



***PENCEMARAN BAHAN RADIOAKTIF DI WOKSYOP PUSAT  
ANGKATAN TENTERA : SATU PENILAIAN***

**AZMEE BIN HAJI AHMAD**

**FK 1999 54**

**PENCEMARAN BAHAN RADIOAKTIF DI WOKSYOP PUSAT  
ANGKATAN TENTERA : SATU PENILAIAN**



**OLEH**

**AZMEE BIN HAJI AHMAD**

**Laporan projek yang dikemukakan kepada Senat Universiti Putra  
Malaysia sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Master Sains**

**November 1999**

## KANDUNGAN

M/Surat

<b>PENGHARGAAN</b> .....	iv
<b>SENARAI JADUAL</b> .....	v
<b>SENARAI RAJAH</b> .....	vi
<b>SENARAI GAMBAR</b> .....	vi
<b>ABSTRAK</b> .....	vii

### BAB

#### I PENGENALAN

Pendahuluan .....	1
Isu Semasa .....	2
Objektif Kajian .....	4
Skop Kajian .....	4
Glossori dan Definisi .....	6

#### II RADIOAKTIF

Sejarah Penemuan Radioaktif .....	7
Radium .....	8
Konsep Keaktifan Radioaktif .....	10
Reputan Radioaktif .....	11
Setengah Hayat .....	13
Unit Sinaran Radioaktif .....	15
Unit Dedahan .....	16
Unit Dos Terserap .....	16
Unit Dos Setara .....	17
Unit Keaktifan .....	19
Unit Tenaga .....	20
Alat Pengesanan dan Pengukur .....	21
Aspek Perundangan Tenaga Atom di Malaysia .....	24
Pengkelasan Kawasan Kerja .....	27
Pengawasan Kakitangan .....	29
Latihan .....	29
Pengangkutan Bahan Radioaktif .....	30
Impot dan Ekspot .....	30
Pelupusan .....	31
Penyimpanan Bahan Radioaktif .....	32

<b>III</b>	<b>PEMERIKSAAN DAN UJIAN CEMARAN</b>	
	Pendahuluan .....	33
	Ujian Cemar pertama .....	34
	Kaedah Ujian .....	35
	Keputusan .....	36
	Ujian Cemar kedua .....	37
	Kaedah Ujian .....	37
	Keputusan .....	37
	Ujian Cemar ketiga .....	38
	Kaedah Ujian .....	39
	Keputusan .....	39
	Temubual Pekerja .....	40
	Penemuan .....	41
<b>IV</b>	<b>PERBINCANGAN DAN KEPUTUSAN</b>	
	Pendahuluan .....	45
	Tahap Pencemaran .....	45
	Masa Kerja Di Bawah Dedahan Sinaran .....	48
	Tindakan Pemantauan .....	52
	Keselamatan Pekerja .....	54
	Dokumen Peraturan Kerja .....	55
	Penganalisan Sampel Smear .....	56
<b>V</b>	<b>RUMUSAN DAN CADANGAN</b>	
	Rumusan .....	59
	Cadangan .....	61

## Rujukan

## Lampiran

- A. Laporan Pemeriksaan Oleh MINT Bagi Ujian Pertama
- B. Laporan Pemeriksaan Oleh MINT Bagi Ujian Kedua
- C. Electrical & Mechanical Engineering Instructions- Iuminous Compounds
- D. Laporan Pemeriksaan Pusat Sains dan Teknologi Pertahanan(PSTP)

## PENGHARGAAN

Penulis mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada Penyelaras Utama Projek, Tuan Hj Ir. Fuad Abas yang telah mengorbankan masa dan tenaga untuk memberi tunjukajar serta bimbingan selama projek ini dilaksanakan. Penulis juga mengucapkan ribuan terima kasih kepada Penyelaras Kedua Projek, Dr. Nor Mariah Adam yang turut membantu dalam memberi nasihat bagi memastikan kejayaan kertas projek ini disiapkan.

Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Pegawai Memerintah 91 Woksyop Pusat Angkatan Tentera, Leftenan Kolonel Ahdar bin Gasar di atas kebenaran beliau untuk membenarkan kajian ini dijalankan di premis beliau serta kerjasama yang telah diberikan bagi menjayakan projek ini.

Tidak ketinggalan juga penghargaan ini ditujukan kepada isteri tersayang, Rozariah Zainudin yang telah banyak memberi sokongan moral kepada penulis sepanjang program ini diharungi. Juga kepada anak-anak yang dikasihi Amirul Rashid dan Adlina Razan, di atas kesabaran dan pengorbanan masa bagi membolehkan penulis memberi tumpuan kepada pelajaran beliau selama lebih setahun yang lalu.

Ucapan terimakasih dan syabas ini juga dipanjangkan kepada rakan-rakan seperjuangan terutamanya kepada Hamdan Ali, Abdul Razak Hussain, Abd Malik Mohd Yunus dan Ir. Leong Peng Seng yang telah sama-sama menempuhi ranjau berduri serta suka-duka sepanjang meniti ke destinasi ini.

## SENARAI JADUAL

JADUAL		M/SURAT
1	Nilai Faktor Kualiti Sinaran .....	19
2	Keputusan Ujian Pertama .....	36
3	Keputusan Ujian Kedua .....	38
4	Keputusan Ujian Ketiga .....	39
5	Senarai Nama Pekerja Makmal Radioaktif .....	40
6	Perbandingan Keputusan Ujian yang Dijalankan ...	42
7	Keputusan Ujian Dalam Unit Dos Terserap .....	47
8	Keputusan Ujian Dalam Unit Dos Setara .....	48
9	Bacaan Dos Setara Di Lokasi Dalam Bangunan .....	49
10	Bacaan Cemaran Dalam Unit SI .....	50

## SENARAI RAJAH

<b>RAJAH</b>		<b>M/SURAT</b>
1	Kedudukan Unsur Radioaktif di Garisan Stabil .....	12
2	Papan Pemberitahuan Kawasan Cemaran Radioaktif .....	32
3	Pelan Makmal Radioaktif .....	35
4	Taburan Cemaran Radioaktif .....	52

## SENARAI GAMBAR

<b>GAMBAR</b>		<b>M/SURAT</b>
1.	Kompas Prismatik .....	2

## ABSTRAK

Pencemaran bahan radioaktif di Woksyop Pusat Angkatan Tentera, Kem Batu Kentomen, Kuala Lumpur, telah dikesan sejak tahun 1985. Pihak pengurusan Woksyop telah mengambil tindakan dengan mengosongkan bangunan tersebut serta memasang pagar di sekeliling bangunan tersebut bagi mengelakkan orang ramai menghampiri kawasan tersebut. Pencemaran ini telah pun dilaporkan kepada Kementerian Pertahanan. Pihak Institut Teknologi Nuklear Malaysia (MINT) hanya dimaklumkan selepas satu dekad kemudian.

Pihak MINT telah melakukan ujian dan mengenalpasti radionuklid yang terbabit ialah dari jenis Radium 226. Separuh hayat bagi radionuklid ini ialah 1604 tahun. Radium 226 juga dikenali sebagai *bone seeker* kerana mempunyai sifat mudah larut di dalam air dan boleh meresap ke dalam tubuh badan manusia. Ia meresapi ke dalam tulang dan ini boleh mengakibatkan barah tulang.

Keputusan ujian-ujian menunjukkan bahawa pencemaran yang berlaku di Makmal Radioaktif di Woksyop Pusat Angkatan Tentera berada ditahap yang serius dan membimbangkan. Hampir semua bahagian di kawasan dalam bangunan Makmal Radioaktif berada dalam keadaan yang tidak selamat digunakan. Bagaimanapun, di bahagian luar bangunan kadar cecair adalah di bawah had dos tahunan iaitu 50 mSv setahun seperti mana yang ditetapkan oleh Lembaga Perlesenan Tenaga Atom (LPTA). Ujian yang dijalankan mendapati bahawa jenis cecair yang berlaku ialah cecair tidak lekat (*non-fix contamination*). Cecair jenis ini boleh dirawat tanpa memusnahkan bangunan yang tercemar.

