

**TAHAP KESEDARAN KESELAMATAN TERHADAP HAZARD
TENORM (TECHNOLOGICALLY ENHANCED NATURALLY
OCCURRING RADIOACTIVE MATERIAL) DI KALANGAN PEKERJA
DI SALAH SEBUAH SYARIKAT MINYAK DAN GAS DI TERENGGANU**

Mohd Khairul Md Isa¹ & Nadzirah Md Yusop²

¹Universiti Kebangsaan Malaysia

²Kolej Universiti Islam Melaka

Abstrak

Petronas Carigali Sendirian Berhad (PCSB) adalah syarikat minyak dan gas terkemuka negara yang memiliki banyak fasiliti minyak dan gas bagi tujuan eksplorasi, penghasilan dan pemprosesan minyak dan gas mentah di negara dan luar negara. Kebelakangan ini tahap kontaminasi TENORM semakin meningkat di beberapa fasiliti minyak dan gas di PCSB. Satu kajian dilakukan di syarikat ini untuk mengukur tahap kesedaran keselamatan terhadap hazard TENORM di kalangan pekerja fasiliti minyak dan gas mereka. Begitu juga dengan latihan kesedaran yang diberikan, kajian ini juga dijalankan dengan tujuan mengenal pasti tahap kesedaran keselamatan terhadap hazard TENORM berdasarkan latihan yang telah diberikan kepada pekerja. Perbandingan tahap kesedaran dan pengetahuan keselamatan hazard TENORM mengikut kumpulan latar belakang demografi kakitangan dinilai melalui hasil kajian ini. Soal selidik telah diedarkan secara rawak kepada 104 pekerja minyak dan gas di fasiliti minyak dan gas PCSB. Hasil kajian menunjukkan tahap kesedaran keselamatan terhadap hazard TENORM dalam kalangan pekerja minyak dan gas di PCSB adalah masih dalam tahap sederhana. Kesedaran keselamatan terhadap hazard TENORM dalam pekerja industri minyak dan gas PCSB boleh ditingkatkan lagi dengan latihan yang berterusan. Namun latihan kesedaran ini hendaklah dipantau dan diberikan secara menyeluruh samada kepada kakitangan PCSB sendiri ataupun dari syarikat kontraktor PCSB.

Kata kunci: *TENORM, minyak dan gas, kesedaran keselamatan*

SECURITY AWARENESS LEVEL OF TENORM (TECHNOLOGICALLY ENHANCED NATURALLY OCCURRING RADIOACTIVE MATERIAL) HAZARD AMONGS EMPLOYEES IN ONE OF OIL AND GAS COMPANY IN TERENGGANU

Mohd Khairul Md Isa¹ & Nadzirah Md Yusop²

¹Universiti Kebangsaan Malaysia

²Kolej Universiti Islam Melaka

Abstract

Petronas Carigali Sdn Bhd (PCSB) is a leading oil and gas companies of countries which have a lot of facilities for oil and gas exploration, production and processing of crude oil and gas in the country and abroad. In recent years, the level of contamination on TENORM is rising in some oil and gas facilities in the PCSB. A study carried out in this company to measure the level of hazard TENORM safety awareness among workers of their oil and gas facilities. In addition, this study was carried out with the purpose of identifying the level of safety awareness towards TENORM hazard based on the training given to employees. The findings of this study were used to compare the level of knowledge and safety awareness towards TENORM hazard according to various demographic groups of employees. Questionnaires were distributed randomly to 104 oil and gas workers in the oil and gas facilities PCSB. The results showed the level of hazard TENORM safety awareness among workers of oil and gas in the PCSB is still in a moderate level. Safety awareness against hazard TENORM in the oil and gas industry workers PCSB may be enhanced by training that is thoroughly monitored by PCSB own staff or from PCSB contractor company.

