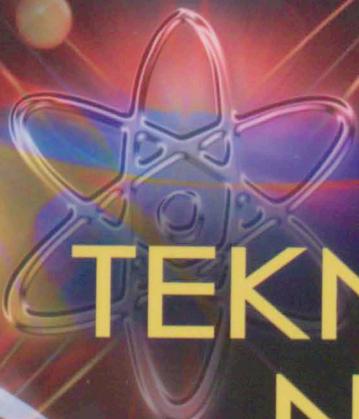




I ❤ Nuclear



TEKNOLOGI NUKLEAR

mosti

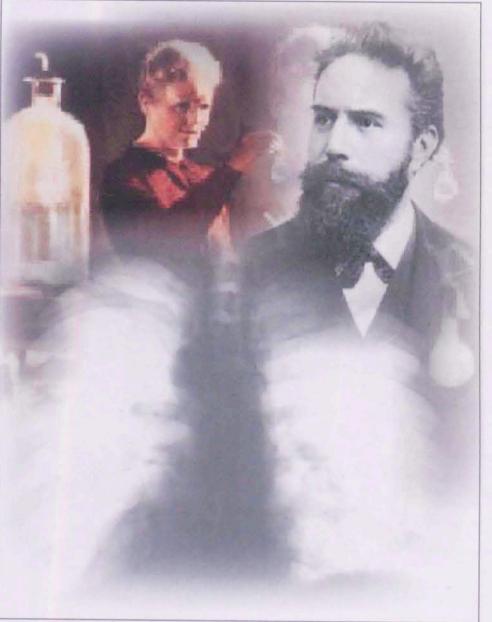
NUKLEAR
MALAYSIA



KANDUNGAN

Pendahuluan.....	7
Struktur Asas Jirim.....	2
Sinaran.....	3
Sinaran Persekitaran.....	4
Keradioaktifan.....	5
Pembelahan Nuklear.....	7
Tindak balas Berantai Nuklear.....	8
Reaktor TIGA PUSPATI.....	9
Bahanapi Nuklear.....	11
Kesan Rumah Hijau.....	12
Nuklear sebagai Sumber Alternatif.....	14
Sinaran dalam Industri.....	16
Sinaran dalam Pertanian.....	17
Sinaran dalam Kajian Alam Sekitar.....	18
Sinaran dalam Perubatan.....	19
Keselamatan Nuklear.....	20

PENDAHULUAN



Penggunaan teknologi nuklear dalam kehidupan manusia terutama dari segi perubatan telah bermula sejak penemuan x-ray dalam tahun 1895 oleh seorang profesor dari Jerman, Wilhem Conrad Röntgen. Beliau telah mendedahkan plat fotografi kepada cahaya fluoresen yang dihasilkan oleh Barium platinosianida ketika melakukan beberapa eksperimen. Secara tidak sengaja, Röntgen telah berjaya menghasilkan gambar x-ray tapak tangannya sendiri. Henri Becquerel, seorang ahli fizik Perancis sangat tertarik dengan kerja-kerja Röntgen. Beliau mendapati bahawa hasil yang sama diperolehi apabila plat tersebut didedahkan kepada sumber uranium, bukan sahaja kepada sumber fluoresen seperti yang dilaporkan oleh Röntgen. Dengan mengukur jumlah pengionan yang dihasilkan oleh beberapa sumber mineral, Piere dan Marie Curie telah menjumpai sumber radioaktif lain iaitu polonium dan radium beberapa tahun kemudian.

Dunia sains terus menyelongkar ciri-ciri dan penggunaan tenaga nuklear serta kelebihannya yang dapat menyelesaikan pelbagai masalah. Loji kuasa nuklear dan kapal-kapal yang menggunakan kuasa nuklear dibangunkan, kapal terbang berkuasa nuklear direka, malah keretapi berkuasa nuklear juga sedang dalam kajian. Namun, isu-isu seperti perperangan dan kemalangan nuklear sedikit sebanyak telah mengubah pandangan masyarakat terhadap teknologi nuklear. Penggunaan bom nuklear yang pertama ketika Perang Dunia Kedua iaitu "Fatman" dan "Little Boy" di Hiroshima dan Nagasaki; serta tragedi buruk Chernobyl telah mencalar kepercayaan masyarakat terhadap kelebihan teknologi nuklear.

Risalah ini menerangkan serba-sedikit tentang keradioaktifan dan kegunaan teknologi nuklear yang digarap dengan cara yang mudah. Kandungan risalah ini banyak merujuk kepada penggunaan teknologi nuklear di Malaysia, khususnya di Agensi Nuklear Malaysia. Diharap informasi yang betul dan tepat dapat mengubah persepsi negatif masyarakat tentang teknologi nuklear.

STRUKTUR ASAS JIRIM

Pernahkah anda terfikir.... "apakah yang mewujudkan sebatang besi, emas atau air dan udara?....

Struktur asas bagi setiap jirim, termasuk yang disebutkan di atas adalah atom. Seorang berbangsa Yunani bernama Democritus merupakan orang yang pertama memperkenalkan konsep atom. Beliau menyatakan.... "apabila sekeping emas dipotong kepada zarah-zarah yang halus, satu peringkat akan dicapai apabila zarah tersebut tidak dapat dipotong lagi...." Beliau menamakannya sebagai atom, yang bermaksud 'tidak boleh dibahagi lagi'.

ATOM terdiri dari nukleus dan elektron.
NUKLEUS, bahagian kecil pusat atom adalah terdiri dari PROTON dan NEUTRON.
PROTON beras POSITIF, manakala NEUTRON adalah TIDAK BERCAS.
ELEKTRON beras NEGATIF dan sentiasa mengelilingi nukleus.

Jika bilangan proton dan elektron adalah sama, cas sesuatu atom itu adalah neutral.



NOMBOR JISIM, menunjukkan bilangan proton dan neutron dalam nukleus.

