak tahun 1997 dan dirasmikan pada tahun 2000. LFG dilengkapi dengan dua buah rumah teduhan dan lima buah rumah hijau yang dikelilingi oleh landskap persekitaran yang indah serta beberapa buah taman mini. Ketika ini terdapat kira-kira 100 spesies tanaman di LFG termasuk 16 varieti baru yang telah dihasilkan melalui teknik mutagenesis atau mutasi aruhan, contohnya seperti *Hibiscus rosa-sinesis* 'Siti Hasmah RedShine', *Hibiscus rosa-sinesis* 'Siti Hasmah PinkBeauty', *Cordyline terminalis* 'Mantap', *Cordyline terminalis* 'Jaguh', *Duranta repens* 'Marginata', *Tradescantia spathacea* 'Sobrii' dan beberapa varieti lain.

Pusat GENETIKA

Plaza GENETIKA dibangunkan sebagai tempat bagi majlis rasmi di luar dewan, di samping sesuai bagi aktiviti-aktiviti lain seperti acara senamrobik dan aktiviti rekreasi.

DISEMBER 2010

Bahagian Pengurusan Maklumat
Agenzia Nuklear Malaysia
43000 Kajang, Selangor