Keywords: *TENORM, oil and gas, safety awareness*

1.0 PENGENALAN

Malaysia mempunyai beberapa platform luar pesisir dan kemudahan di darat untuk pengeluaran minyak dan gas. Pengeluaran minyak dan gas telah menjadi tulang belakang pertumbuhan Malaysia sejak minyak mula ditemui pada tahun 1910 di Miri, Sarawak.

Institut Petroleum Amerika, API (2000) melaporkan setiap tahun industri petroleum menjana kira-kira 150,000 meter padu sisa buangan termasuk air lebihan operasi, kerak, enap cemar dan peralatan yang tercemar. Selain sisa tersebut, telaga minyak dan gas tempatan juga dilaporkan menghasilkan sisa 'TENORM' (Technologically Enhanced Naturally Occuring Radioactive Material).

Di dalam industri minyak dan gas, sisa TENORM kebanyakannya dihasilkan daripada enap cemar minyak dan kerak dari telaga pengeluaran minyak dan proses penapisan minyak. Radionuklid yang paling dominan dalam enap cemar minyak ialah radium-226 manakala peratusan uranium dan thorium adalah sangat kecil berbanding mineral lain seperti 'ilmenite', 'zircon' dan lain-lain. (Abdul Khalik 2006).

Ciri-ciri utama sisa TENORM adalah kehadiran radionuklid alpha yang mempunyai jangka hidup yang panjang dalam jumlah yang sangat besar berbanding dengan jenis sisa radioaktif yang lain. Pengurusan sisa TENORM merupakan antara satu masalah besar di dalam pengurusan sisa radioaktif di Malaysia (Abdul Aziz et al. 2008). Jika sisa TENORM tidak diuruskan dengan baik, ini boleh menjadi sumber utama pendedahan radiasi kepada pekerja industri minyak dan gas.

Di Malaysia, Akta Perlesenan Tenaga Atom 1984 (Akta 304) telah menyediakan peraturan-peraturan dan kawalan tenaga atom dan untuk semua aktiviti yang berkaitan dengannya. Objektif utama akta ini adalah untuk memastikan keselamatan pekerja sinaran, orang awam dan alam sekitar daripada bahaya radiasi akibat daripada aktiviti-aktiviti yang berkaitan dengan tenaga atom. Di Malaysia, badan yang mengawal selia aktiviti-aktiviti tersebut adalah Lembaga Perlesenan Tenaga Atom (LPTA).

Di bawah akta undang-undang, pengurusan atau pelupusan sisa radioaktif diperkatakan secara khusus di bawah Seksyen 26-31 Akta Perlesenan Tenaga Atom 1984 (atau Akta 304), yang memberi kuasa kepada LPTA untuk memastikan bahawa pengguna mendapatkan lesen yang sesuai untuk aktiviti-aktiviti yang berkaitan dengan sisa radioaktif dan mengambil tindakan yang sewajarnya untuk membetulkan keadaan yang tidak selamat.

2.0 KAJIAN KESUSASTERAAN

2.1 Undang-Undang

LPTA (1984) menyatakan dalam Seksyen 12 (1) b, “Tanpa menjejaskan kehendak mana-mana undang-undang lain, tiada seorang pun boleh berniaga, memiliki atau melupuskan apa-apa bahan radioaktif, bahan nuklear, yang ditetapkan bahan atau radas penyinaran itu, melainkan jika dia adalah pemegang suatu lesen yang sah yang dikeluarkan di bawah seksyen 16 (5) oleh Lembaga Perlesenan Tenaga Atom” dan juga berhubung dengan pengumpulan, pelupusan atau pengangkutan radioaktif sisa Seksyen 26 (1), 27 (1) dan 30 (1), Akta masing-masing menyebut, “Tiada seorang pun boleh melupuskan atau menyebabkan dilupus, apa-apa sisa radioaktif tanpa kebenaran bertulis terlebih dahulu daripada pihak berkuasa yang berkenaan”. “Tiada seorang atau mana-mana premis pun boleh mengumpul atau menyebabkan terkumpulnya apa-apa sisa radioaktif tanpa mendapat kebenaran bertulis terlebih dahulu daripada pihak berkuasa yang berkenaan”. “Tiada seorang pun boleh mengangkut apa-apa sisa radioaktif tanpa mendapat kebenaran bertulis terlebih dahulu daripada pihak berkuasa yang berkenaan”. Merujuk apa yang telah dinyatakan di dalam undang undang Akta 304, setiap premis harus bertanggungjawab terhadap bahan radioaktif yang dimiliki atau dihasilkan. Setiap apa yang dinyatakan di dalam Akta 304 merujuk juga kepada bahan radioaktif semulajadi NORM dan TENORM .