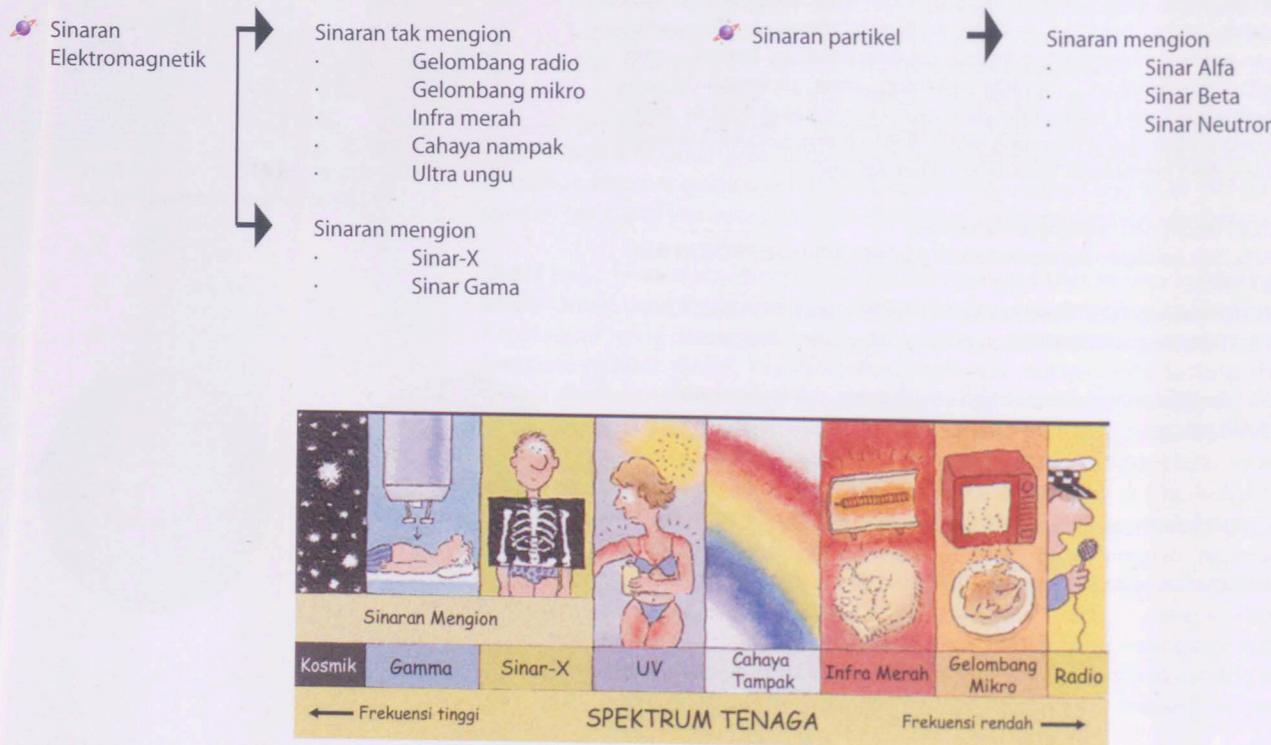


NOMBOR ATOM, menunjukkan bilangan proton dalam nukleus.

ISOTOP adalah atom unsur kimia yang sama tetapi mempunyai bilangan neutron yang berbeza dalam nukleusnya. Contohnya; tembaga mempunyai dua isotop yang stabil.

SINARAN

Sinaran adalah tenaga yang dipancarkan daripada satu punca dan bergerak melalui ruang, sama ada dalam bentuk gelombang atau zarah. Sesetengah sinaran boleh dilihat, seperti sinaran lampu. Manakala; sinaran seperti gelombang mikro tidak dapat dilihat dengan pancaindera. Sinaran terbahagi kepada beberapa bahagian iaitu:



SINARAN PERSEKITARAN

Sinaran persekitaran adalah sinaran mengion yang diperoleh dari pelbagai sumber **semulajadi** dan **buatan**.

Sumber sinaran semulajadi :

☞ **Sinaran terestrial** – Sumber radioaktif adalah wujud secara semulajadi di persekitaran dan radiasi berlaku secara berterusan pada batu, tanah, air dan tumbuhan. Kebanyakan radionuklid tersebut adalah elemen biasa seperti kalium dan karbon, juga logam berat seperti uranium, thorium, radium dan rodon; walaupun jumlahnya adalah rendah. Manusia terdedah kepada sinaran ini melalui pernafasan dan pengambilan makanan melalui rantai makanan.

☞ **Sinaran ekstraterestrial** – Sinaran kosmik dari angkasa lepas berinteraksi dengan atmosfera bumi dan mendedahkan seluruh permukaan bumi dan segala isinya kepada sinaran radioaktif. Dos sinaran ini bergantung kepada latitud dan altitud. Nilai tipikal bagi latitud temperat pada paras laut adalah 0.3 mSv setahun. Nilai ini meningkat selaras dengan peningkatan latitud, iaitu paling tinggi di bahagian kutub dan paling rendah di khatulistiwa. Kadar dos juga meningkat sejajar dengan altitud, kadarnya meningkat dua kali ganda setiap 1500 meter dari permukaan bumi.

Sinaran buatan:

Manusia terdedah pada sinaran dari pelbagai sumber, termasuklah untuk keperluan perubatan, contohnya dos dedahan bagi satu sinaran x-ray di hospital adalah lebih kurang 0.1 mSv. Radionuklid juga digunakan untuk tujuan diagnostik dan rawatan.

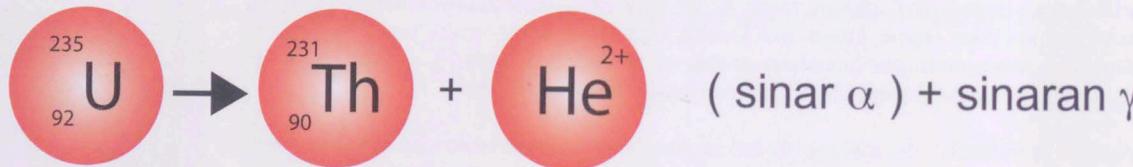
Kegiatan perlombongan juga meningkatkan sumber radiasi setempat kerana kegiatan ini mendedahkan lebih banyak mineral dari kerak bumi yang mengandungi sumber radioaktif. Secara amnya manusia juga sentiasa terdedah kepada sinaran dari pelbagai sumber yang tidak disedari, termasuk dari alat-alat kegunaan harian seperti jam tangan berluminal, komputer peribadi dan set televisyen.



