

PENGANGKUTAN BAHAN RADIOAKTIF COBALT-60 SATU PENGELAMAN
TRANSPORTATION OF RADIOACTIVE MATERIAL COBALT-60 IS ONE OF THE EXPERIENCE

Md.Derus Bin Ibrahim
Kumpulan Radiokimia Alam Sekitar (RAS)
Bahagian Teknologi Sisa dan Alam Sekitar (BAS)
Agensi Nuklear Malaysia Bangi, 43000 Kajang Selangor, Malaysia

ABSTRAK

Semasa pengangkutan bahan radioaktif dijalankan semua aspek perundangan hendaklah dipatuhi, prosedur (SOP) yang telah ditetapkan mesti diikuti. Bungkusan yang digunakan bagi pengangkutan hendaklah bebas dari kontaminasi, agar keselamatan dan sekuriti semasa pengangkutan bahan radioaktif terjamin selamat.

Kata kunci: Perundangan, SOP, Kontaminasi, Keselamatan dan Sekuriti.

ABSTRACT

During transportation of radioactive material in progres, all the procedure (SOP) must have been followed by legally and the wrappers that have been used must be not contaminated, it ensure that safety and security during transportation.

Keywords: Legally, SOP, Contaminated, Safety and Security

1.0 PENGENALAN

Pengangkutan adalah merupakan satu daripada komponen yang penting dalam keseluruhan aktiviti penggunaan bahan radioaktif memandangkan bahan ini perlu dibawa dari satu tempat ke satu tempat lain di dalam atau di luar premis pengguna sepanjang tempoh ia digunakan. Oleh itu sebarang amalan yang melibatkan bahan radioaktif perlulah juga mempertimbangkan aspek khusus mengenai pengangkutan. Pendekatan ini adalah penting bagi memastikan bahawa amalan yang melibatkan bahan radioaktif tersebut dapat dilaksanakan dalam keadaan selamat. Dalam konteks perlindungan sinaran, pengangkutan bahan radioaktif adalah mustahak dibincang dan difahami disebabkan oeh alasan-alasan berikut :

- Bahan radioaktif adalah merbahaya. Dalam banyak penggunaan, bahan ini perlu digerakkan ke beberapa tempat di dalam premis dan kadang-kala ke beberapa lokasi di luar premis. Sebagai contoh, punca bahan radioaktif dibawa dari tempat simpanan di dalam sautu bangunan ke mesin yang terpasang di loji atau menghantar balik punca radioaktif kepada syarikat pembuat di luar negara untuk tujuan pelupusan.
- Operasi pengangkutan menyebabkan bahan radioaktif sentiasa berada di kedudukan berdekatan pekerja industri pengangkutan. Kebanyakan mereka adalah pekerja bukan sinaran. Di samping itu, bahan tersebut juga perlu diangkut melalui kawasan atau behampiran dengan kawasan laluan atau kediaman awam.
- Keseluruhan keselamatan operasi pengangkutan bergantung kepada komitmen semua pihak yang terlibat dalam operasi tersebut. Mereka terdiri daripada pereka bentuk bungkusan, pekerja pengangkutan, konsainor, konsaini dan pihak berkuasa perlesenan.

Pengangkutan bahan radioaktif Cobalt-60 dari HUKM Cheras ke Agensi Nuklear Malaysia telah dilaksanakan pada tarikh 13.3.2010. Punca Cobalt-60 yang beraktifan 73.519 GBq dari mesin teleterapi model Theratron T 1000 yang dahulunya digunakan untuk rawatan penyakit kanser payudara telah disumbangkan oleh HUKM Cheras kepada Agensi Nuklear Malaysia, umumnya Makmal Standard Dosimetri Sekunder (SSDL).

Pada masa itu pihak SSDL bercadang untuk menggunakan punca bahan radioaktif tersebut dalam kerja-kerja tentukan alat meter tinjau. Beberapa siri perbincangan telah diadakan diantara pihak Agensi Nuklear Malaysia yang diketui oleh En.Taiman Kadni dengan wakil dari Syarikat Alatan Teknologi Sdn.Bhd yang diketui oleh Cik.George Loh merangkap jururunding bagi pihak HUKM Cheras. Dalam pertemuan berkenaan perbincangan terarah kepada beberapa perkara pokok seperti pemilikan lesen,pentukaran pemilikan lesen model Theratron T 1000 dengan punca Cobalt-60 beraktifan 73.519 GBq, pengisian borang pergerakan punca bahan radioaktif, jalan yang sesuai perlu diikuti semasa kerja-kerja pengangkutan dijalankan dan pembahagian tugas diantara setiap unit yang terlibat di Agensi Nuklear Malaysia seperti Kumpulan Fizik Kesihatan (KFK), Makmal Standard Dosimetri Sekunder (SSDL),Pusat Pengurusan Sisa (Wastec), Bahagian Kejuteraan (BKJ) dan Unit Keselamatan Fizikal (UKF) serta pihak Syarikat Alatan Teknologi sendiri.