LPTA (1996) menyatakan dalam (BSS, 1988) sub undang undang 23 (1) menyatakan bahawa operator atau syarikat minyak dan gas perlu melantik seorang Pegawai Perlindungan Sinaran atau sub undang undang 23 (2) menyatakan keperluan untuk melantik perunding yang disahkan oleh LPTA untuk menjalankan aktiviti pemantauan dan perundingan terhadap risiko bahaya bahan radiologi di premis berkenaan.

LPTA (2009) menyatakan satu tatacara kod amalan untuk fasiliti minyak dan gas berkaitan dengan TENORM telah dibentuk ke arah mencapai tujuan utama mengurangkan risiko radiologi kepada pekerja, orang awam dan alam sekitar. Ini dilakukan dengan menetapkan had dos, biasanya pada setiap tahun bagi pekerja-pekerja dan orang ramai yang memastikan bahawa semua pendedahan kepada sinaran mengion harus dipertimbangkan dahulu. Semua kerja perlu dirancang dan dipantau supaya pendedahan terhadap sinaran yang berlaku dapat dikurangkan kepada serendah yang mungkin.

2.2 TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material)

Abdul Khalik (2006) menyatakan di dalam bukunya punca sinaran mengion boleh berpunca dari punca semulajadi dan buatan manusia. Di antaranya adalah punca semulajadi radiasi mengion yang datangnya dari radiasi kosmik dan bahan radioaktif bersifat semulajadi (Naturally Occurring Radioactive Material - NORM). Bahan radioaktif semulajadi pada asasnya merujuk kepada radionuklid asal yang wujud bersama semasa penciptaan bumi dan mempunyai separuh hayat yang sangat panjang. Bahan radioaktif semulajadi juga dikenali sebagai radionuklid daratan. Ianya dipanggil sebegini atas sebab bahan radioaktif semulajadi ini dijumpai di dalam tanah, atmosfera dan biosfera. Bahan radioaktif semulajadi ini kemudiannya ditingkatkan atau diproses melalui proses teknologi dan kemudiannya dipanggil dengan nama TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material). Unjuran daripada proses teknologi ini tadi, di Malaysia juga terdapat banyak aktiviti yang melibatkan pemprosesan bahan yang mempunyai NORM. Secara amnya dua aktiviti primer yang menghasilkan TENORM, iaitu industri yang melibatkan minyak dan gas dan industri yang melibatkan pemprosesan mineral.

LPTA (2009) merujuk makna TENORM kepada bahan yang mana kepekatan aktiviti radionuklid semulajadi telah dipertingkatkan oleh teknologi dari keadaan asal atau semulajadi. TENORM akan terhasil sebagai bahan buangan sampingan dalam operasi minyak dan gas.