KERADIOAKTIFAN

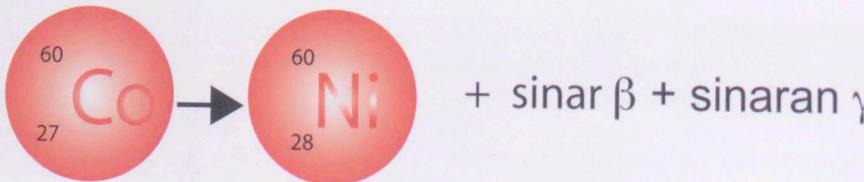
Keradioaktifan adalah merujuk kepada ciri bahan radioaktif yang memancarkan sinaran mengion. Ia adalah ciri yang menunjukkan ketidakstabilan nukleus. Proses ini berlaku secara diskrit dan berterusan sehingga nukleus atom bahan radioaktif tersebut mencapai kestabilan. Proses ini disebut pereputan radioaktif. Proses pereputan menghasilkan sinaran seperti sinaran alfa, beta dan neutron. Manakala sinaran gama lazimnya terhasil berikutan daripada pemancaran sinaran partikel.

Sinaran Alfa



Semasa pereputan sinar alfa, zarah alfa atau nukleus helium yang terdiri dari dua proton dan dua neutron terbebas. Sinar alfa mempunyai kuasa pengionan paling tinggi berbanding sinar beta dan gama. Tetapi partikel alfa yang berat menyebabkannya mempunyai kuasa penembusan paling rendah, sekeping kertas nipis; bahkan udara mampu menghentikan sinaran alfa.

Sinaran Beta



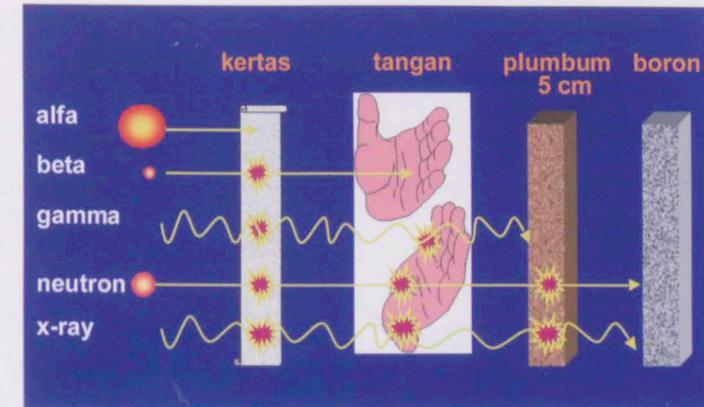
Semasa pereputan beta, zarah beta iaitu elektron dipancarkan. Sinar beta mempunyai kuasa pengionan sederhana dan kuasa penembusan yang sederhana. Kepingan logam nipis, contohnya aluminium berketebalan 4mm mampu menghalang sinaran beta dari menembusinya.

Sinaran Gama

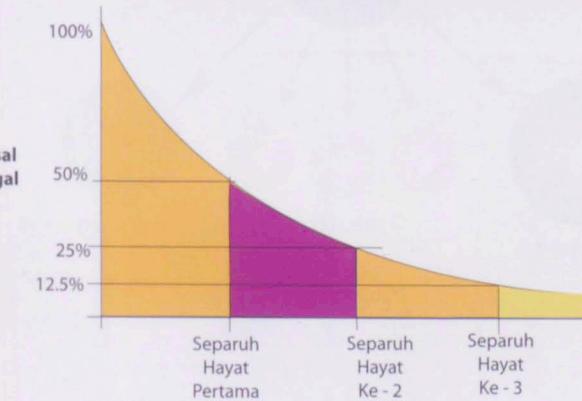
Sinaran gama adalah sinaran elektromagnetik atau sinar foton, terhasil berikutan sinaran zarah. Sinar gama bersifat neutral dan mempunyai kuasa penembusan yang tinggi.

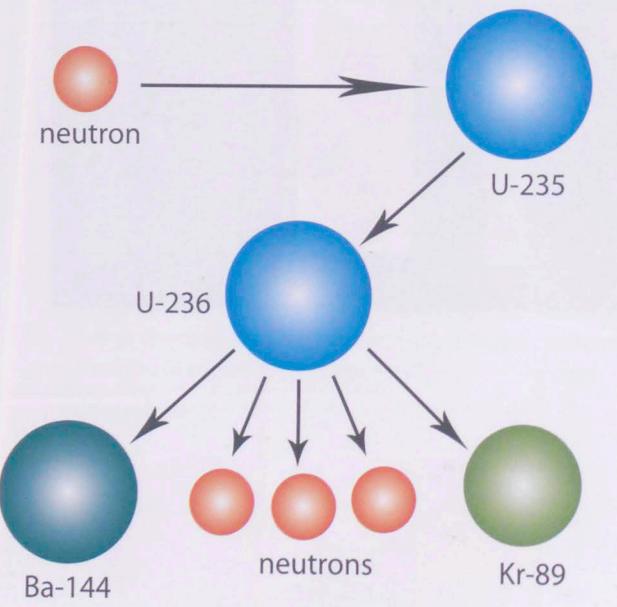
Neutron

Kebanyakan tindak balas nuklear menghasilkan neutron, sama ada melalui pereputan beta atau alfa. Neutron juga terhasil daripada proses pembelahan nuklear. Neutron juga bersifat neutral dan mempunyai kuasa penembusan yang lebih tinggi berbanding sinar gama.



Separuh hayat ($t_{1/2}$) adalah satu jangka masa di mana setengah daripada jumlah asal nukleus radioaktif mengalami pereputan. Setiap radio nuklid mempunyai nilai separuh hayat yang unik. Contohnya, Cobalt-60 mempunyai separuh hayat 5.27 tahun, manakala Uranium-238 adalah 4.17×10^9 tahun.





PEMBELAHAN NUKLEAR

Berbeza dari pereputan nuklear yang lain, pembelahan nuklear (nuclear fission) atau pembelahan atom melibatkan pembelahan satu nukleus atom unsur kepada dua atau lebih nukleus atom yang lebih kecil berbanding atom asal.