Pengangkutan bahan radioaktif berkenaan perlu mematuhi peraturan-peraturan pengangkutan yang dinyatakan oleh Akta Perlesenan Tenaga Atom dan IAEA. Pergerakan bahan radioaktif di dalam dan di luar tapak premis perlu dibuat menurut Perlindungan Sinaran (Transport) Peraturan-Peraturan 1989. Perlu mendapat kelulusan dari pihak berkuasa yang terlibat iaitu Lembaga Perlesenan Tenaga Atom (LPTA).Segala dokumen dan butir-butir maklumat telah diisi serta ditandatangani bagi pemindahan hak mesin model Theratron T 1000 dengan punca Co-60 beratifan 73.519 GBq sebelum kerja-kerja pengangkutan dari HUKM Cheras ke Agensi Nuklear Malaysia dilaksanakan.

2.0 BAHAN DAN KAEDAH

Beberapa peralatan perlindungan peribadi (PPE) telah digunakan semasa kerja-kerja menanggal,mengasingkan komponen dan pengangkutan bahan radioaktif Cobalt-60 yang beraktifan 73.519 GBq dari mesin teleterapi model Theratron T 1000 seperti sarung tangan getah,sarung tangan kapas, penutup hidung, sawar, meterdos saku, lencana Tld, alat meter tinjau sinaran dan cemarkan dari jenis Ludlum model 5 dan 3, meter tinjau dari model teletector,label radioaktif, pengelasan bahan PPB (7 bahan radioaktif), plastik beg A4 yang boleh diselkan dan kertas smear .



Rajah 1.0: Peralatan pengukuran sinaran bahan radioaktif

2.10 BUNGKUSAN DAN KATEGORI BUNGKUSAN

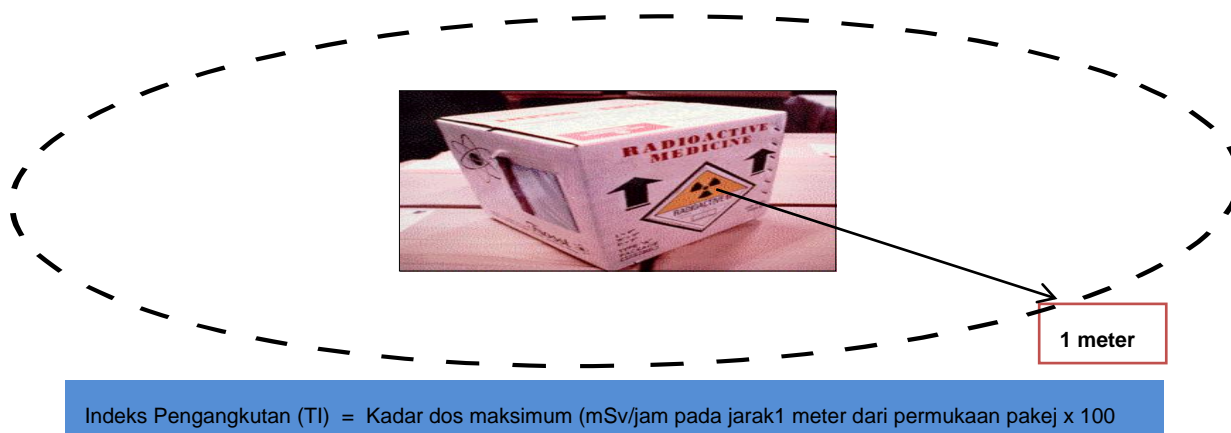
Bungkusan memainkan peranan penting dalam mencapai objektif pengangkutan bahan radioaktif yang selamat. Penggunaannya mempunyai dua tujuan utama, iaitu:

- Mengadakan perisai bagi mengurangkan sinaran yang terpancar keluar dari kandungannya ke suatu aras yang boleh diterima.
- Mengadakan pembendungan terhadap isi kandungan bahan radioaktif dari tersebar ke luar semasa pengangkutan.

Bungkusan juga dikenal pasti berdasarkan kategori. Penentuan kategori ini dibuat berdasarkan aras sinaran yang diukur di permukaan bungkusan dan di jarak 1 meter darinya. Terdapat 3 kategori bungkusan yang diperkenalkan oleh Peraturan Pengangkutan iaitu Kategori I-Putih, Kategori II-Kuning dan Kategori III-Kuning. Setiap kategori diberikan label pengangkutan khas yang perlu dilekatkan di dua permukaan bungkusan yang bertentangan.