Bahan-bahan dalam bentuk yang asli seperti tanah, tanah liat, bijih, mineral, fosfat dan batu granit mengandungi radionuklid uranium dan siri torium dalam keseimbangan skular TENORM. Secara realitinya, adalah amat sukar untuk mencapai keseimbangan mutlak kerana radionuklid tertentu, Sebagai contoh, radon boleh dengan mudah melarikan diri dari sumber. Dalam keadaan keseimbangan sekular, setiap radionuklid dalam siri masing-masing mempunyai aktiviti yang serupa. Oleh itu, ukuran satu-satunya radionuklid adalah perlu untuk anggaran jumlah kepekatan aktiviti siri radionuklid. Sisihan dalam keadaan keseimbangan biasanya berlaku apabila terdapat pengasingan kimia. Ini akan bergantung kepada proses kimia yang diguna pakai dan sifat kimia unsur-unsur yang berkaitan. Dalam pemprosesan kimia monarzit untuk mendapatkan unsur-unsur nadir bumi sebagai contoh, Radium berkumpul di dalam kek plumbum manakala uranium dan thorium adalah dipisahkan kepada kek sisa toria. Dalam kes ini pada peringkat awal perpisahan, U-238, U-235, U-234, Th-234, Th-232, Th-230 dan Th-228 dijangka berkumpul di dalam kek toria manakala Ra-228, Ra-226, Ra-224, Pb-212 dan Pb-210 berkumpul dalam kek plumbum. Oleh kerana pemisahan, radionuklid yang mempunyai separuh hayat yang lama akan membentuk sub-siri pereputan radioaktif sendiri. Sebagai contoh, Ra-226 yang dipisahkan dalam skala minyak boleh membentuk sub-siri pereputan radioaktif

bebas daripada induknya, U-238. Dalam pemisahan yang melibatkan fizikal proses seperti di kilang amang, keadaan keseimbangan bagi uranium dan thorium siri dijangka tidak akan diganggu (Abdul Aziz et al. 2006).

2.3 TENORM Dalam Industri Minyak dan Gas

Abdul Khalik (2006) menyatakan dalam industri minyak dan gas, enapan dan kerak dari proses pengekstrakan mengandungi Ra²²⁶ dan Ra²²⁸ yang mana kedua-duanya sangat larut dalam air melebihi dari keluarga isotop uranium dan thorium yang lain. Secara kimianya, radium adalah sangat serupa dengan barium dan kalsium (enapan dan kerak pada asalnya mengandungi kalsium sulfur, barium sulfur dan kalsium karbonat). Enapan minyak dihasilkan semasa aktiviti pembersihan tangki penyimpanan minyak dan gas di loji penapisan dan juga semasa aktiviti pembersihan tangki kapal pengangkut minyak mentah. Kerak TENORM juga terbentuk dalam ruang bahagian dalam paip penyalur minyak dan gas. Semasa aktiviti pembersihan paip ini, kerak ini juga boleh dijumpai. Jadual 2.1 menunjukkan jumlah purata radionuklid dalam enapan minyak dan gas di Malaysia, hasil kajian (Abdul Khalik 2006).

Jadual 2.1 Jumlah purata radionuklid dalam enapan dan kerak minyak dan gas

Radionuklid	Kepekatan, Bq/g (Pci/g)
Ra226	13.3 (360)
Pb210	13.3 (360)
Po210	13.3 (360)
Ra228	4.44 (120)
Th228	4.44 (120)

Sumber: Abdul Khalik (2006)

API (2000) menyatakan kehadiran bahan radioaktif yang berlaku secara semulajadi (NORM) telah diketahui sejak tahun 1930-an dalam perigi takungan minyak dan gas dan dalam fasiliti pemprosesan minyak. Kerak minyak membawa kepada masalah sisa NORM yang terhasil, sama ada apabila peralatan pengeluaran dibawa ke darat untuk pembersihan dan pengendalian semasa proses penanggalan fasiliti minyak.

Selain itu Attallah et al. (2012) mengatakan bahawa kerak TENORM kemungkinan terhasil dalam paip penghasilan di lapangan minyak dan mungkin diperkatkan oleh bahan radioaktif dalam kuantiti yang boleh diambil kira dan berpotensi untuk terdedah kepada manusia dalam dos relatif radioaktiviti yang tinggi. Tambahan lagi IAEA (1994) melaporkan kepekatan aktiviti Ra²²⁶ dalam TENORM boleh menjadi semakin tinggi lebih dari nilai yang dibenarkan oleh IAEA.