Selalunya keadaan ini menghasilkan produk-produk sampingan lain dalam bentuk neutron bebas, foton dalam bentuk sinar gama dan partikel nukleus lain seperti partikel beta dan alfa. Pembelahan nukleus boleh berlaku apabila nukleus atom logam berat menerima satu neutron asing; atau ia boleh berlaku secara spontan tanpa sebarang aruhan.

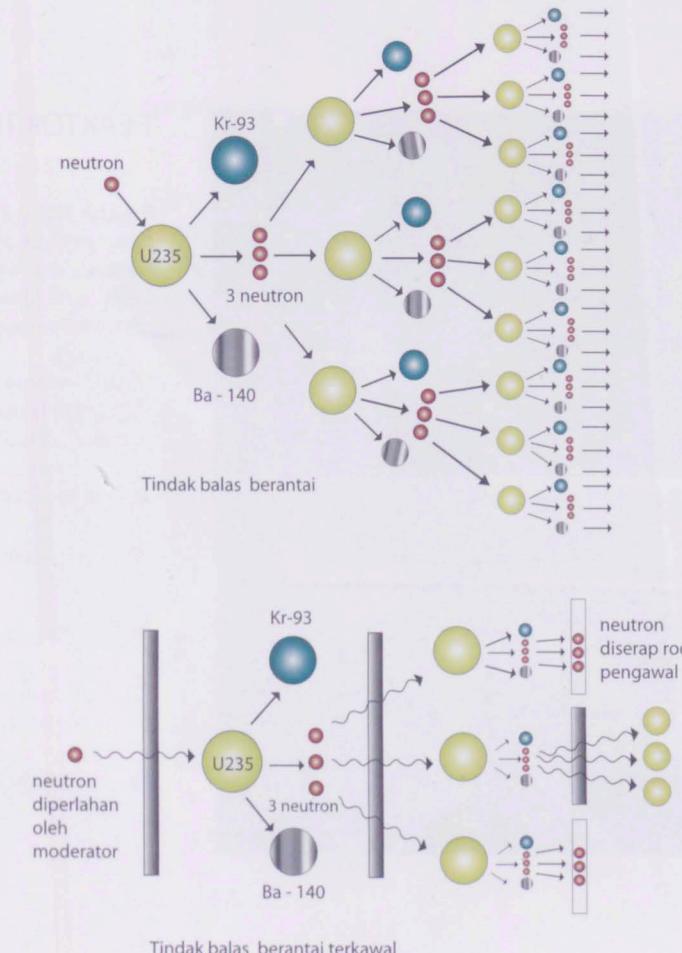
Contohnya pembelahan nukleus secara aruhan berlaku pada atom Uranium-235. Satu neutron yang bergerak perlahan telah diserap oleh nukleus atom U-235; menyebabkan nukleus atom U-235 berpisah kepada dua atom yang berjism lebuh kecil (Kr-92 dan Ba-141). Tindak balas ini juga menghasilkan tiga neutron yang boleh mengaruh pembelahan nukleus atom lain serta membebaskan tenaga yang tinggi.

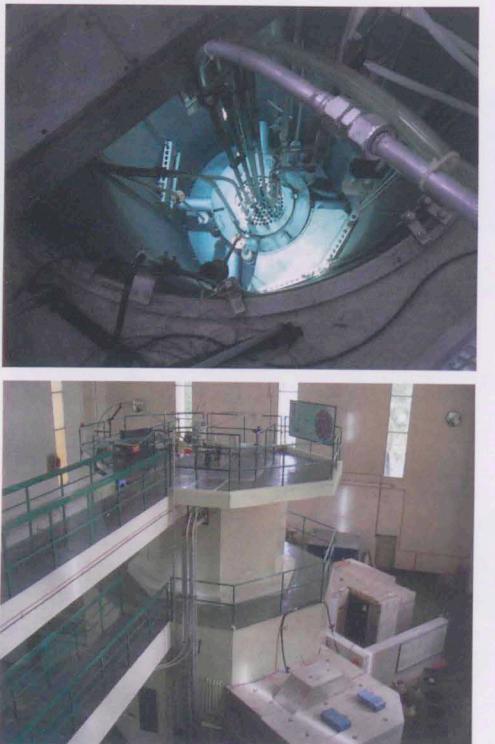
TINDAK BALAS BERANTAI NUKLEAR

Neutron yang terbebas semasa proses pembelahan nuklear akan mencetuskan pembelahan yang seterusnya; dan menyebabkan berlakunya tindak balas berantai. Pembelahan nuklear juga menghasilkan tenaga yang banyak dalam bentuk haba. Tindak balas berantai akan menjana tenaga haba yang berterusan.

Kedua ciri ini adalah faktor penting penjanaan tenaga bagi sebuah reaktor tenaga nuklear atau memacu letupan bom nuklear. Namun tindak balas berantai dalam sesbuah reaktor nuklear adalah terkawal. Manakala, kadar tindak balas berantai bagi bom nuklear adalah lebih pantas dan tidak terkawal.

Dalam tindak balas berantai terkawal, dari dua atau tiga neutron terbebas; hanya satu dibenarkan untuk menghasilkan pembelahan seterusnya. Jika kadar ini kurang dari satu, tindak balas berantai akan berakhir. Jika kadarnya lebih besar; tindak balas akan menjadi tidak terkawal dan menghasilkan letupan.





REAKTOR TRIGA PUSPATI (TRIGA MK 11)

Reaktor TRIGA PUSPATI (RTP) digunakan untuk tujuan latihan, penyelidikan dan pengeluaran radioisotop yang terdapat di Agensi Nuklear Malaysia dan merupakan satu-satunya di Malaysia. Pembinaan reaktor ini telah dimulakan dalam bulan November 1981. RTP adalah reaktor penyelidikan jenis kolam.