2.11 HAD PARAS SINARAN DAN KONTAMINASI

Sebelum kerja pemindahan punca bahan radioaktif Cobalt-60 yang beraktifan 73.517 GBq dari HUKM Cheras ke Agensi Nuklear Malaysia diaturgerak saya, Mohd Ridwan dan Azlan telah menjalankan pengukuran paras sinaran dan cecair latarbelakang di tempat berkenaan dan di dapati bacaan 0.03-0.05 mR/jam dan 100-150 cpm. Kami juga mengukur paras kontaminasi bungkusan bahan radioaktif berkenaan dengan membuat calatan (smear) di atas kesemua permukaan bungkusan tersebut yang di dalamnya mengandungi bahan radioaktif Cobalt-60 dengan menggunakan kertas smear. Didapati keputusannya ialah 100-150 cpm ini menunjukkan tiada atau bebas dari kontaminasi berlaku ke atas bungkusan tersebut. Pengukuran ini penting kerana jika terdapat kontaminasi boleh menyebabkan dedahan luaran dan dalaman. Oleh itu bagi mengurangkan bahaya dari pembungkusan pengangkutan, aras kontaminasi yang terdapat pada permukaannya mestilah dihadkan. Bacaan pada permukaan bungkusan yang paling tinggi ialah 4.0 mR/jam dan bacaan pada jarak 1 meter dari punca ialah 0.45 mR/jam. Pengukuran indeks pengangkutan didapati pada jarak satu meter dari punca bahan radioaktif Cobalt-60 adalah bersamaan 0.45. Label sinaran bahan radioaktif kemudian dilekatkan pada bungkusan. Kategori pakej label 11-kuning dilekat pada bungkusan tersebut dan ditulis dos permukaan dan indeks pengangkutan (TI).



Rajah 2.0: Indeks pengangkutan

Kategori	Label	Had Sinaran Maksima		Indeks Pengangkutan (TI)
		Pada Permukaan	Pada Jarak 1 Meter	
Kategori I	Kategori I-Putih	0.005 mSv/jam	Tiada	Diabaikan
Kategori II	Kategori II-Kuning	0.5 mSv/jam	0.01 mSv/jam	Tidak melebihi 1.0
Kategori III	Kategori III-Kuning	2 mSv/jam	0.1 mSv/jam	Tidak melebihi 10
	Kategori III-Kuning di bawah penggunaan eksklusif	10 mSv/jam		Tiada had

Rajah 3.0: Kategori bungkusan

3.0 PENGANGKUTAN DI DALAM DAN DI LUAR PREMIS

Pergerakan bahan radioaktif boleh berlaku di dalam dan di luar premis. Oleh itu, apabila membincangkan tajuk mengenai keselamatan operasi pengangkutan, ia perlulah meliputi kedua-dua situasi tersebut. Pergerakan bahan radioaktif berlaku dengan lebih kerap di dalam premis berbanding di luar premis. Sebagai contoh, bahan radioaktif dipindahkan dari tempat simpanan ke tempat di mana ia akan digunakan atau ke kemudahan di mana ia akan dipasang. Di hospital dan institut penyelidikan nuklear, pergerakan tersebut berlaku dengan lebih nyata. Bagaimanapun, adalah penting diambil perhatian bahawa pergerakan bahan radioaktif di dalam premis ini adalah tidak termasuk di bawah peruntukan semasa Peraturan-Peraturan Perlindungan Sinaran (Pengangkutan) 1989 dan juga Peraturan Pengangkutan IAEA 1996. Satu kelebihan mengenai perpindahan atau pergerakan bahan radioaktif di dalam premis ialah prosedurnya boleh dibuat dengan lebih mudah kerana ia meliputi jarak yang dekat selain tidak melibatkan orang awam.

Pengangkutan bahan radioaktif di luar premis tetapi masih dalam Negara adalah tertakluk kepada garis panduan dan prosedur yang ditetapkan oleh Peraturan-Peraturan Perlindungan Sinaran (Pengangkutan) 1989. Peraturan pengangkutan tersebut mempunyai objektif, isi kandungan dan skop yang telah dirangka berdasarkan kepada dokumen rujukan yang diterbitkan oleh IAEA, iaitu:

- Peraturan Pengangkutan Bahan Radioaktif Safety Series No.6, 1986.
- IAEA Safety Standard Series, Requirements No. ST-1, 1996.

Oleh itu, untuk tujuan pengangkutan ini, adalah dikira memadai sekiranya prosedur yang diikuti dibuat hanya berdasarkan kepada satu peraturan sahaja iaitu Peraturan-Peraturan Perlindungan Sinaran (Pengangkutan) 1989 yang dikuatkuasakan oleh AELB



Rajah 4.0: Kerja-kerja menaikan bungkusan bahan radioaktif dan komponen-komponen peralatan yang berkenaan ke atas lori.