Mengikut apa yang dinyatakan di dalam (LPTA 2009), semasa pengeluaran minyak dan gas, air lebihan proses akan dibawa ke permukaan. Dalam banyak kes air lebihan proses dipisahkan dari minyak dan gas dan dilepaskan daripada kemudahan pemprosesan bersama sama bahan radioaktif terlarut yang tinggal dalam larutan tersebut. Ini yang dipanggil sebagai air pengeluaran dari operasi yang dihasilkan. Di bawah keadaan tertentu, keadaan dalam takungan perigi bawah tanah atau fasiliti pemprosesan akan menggunakan suntikan air untuk meningkatkan tekanan takungan bawah tanah atau mengekalkan pengeluaran, ini membawa kepada situasi di mana sesetengah bahan dilarutkan dari cecair dan membentuk kerak yang mengandungi radium, sulfat dan karbonat dalam paip perigi minyak, sistem paip, saluran, injap dan fasiliti pengasingan air. Dalam keadaan lain, bahan pepejal daripada takungan, seperti pasir yang telah terhakis dari batu-batu naik ke permukaan beserta dengan minyak dan ianya disimpan sebagai enapcemar di dalam tangki semasa proses pemisahan. Ini sekali lagi boleh menyebabkan pencemaran radioaktif daripada enapcemar ke fasiliti penghasilan minyak. Sesetengah enapcemar yang mengandungi bahan radioaktif dibawa ke hiliran ke loji penapisan dan dijumpai semasa aktiviti pembersihan tangki. Kuantiti kecil enapcemar yang mengandungi bahan radioaktif juga boleh terhasil di kilang pemprosesan gas.

3.0 KAEDAH KAJIAN

3.1 Latar Belakang Syarikat Minyak dan Gas yang Dipilih sebagai Tempat Kajian

Petronas Carigali Sdn. Bhd. (PCSB) adalah syarikat minyak dan gas yang telah ditubuhkan pada 17 Ogos 1974. Dimiliki oleh kerajaan Malaysia sepenuhnya, syarikat ini telah mendapat hak keseluruhan terhadap sumber-sumber minyak dan gas di Malaysia dan diamanahkan dengan tanggungjawab membangunkan dan menambah nilai kepada sumber-sumber tersebut. Fortune Global 500 telah meletakkan syarikat ini sebagai sebuah syarikat ke-95 terbesar di dunia pada tahun 2008 dan ke-80 terbesar pada tahun 2009. Syarikat ini memiliki lebih 320 pelantar minyak di seluruh Malaysia.

3.2 Borang Soal Selidik

Satu set soal selidik diri telah disediakan untuk tujuan penyelidikan. Dalam mereka bentuk soal selidik untuk kajian ini, soal selidik yang digunakan dalam kajian lepas telah dikaji semula dan digunakan sebagai panduan. Soal selidik yang telah dilakukan oleh Yunus et al. (2015) di Malaysia yang bertajuk “Penilaian Kesedaran Keselamatan dalam kalangan Jururawat Perubatan Nuklear”, telah diadaptasi dan diubah suai untuk menepati keperluan soalan kesedaran keselamatan TENORM. Soalan yang berkaitan telah diterima pakai namun terdapat juga beberapa soalan yang diubahsuai untuk kajian ini. Soalan baru yang relevan untuk kajian ini juga telah direka dan diambil dari buku panduan perlindungan sinaran mengikut kesesuaian pekerja minyak dan gas. Soal selidik telah dibahagikan kepada dua bahagian:

- a. Bahagian pertama adalah berkaitan dengan latar belakang responden dan status kehadiran latihan kesedaran keselamatan TENORM. Soal selidik latar belakang dan status latihan adalah seperti jadual di bawah:

Jadual 3.1: Nombor soalan dan latar belakang.

No Soalan	Latar Belakang
1	Umur
2	Jantina
3	Tahap pendidikan
4	Tempoh pengalaman
5	Taraf perkhidmatan

No. Soalan	Latihan kesedaran dan keselamatan TENORM
6	Status kehadiran latihan kesedaran keselamatan TENORM.