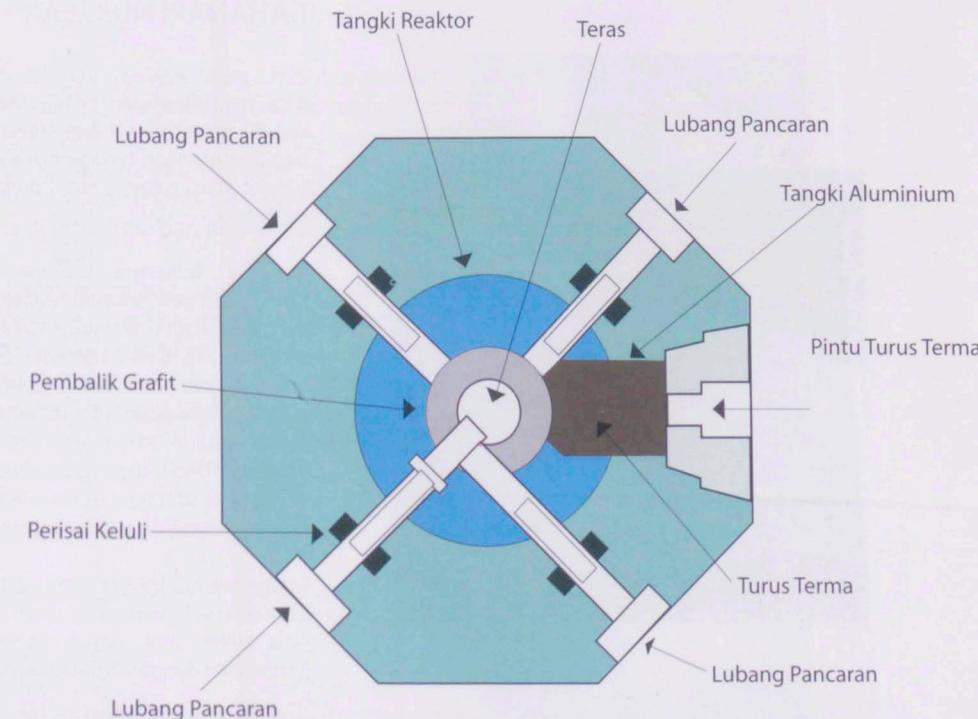
Tenaga maksimum reaktor ini ialah 1 MW dalam kendalian biasa dan 1200MW waktu kendalian denyut. RTP telah mencapai tahap kritisiti pertama pada 28 Jun 1982.

Berikut adalah ciri-ciri umum RTP:

- ❖ Bahanapi : Uranium (20 w/o U-235) dicampur dengan ZrH.
- ❖ Penyejuk : Air tulen (ternyah galian)
- ❖ Suhu maksimum bahanapi : 500°C
- ❖ Fluks neutron : $3 \times 10^{13} n / cm^2$ saat termal di tengah teras.

Selain bahanapi nuklear, sesebuah reaktor nuklear perlu mempunyai:

- ❖ Penyejuk (air atau gas) untuk mengurangkan haba yang dihasilkan juga bertindak sebagai perisai biologi.
- ❖ Moderator (air atau grafit) – tanpa moderator neutron berlebihan tidak diserap dan akan mencetuskan pembelahan tidak terkawal.
- ❖ Kawalan (rod kawalan atau penyejuk tambahan) untuk mengendali, memantau dan mengawal operasi reaktor





BAHANAPI NUKLEAR

Bagi menghasilkan tenaga melalui proses pembakaran; bahanapi seperti petrol, diesel dan arang batu adalah diperlukan, begitu juga bagi penghasilan tenaga nuklear. Bahanapi nuklear adalah sebarang bahan atau unsur yang boleh dipacu untuk penghasilan tenaga nuklear.

Biasanya, bahanapi nuklear adalah logam berat yang boleh mengalami pembelahan nuklear dan mampu menjalani tindak balas berantai dalam reaktor nuklear. Bahanapi nuklear yang biasa termasuk Uranium-235 dan Plutonium-239. Uranium yang dilombong perlu diperkayakan untuk meningkatkan kandungan isotop U-235 sebelum ia boleh digunakan sebagai bahanapi.

Bahanapi TRIGA digunakan dalam reaktor TRIGA (Training, Research, Isotopes production, General Atomics). Ia terdiri dari matriks uranium zirkonium hidrid yang secara semulajadi bertindak sebagai semula jadi rintang terhadap suhu tinggi.

Setiap tahun kira-kira satu pertiga elemen bahanapi ini digantikan. Elemen asas bahanapi (butiran) nuklear ialah pelet bahanapi. Daripada satu pelet kita dapat mengeluarkan sejumlah tenaga yang bersamaan dengan 1 tan arang batu.

Elemen bahanapi ini akan dimasukkan ke dalam rod bahan api. Terdapat 109 elemen bahan api di dalam teras reaktor TRIGA di Agensi Nuklear Malaysia.

KESAN RUMAH HIJAU

Sekarang revolusi industri, keperluan untuk haba dan tenaga telah dipenuhi dengan pembakaran jutaan tan arang batu, petroleum dan bahanapi fosil yang lain. Kegiatan ini menyumbang kepada pelepasan karbon dioksida ke atmosfera juga gas-gas rumah hijau yang lain seperti metana dan nitrus oksida. Gas-gas ini terperangkap dalam atmosfera dan menghalang sinaran infra merah dari dipantulkan kembali ke ruang angkasa; ini menyebabkan peningkatan suhu di atmosfera dan permukaan bumi.

Karbon dioksida merupakan penyumbang utama fenomena rumah hijau. Pemantauan yang dilakukan di Mauna Loa, Hawaii sejak 1958 menunjukkan peningkatan kepekatan karbon dioksida yang selanjutnya setiap tahun. Sekarang akhir abad yang lalu suhu atmosfera dilaporkan telah meningkat sebanyak 0.5°C . Kepekatan CO₂ yang bertambah akan meningkatkan purata suhu sehingga 2 hingga 5°C . Ini mungkin berlaku dalam tempoh 50 tahun jika kadar penggunaan bahanapi fosil kekal pada tahap sekarang. Keadaan ini dijangka akan memberikan pelbagai akibat lain seperti:

- ✿ Pemanasan global akan mempengaruhi perubahan iklim dunia.
- ✿ Perubahan cuaca, ribut, taufan, banjir dan kemarau
- ✿ Peningkatan aras laut disebabkan pencairan ais.
- ✿ Pelebaran zon iklim panas menyebabkan perubahan spesis flora dan fauna akibat dari perpindahan spesis haiwan dan penyesuaian habitat
- ✿ Peningkatan proses pemendapan dan perpindahan zon pemendapan



Keadaan ini mungkin boleh dielakkan dengan mencari alternatif bagi menghasilkan tenaga selain dari penggunaan bahanapi fosil. Malaysia telah mengorak langkah untuk mencari alternatif bagi sumber tenaga; terutama sumber berdasarkan bio seperti:



Tenaga Bio-mass – sumber dari bahan buangan atau residu bahan buangan domestik.