Tindakan penguatkuasaan oleh pihak pengurusan Woksyop didapati tidak berkesan. Bagaimanapun, ini tidak menunjukkan pihak pengurusan tidak peka terhadap pencemaran yang berlaku, sebaliknya faktor-faktor seperti pengetahuan mengenai radioaktif di peringkat pengurusan dan masalah birokrasi di Kementerian Pertahanan menyumbang kepada kelengahan untuk tindakan bagi mengatasi masalah ini diambil.

Risiko pencemaran dikalangan pekerja-pekerja yang terbabit adalah tinggi kerana kemudahan dan peralatan keselamatan yang ada di Woksyop ini berada pada tahap yang daif. Pekerja-pekerja juga didapati tidak mempunyai kelayakan untuk menguruskan bahan radioaktif kerana tidak seorang pun dikalangan mereka yang mempunyai kursus atau kelayakan formal berhubung dengan perkara tersebut. Bahkan terdapat pekerja-pekerja yang telah berkhidmat melebihi tiga puluh tahun tetapi tidak berpeluang untuk berkursus atau pun menjalani pemeriksaan kesihatan.

Kementerian Pertahanan tidak mempunyai jalan singkat untuk menyelesaikan masalah ini kecuali dengan menyediakan peruntukan bagi merawat bangunan tersebut. Pihak MINT perlu dihubungi kerana mempunyai kepakaran untuk menjalankan proses rawatan tersebut. Pihak pengurusan Woksyop dicadangkan supaya mendapatkan khidmat nasihat bagi mengatasi masalah yang sedang dihadapi.



## BAB I

### PENGENALAN

#### Pendahuluan

Proses di dalam sebarang industri pembuatan akan menyumbang kepada produk buangan. Bagaimanapun, produk buangan radioaktif adalah merupakan pembuangan yang memerlukan perhatian dan mengikut prosidur yang telah ditetapkan di dalam Akta 304, Peraturan Perlindungan Sinaran 1998. Di dalam Akta ini diterangkan kelayakan dan prosidur yang harus dipatuhi di dalam melupuskan bahan buangan radioaktif.

Angkatan Tentera Malaysia (ATM) adalah satu agensi kerajaan yang mempunyai tugas dan peranan sebagai benteng pertahanan negara. Sebagai agensi keselamatan, peraturan-peraturan seperti yang terkandung di dalam Akta 304 adalah dikecualikan. Pengecualian ini bertujuan untuk memberi ruang kepada ATM bagi meningkatkan inisiatif dalam menjalankan tugas dan tanggungjawab dengan berkesan dan memenuhi dasar pertahanan negara. Namun, ini tidak bermakna bahawa ATM tidak mengambil langkah-langkah perlu bagi menjamin kesihatan dan kesejahteraan pekerja-pekerjanya. Bagi tujuan itu, ATM mempunyai caranya yang tersendiri bagi mencapai tujuan tersebut. Namun, sejauh mana keberkesananannya tidak dapat dipastikan.

Pencemaran bahan radioaktif yang berlaku di Woksyop Pusat Angkatan Tentera di Kem Batu Kantonmen adalah satu contoh di mana pihak Kementerian Pertahanan perlu memberi penekanan di dalam hal-hal yang melibatkan keselamatan pekerja. Antara tindakan yang perlu diambil ialah mengkaji semula peraturan-peraturan keselamatan yang sedia ada dan mendapatkan khidmat nasihat dari pakar berhubung dengan pencemaran yang berlaku. Sistem pengurusan bahan buangan dan penyimpanan bahan radioaktif perlu dikaji semula bagi memastikan pekerja-pekerja yang terlibat dengan bahan radioaktif sentiasa berada di dalam keadaan yang selamat.