Rajah 5.0: Aras Sinaran maksimum bagi kontena/lori pengangkut.

Pada tarikh 3.3.2010 hingga 12.3.2010 kerja-kerja menanggal, mengasingkan komponen dilakukan dengan cermat oleh pekerja dari Syarikat Alatan Teknologi Sdn.Bhd yang di selia oleh Cik George Loh. Komponen-komponen mesin Theratron T 1000 telah diasingkan dan lekatkan dengan plastik filem nipis. Bahan radioaktif Cobalt-60 yang beraktifan 73.519 GBq telah di simpan di dalam bungkusan pengangkutan dengan diambil kira paras sinaran permukaan dan jarak 1 meter dari punca berkenaan. Keselamatan pekerja diambil berat. Konsep jarak, masa dan perisai dilaksanakan. Bermula jam 10.00 pagi pada tarikh 13.3.2010 kerja –kerja menaikkan komponen-komponen mesin Theratron T 1000 dan punca Cobalt-60 ke atas lori dijalankan hingga siap pada jam 12.00 tengah hari. Kerja-kerja ini telah diawasi oleh kami tiga orang dari KFK. Meterdos saku diambil bacaan di catatkan dan dibekalkan kepada pemandu lori pengangkut tersebut. Paras sinaran di sisi lori ialah 0.11 mSv/jam, 2 meter belakang lori ialah 0.05 mSv/jam dan di depan tempat pemandu ialah 0.01 mSv/jam. Oleh itu didapati kesemua bahagian yang diperiksa berada di bawah had paras sinaran yang dibenarkan. Sebelum lori pengangkut bertolak jam 12.10 pagi kami telah melekatkan label radioaktif, pengelasan bahan PPB (7 bahan radioaktif) di sisi lori sebelah kanan dan kiri. Syukur Alhamdulillah kerja pengangkutan bahan radioaktif Cobalt-60 berjaya sampai dan selesai di simpan di blok 33 wastec tambahan lebih kurang jam 1.30 petang.



Rajah 6.0: Punca Cobalt-60 dan komponen mesin theratron T 1000 disimpan sementara waktu

4.0 KESIMPULAN DAN CADANGAN

Pengangkutan adalah aspek yang penting dari keseluruhan amalan yang melibatkan penggunaan bahan radioaktif. Pengangkutan bahan radioaktif boleh dilakukan dalam keadaan selamat dengan jangkaan tahap bahaya yang minimum kepada pekerja dan orang awam dengan cara mematuhi semua panduan dan kehendak Peraturan-Peraturan Perlindungan Sinaran (Pengangkutan) 1989, Peraturan Pengangkutan IAEA. Jangkaan prestasi pengangkutan yang baik ini dapat dibuktikan dari rekod cemerlang dedahan yang amat rendah bagi pekerja dan orang awam yang ditunjukkan oleh industri pengangkutan hingga ke hari ini.

Kerjasama dari semua pihak dari Agensi Nuklear Malaysia dan Syarikat Alatan Teknologi, pemilihan jalan yang betul, hari yang bersesuaian, pemilihan lori pengangkutan yang sempurna, komunikasi yang baik dari semua pihak memudahkan kerja pengangkutan bahan radioaktif Cobalt-60 ini dari HUKM Cheras ke Agensi Nuklear Malaysia. Pengalaman tersebut memberi saya satu kenangan yang manis yang tidak mungkin dilupakan dan ianya memberi pengetahuan yang amat berguna kepada saya. Hanya satu yang saya harapkan, agar mesin teleterapi model Theratron T 1000 dengan punca Cobalt-60 beraktifan 73.519 GBq mampu digunakan lagi di Agensi Nuklear Malaysia. Jika sebaliknya berlaku, ini amat merugikan, perancangan yang teliti perlu diambil, jangan jadi seperti pepatah Melayu hangat-hangat tahi ayam sahaja. Ingatlah **“TIDAK SEMUA YANG LAMA TIDAK BERGUNA LAGI”**. Berdasarkan pengalaman ini, saya rasa amat berbangga kerana dapat

menghasilkan kertas kerja ini disamping dapat berkongsi pengetahuan dengan semua warga Agensi Nuklear Malaysia.

5.0 PENGHARGAAN

Sekalung budi dan penghargaan yang tidak terhingga ditujukan khas buat isteri tersayang Puan Norzila Bte Minhat. Rakan sekerja En.Mohd Noor Rizwan Brahim dan En.Noor Azlan Tumiran serta En.Khairuddin Mohammad Kontol Pengurus KFK. Serta buat semua yang terlibat dalam kerja pengangkutan bahan radioaktif punca Cobalt-60 ini.

6.0 RUJUKAN

Abd Khalik bin Hj.Wood, (2002), Perlindungan Sinaran, 175-199.