Tenaga Bio-fuel/ Bio-bahanapi
Bio-ethanol – bahanapi dari penapaian karbohidrat



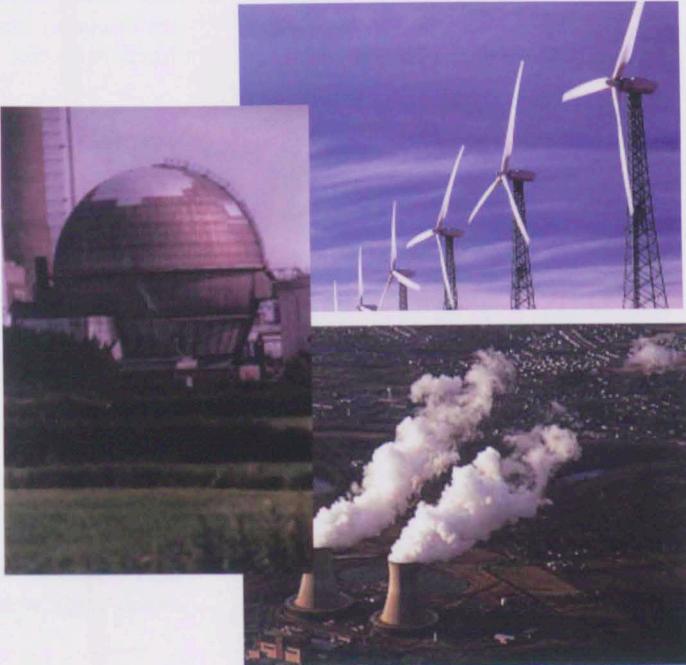
Bio-diesel – bahanapi berdasarkan sumber minyak atau lemak.

NUKLEAR SEBAGAI SUMBER TENAGA ALTERNATIF

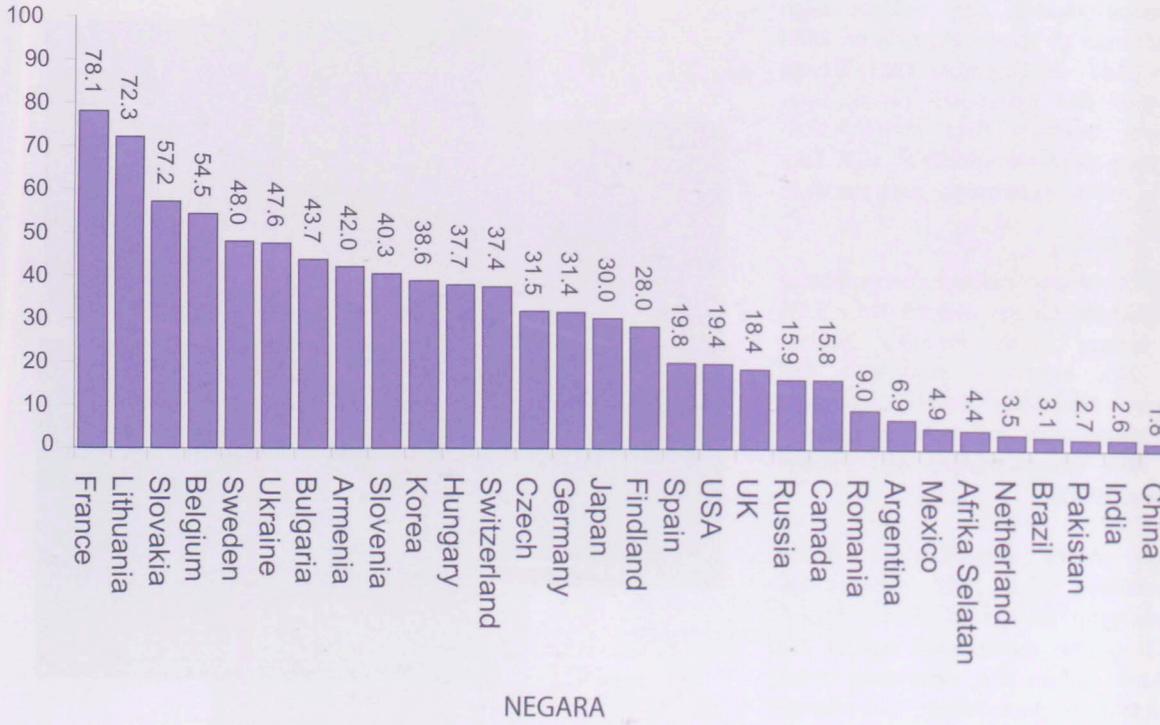
Penjanaan tenaga elektrik dari nuklear telah pertama kali ditemui di Stesen Eksperimen EBR-I di Arco, Idaho pada 20 Disember 1951. Tenaga nuklear diperolehi dari manipulasi tindak balas berantai nuklear terkawal bagi menghasilkan tenaga haba yang akan menghasilkan stim bagi menggerakkan turbin, seterusnya menghasilkan tenaga elektrik.

Pada tahun 2004, tenaga nuklear menyumbang 15.7% dari keperluan tenaga elektrik iaitu 6.5% dari jumlah tenaga dunia. Amerika Syarikat menghasilkan 20% keperluan tenaganya dari tenaga nuklear. Manakala; Perancis sebagai negara yang mempunyai loji nuklear terbesar menghasilkan 80% tenaga elektrik dari sumber nuklear pada tahun 2006.

Agensi Tenaga Atom Antarabangsa (IAEA) melaporkan sehingga tahun 2007; terdapat 435 reaktor nuklear yang beroperasi di 31 negara. Malaysia masih belum mempunyai reaktor loji janakuasa elektrik; namun kita merancang untuk memilikinya pada masa akan datang. Satu-satunya reaktor yang terdapat di Malaysia adalah reaktor penyelidikan di Agenси Nuklear Malaysia.