## Isu Semasa

Angkatan Tentera Malaysia (ATM) mempunyai banyak peralatan yang berteknologi moden untuk kegunaan pertahanan. Antara peralatan ini termasuklah peralatan seperti kompas yang menggunakan bahan radioaktif. Peralatan-peralatan ini apabila mengalami kerosakan akan dibaiki oleh agensi pembaikan tentera yang terdiri dari mekanik tentera yang terlatih di woksyp ATM. Woksyp Pusat Angkatan Tentera (WPUAT) mempunyai kemudahan untuk memperbaiki peralatan-peralatan yang menggunakan teknologi radioaktif. Ia dilengkapi dengan makmal khas untuk kerja-kerja pembaikan yang melibatkan bahan radioaktif.



Gambar 1 : Kompas.

Salah sebuah makmal dikenali sebagai Makmal Radioaktif menjalankan pembaikan peralatan kecil seperti teropong (binocular), kompas, jam dan lain-lain. Makmal ini telah disahkan oleh Jabatan Kawalan Sinaran dan Kesihatan, Institut Penyelidikan Teknologi Nuklear (MINT), sebagai kawasan yang mengalami pencemaran radioaktif. Pemeriksaan bangunan tersebut telah dilakukan sebanyak tiga kali sejak dari tahun 1995 oleh pegawai dari Jabatan tersebut. Pihak MINT berpendapat bahawa makmal tersebut tidak lagi sesuai digunakan buat masa ini kerana telah tercemar dengan bahan radioaktif. Bagaimana pun, di dalam keputusan ujian yang telah dijalankan oleh pihak MINT, tidak pula dinyatakan kaedah pelupusan yang seharusnya dilakukan oleh pihak Kementerian Pertahanan atau mencadangkan tindakan alternatif yang boleh diambil bagi penyelesaian kepada masalah ini.

Pihak Kementerian Pertahanan sendiri mengkaji dan menganalisis secara saintifik data ujian-ujian yang telah dijalankan serta mengenalpasti kesan-kesan pencemaran radioaktif kepada manusia dan persekitaran sebelum memutuskan tindakan-tindakan yang sesuai diambil. Melalui analisis ini juga dijangka akan dapat menentukan kaedah-kaedah pelupusan yang boleh diambil oleh pihak Kementerian Pertahanan pada kos yang optimum tanpa menjejaskan aktiviti pembaikan di woksyp serta kesihatan pekerja dan struktur bangunan yang ada. Mengambil kesempatan ini, satu kajian dijalankan bagi memenuhi keperluan ini.

## **Objektif Kajian**

Objektif kajian ini ialah untuk mengesan tahap pencemaran radioaktif yang berlaku di makmal Instrumentasi Woksyop Pusat Angkatan Tentera. Kajian ini juga akan meneliti kesan-kesan yang terhasil disebabkan oleh pencemaran tersebut kepada pekerja-pekerja dan persekitaran. Secara khususnya, kajian ini akan menilai perkara-perkara berikut :

- i. Tahap pencemaran yang telah berlaku di dalam dan kawasan persekitaran makmal dengan mengenalpasti aras sinaran radioaktif melalui keputusan-keputusan ujian yang telah dilakukan oleh agensi pakar. Di dalam kajian ini, satu ujian bagi bagi menentukan tahap pencemaran yang terkini akan dilakukan.
- ii. Menilai tindakan-tindakan yang telah diambil oleh pihak pentadbiran woksyop ini dalam memantau kesan pencemaran yang sedang berlaku serta langkah-langkah keselamatan yang telah dipraktikkan bagi mengurangkan kesan kepada pekerja di makmal tersebut.

## **Skop Kajian**

Kementerian Pertahanan tidak mempunyai kepakaran dalam pengendalian ujian bahan radioaktif walaupun telah lebih empat dekad Angkatan Tentera Malaysia menggunakan peralatan yang mengandungi bahan radioaktif seperti Radium. Ketiadaan pakar dalam bidang Keselamatan dan Kesihatan Pekerja menyebabkan ATM terus bergantung kepada institusi yang mempunyai kepakaran serta yang diiktirafkan bagi

melaksanakan pemeriksaan dan ujian berkaitan dengan radioaktif. Perlembagaan Malaysia melalui Akta Perlesenan Tenaga Atom (Akta 304) telah memberi tanggungjawab ini kepada MINT sebagai badan yang mengawal sebarang aktiviti yang melibatkan radioaktif.