PERATUSAN PENGELOUARAN TENAGA ELEKTRIK DUNIA
DARI SUMBER NUKLEAR BAGI TAHUN 2006



SINARAN DALAM INDUSTRI

Agensi Nuklear Malaysia telah melakar sejarah dengan membantu industri tempatan dan antarabangsa, khususnya dalam menyelesaikan masalah berkaitan dengan keutuhan sistem loji, kawalan kualiti bahan dan latihan. Sebahagian dari penggunaan teknik nuklear yang lazim dalam sektor industri dan sektor berkaitan adalah :

• Teknik Ujian Tanpa Musnah (NDT)

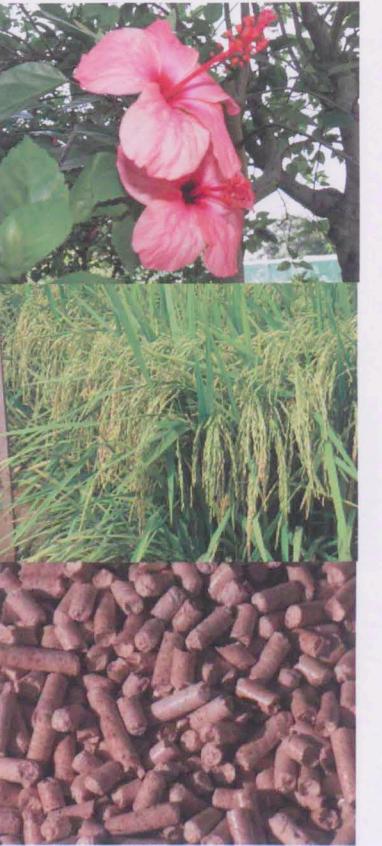
Digunakan bagi menentukan dan menilai kualiti bahan atau komponen, kawalan kualiti dalam pembuatan dan verifikasi ketulenan artifaks. Teknik ini membolehkan komponen atau bahan yang diuji dinilai dan ditentukur tanpa merosakkan struktur asalnya. Contohnya kaedah ini digunakan untuk mengesan kecacatan kimpalan dan struktur seperti paip dan turus.

• Teknik Tolok Nuklear

Teknik ini telah dicipta dan digunakan sektor perindustrian untuk mengukur ketebalan, ketumpatan, aras dan kehadiran bahan tertentu sama ada dalam bekas tertutup, tidak dapat dilihat dengan mata kasar atau terlalu bahaya untuk dijejaki dan disentuh.

Contohnya mengawal ketebalan dan ketumpatan keluli sewaktu penghasilannya dan mengenalpasti kehadiran hidrokarbon dalam suatu menara tertutup loji penapisan minyak.

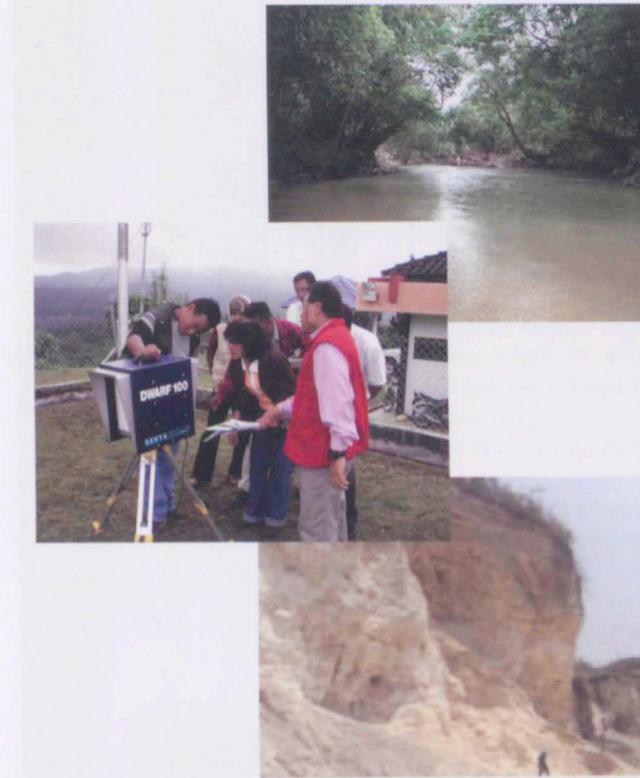




SINARAN DALAM PERTANIAN

Sinaran mengion dan radioisotop banyak dimanipulasi bagi meningkatkan mutu pertanian dan pemprosesan makanan. Beberapa contoh penggunaannya meliputi:

- ❖ Mengaruh mutasi yang diakibat oleh sinaran dos rendah ke atas biji benih bagi menghasilkan varian yang lebih bermutu. Contohnya mutan pisang Novaria yang mempunyai kadar pertumbuhan lebih cepat dan pembungaan awal, penghasilan baka baru bunga raya yang mempunyai warna yang lebih menarik; varian "Nori" dan "Siti Hasmah Pink-beauty"
- ❖ Mengawal serangga perosak melalui teknik pemandulan (SIT). Contoh yang biasa digunakan adalah dengan memandulkan serangga jantan dengan sinaran mengion dan dilepaskan kembali ke dalam populasi yang ingin dikawal. Populasi tersebut tidak dapat membiak dengan efektif dan akan pupus dalam beberapa kitar hidup.
- ❖ Penyinaran makanan. Rawatan penyinaran dapat mengurangkan kerugian pascatuai serta mampu mengawal kualiti dan keselamatan makanan pada pengguna.
- ❖ Sinaran juga boleh dimanipulasikan untuk mengitar semula sisa pertanian bagi menghasilkan produk lain. Contohnya sterilisasi sisa selulosa dari kelapa sawit untuk substrat penanaman cendawan dan pelet makanan haiwan ruminan.



SINARAN DAN KAJIAN ALAM SEKITAR

Alam sekitar merupakan khazanah yang berharga terhadap kehidupan dan tamadun manusia, justeru ia perlu dipelihara dan dipulihara sebaik mungkin. Teknologi nuklear telah banyak dimanipulasi untuk membantu manusia dan menjadi pelengkap kepada teknik konvensional bagi mengawal dan memantau masalah pencemaran, hakisan, tanah runtuh dan mencari sumber air. Contohnya, teknik Cs-137 telah banyak digunakan di negara maju untuk menyelesaikan masalah hakisan dan endapan. Di Malaysia, penggunaannya telah bermula pada tahun 1981 di kawasan tadahan Sungai Lui, Selangor. Cs-137 adalah isotop alam sekitar berseparuh hayat 30 tahun yang terhasil dari pengguguran bom nuklear dan tersebar secara global ke seluruh dunia. Secara ringkas, hakisan tanah dikatakan telah berlaku jika kandungan Cs-137 dalam sampel tanah lebih rendah berbanding sampel rujukan, sebaliknya proses endapan terjadi jika terdapat pertambahan kandungan rujukan Cs-137 dalam sampel tersebut. Kaedah hidrologi isotop pula boleh digunakan untuk mengkaji perilaku air bagi mendapat maklumat tentang sumber, pergerakan dan kuantiti air. Lebih-lebih lagi dalam kajian yang melibatkan simpanan air di bawah permukaan atau air tanah.

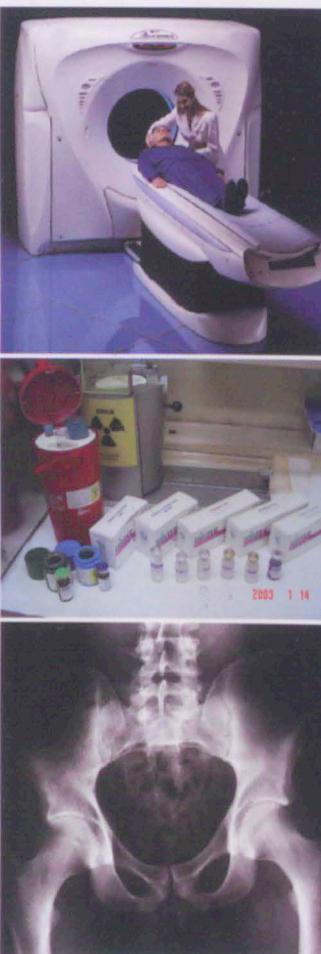
SINARAN DALAM PERUBATAN

Aplikasi dalam perubatan merupakan penggunaan terawal sinaran dan keradioaktif selepas Röntgen berjaya menghasilkan radiograf tangannya sendiri lebih seratus tahun lalu. Sejak itu penggunaan teknologi nuklear telah berkembang bukan sahaja untuk tujuan radiografi, malah menjangkau untuk tujuan rawatan atau terapeutik. Bagi tujuan diagnostik, atau penilaian untuk menentukan keadaan penyakit, teknologi nuklear meliputi kaedah seperti radiografi sinar-x yang biasa dan teknik mamografi yang selalu digunakan bagi mengesan kanser payudara, serta kaedah imbasan tomografi komputer (CT Scan) yang menghasilkan imej radiografi dalam bentuk 3D.

Penyurih radioaktif atau radiofarmaseutikal digunakan sebagai sumber sinaran yang akan dimasukkan ke dalam organ tertentu dalam tubuh pesakit. Teknik ini berkeupayaan memberi maklumat mengenai status fungsi organ dengan memberikan imej keseluruhan organ sasaran seperti tiroid, jantung dan hati bagi mengesas kerosakan yang telah berlaku. Radionuklid yang biasa dimanipulasi bagi kaedah ini adalah teknetium-99m (Tc-99m).

Radioterapi atau terapi sinaran adalah satu kaedah rawatan menggunakan sinaran mengion bertenaga tinggi untuk ditujukan kepada organ atau bahagian tubuh yang menghidap kanser. Sinaran dan bahan radioaktif tertentu mempunyai kelebihan tersendiri dalam merawat kanser kerana keupayaannya untuk membunuh sel dan kebolehan sesetengah radionuklid berkumpul dalam organ tertentu. Contoh radionuklid yang banyak digunakan adalah I-131 bagi merawat tiroid, sama ada kanser atau ketidaknormalan seperti hipertiroidism dan P-32 bagi mengawal sel darah merah berlebihan.

Selain itu teknologi nuklear juga memberikan ruang untuk pelbagai produk farmaseutikal dihasilkan. Contohnya pengeluaran graf tulang atau tulang gantian serta penghasilan biopolimer yang boleh digunakan bagi rawatan kebakaran dan melecur.



KESELAMATAN NUKLEAR

Keselamatan sinaran meliputi perlindungan terhadap manusia dan persekitaran dari dedahan sinaran yang tidak perlu; namun tidak pula mengurangkan kebaikan aplikasi sinaran dan kegunaan bahan radioaktif tersebut. Pada dasarnya, teknologi nuklear adalah suatu teknologi yang selamat dan sangat bermanfaat buat kehidupan manusia dan alam sekitar. Pengendalian bahan nuklear dan sinaran bertanggungjawab untuk mengetahui dan melaksanakan setiap aspek-aspek keselamatan bagi memastikan malapetaka dan pencemaran tidak berlaku. Beberapa aspek asas yang selalu diamalkan dalam pengendalian bahan radioaktif dan sinaran.

Jarak

Memaksimumkan jarak antara pengendali dan sumber radioaktif membantu meminimumkan risiko dedahan yang berlebihan pada seseorang pengendali tersebut.

Masa

Menghadkan masa dedahan kepada sumber sinaran dalam julat masa yang diperlukan sahaja.

Pelindung

Menggunakan pelindung yang bersesuaian dengan sumber radiasi yang digunakan. Pelindung tambahan juga diperlukan bagi memastikan persekitaran kerja dan orang lain juga dilindungi dari sumber sinaran tersebut. Contoh pelindung yang efektif adalah, apabila berkerja dengan sumber radiasi yang mempunyai kuasa penembusan tinggi seperti sinaran gama; kepingan plumbum digunakan sebagai pelindung atau perisai.

Output sinaran

Memastikan kuantiti radionuklid yang minimum dan berkesan digunakan untuk operasi yang spesifik.

Pengawasan

Membuat pengawasan tahap radiasi berkala pada tempat kerja dan personel bagi memastikan dos dedahan yang diterima sentiasa minimum.



OKTOBER 2010

Bahagian Pengurusan Maklumat
Agenzia Nuklear Malaysia
43000 Kajang, Selangor
Tel :03 - 8925 0510 Faks :03 - 8911 2154