Penggunaan bahan radioaktif di dalam industri di negara ini telah meningkat. Peningkatan ini telah menyebabkan MINT menjadi terlalu sibuk dan tidak dapat melayani setiap permintaan apabila diperlukan. Ini menyebabkan permohonan ATM untuk mengadakan ujian ulangan di Woksyop ini juga tidak mendapat keutamaan. Bagi tujuan kajian projek ini, MINT hanya dapat menjalankan ujian pencemaran menggunakan dosimeter semasa pemeriksaan yang ketiga dijalankan. Keputusan ujian ketiga yang rasmi masih belum diperolehi, akan tetapi untuk tujuan kajian ini, keputusan tidak rasmi akan digunakan.

## Glossari dan Definisi

- i. Setengah Hayat (Half-life). Seperti yang ditakrifkan sebagai masa yang diperlukan oleh unsur radioaktif mereput sehingga keaktifannya menjadi setengah dari keaktifan asalnya.
- ii. Pembelahan Spontan. Ditakrifkan sebagai proses pemecahan nukleus yang berjirim lebih berat dari jisim zarah alfa menjadi dua nukleus yang lebih ringan.

- iii. Kesan Somatik. Ditakrifkan sebagai kesan yang terjadi pada tubuh penerima sinaran.
- iv. Kesan Genetik. Ditakrifkan sebagai kesan buruk yang akan diterima oleh keturunan penerima sinaran sedangkan penerima sinaran tidak mengalami apa-apa kesengsaraan fizikal.



## Rujukan:

1. Husin Wagiman, (1997) Prinsip Asas Pengesahan Sinaran, Penerbit Universiti Teknologi Malaysia. Malaysia.
2. William H. Hallenbeck (1994) Radiation Protection, Lelois Publisher. New York
3. Hornsey, D.J. (1974). Radioactive and Life Sciences, Methuen Educational Ltd. London.
4. Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan 1994 (Akta 514) Undang-undang dan Peraturan –peraturan.
5. Akta Kilang dan Jentera 1967 (Akta 139) Undang-undang dan Peraturan-peraturan.
6. Kempen Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan Kebangsaan 1994, Kementerian Sumber Manusia.
7. Konvensyen KMK 1996 Kementerian Pertahanan.
8. Act and Regulations Pertaining To the use of Atomic Energy in Malaysia (Revised May 1997). Atomic Energy Licensing Board. Ministry of Science, Technology and the Environment Malaysia.
9. Public Health Statement. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Division of Toxicology. (1984). Atlanta.
10. EPA. Chemical Hazard Data Availability Study: High Production Volume (HPV) Chemicals and SIDS Testing. Office of Pollution. And Toxics, EPA, Washington D.C. 1998.
11. Radium 226 in Drinking Water and Terrestrial Food Chains: A Review and Estimate of Potential Exposure and Dose. A.P. Watson, E.L Etneir, L.M, Mc Dowell-Boyer, Oak Ridge National Laboratory. (April 1983)
12. Measures Against Illicit Trafficking in Nuclear Materials and other Radioactive Sources. General Conference International Atomic Energy Agency. August 1996.

13. A Study of Radium 226 and Radon 222 Concentrating in Ground Water Near a Phosphate Mining and Manufacturing Facility with Emphasis on the Hydrogeologic Characteristics of the Area (Report No 216). Barug F. Mitsch, James E. Watson, Jr. and James A. Hayes. University of North Carolina (March 1984).
14. Buku Panduan Tentera Darat (1983) , Kejuruteraan Optik dan Instrumen. Bahagian Dua. Jurutera Letrik dan Jentera, Jilid 2.
15. Facts About Low-level Radiation. Jan 1986. International Atomic Energy Agency. R