- b. Bahagian dua soal selidik pula mengandungi 15 soalan ringkas yang perlu dijawab oleh responden untuk menguji sejauh mana tahap kesedaran dan pengetahuan keselamatan TENORM. Kesemua soalan dibahagikan kepada dua bahagian iaitu 5 soalan adalah berkisar tentang pengetahuan asas TENORM dan 10 soalan lagi berkisar tentang pengetahuan asas keselamatan TENORM. Data daripada bahagian dua kaji selidik ini juga digunakan untuk mengira sejauh manakah keberkesanan latihan yang telah dihadiri oleh responden. Sebagai tambahan nilai peratusan jawapan yang betul dari soalan yang dijawab oleh responden digunakan untuk mengira nilai keberkesanan latihan yang dihadiri.

3.3 Kaedah Perolehan Data

3.3.1 Borang Kaji Selidik

Soal selidik kajian telah diedarkan secara peribadi kepada pekerja. Keseluruhannya 104 soal selidik telah diedarkan. Soal selidik mempunyai arahan penjelasan-sendiri dan pekerja telah diminta untuk mengembalikan soal selidik kepada penyelidik selepas menjawab semua soalan pada masa tersebut. Jumlah pekerja minyak dan gas yang bekerja di pelantar dan terminal minyak dan gas PCSB di Terengganu pada masa tersebut adalah seramai 140 orang. Berdasarkan rujukan dan jadual di bawah, saiz sampel seramai 104 adalah mencukupi untuk populasi seramai 140 orang.

Dalam kajian ini, borang kaji selidik digunakan untuk menilai tahap kesedaran keselamatan terhadap hazard TENORM di kalangan pekerja minyak dan gas PCSB. Sebanyak 130 borang kaji selidik telah diedarkan kepada pekerja minyak dan gas yang bekerja di pelantar dan terminal minyak dan gas PCSB. Kaji selidik diedarkan sepanjang bulan Jun 2016. Namun hanya 104 borang sahaja yang telah lengkap diisi dipulangkan.

Kesemua pekerja minyak dan gas PCSB yang terlibat dalam soal selidik memberikan kerjasama yang baik dalam proses pengumpulan data. Borang kaji selidik diedar terus kepada pekerja di pelantar dan terminal minyak dan gas PCSB. Namun begitu ada juga borang kaji selidik yang diedar melalui bantuan pegawai keselamatan dan kesihatan fasiliti PCSB. Kebanyakan borang soal selidik yang tidak diedarkan sendiri oleh pengkaji, peratusan borang soal selidik yang dipulangkan kembali adalah sangat sedikit. Oleh yang demikian, analisis kajian ini adalah berdasarkan maklumat-maklumat yang diperolehi melalui 104 borang kajiselidik yang diterima kembali.

3.4 Kaedah Analisis

“PASW Statistik 18 Release 18.0.0” digunakan untuk menganalisis data kajian. Kaedah analisis deskriptif menggunakan frekuensi dan peratusan digunakan untuk mentafsir latar belakang responden dan kaedah penjadualan silang (crosstab analysis) digunakan untuk menganalisa jawapan responden terhadap kajian tahap kesedaran keselamatan TENORM berdasarkan latar belakang responden dan status kehadiran latihan.

Untuk kajian ini tahap kesedaran dinilai berpandukan gred dari kajian lepas (Suliman Salih et al. 2014). Nilai gred adalah berdasarkan peratus skor jawapan responden seperti dalam jadual 3.2.

Jadual 3.2: Nilai gred untuk peratusan jawapan betul

Peratus %	Nilai Gred
> 75	Baik
≥ 50 hingga ≤ 75	Sederhana
< 50	Rendah

Sumber: (Suliman Salih et al. 2014)

4.0 HASIL KAJIAN DAN PERBINCANGAN

4.1 Tahap Kesedaran Keselamatan Terhadap Hazard TENORM

Tahap kesedaran keselamatan TENORM dinilai melalui skor peratusan menjawab responden dari soalan kaji selidik. Skor peratusan menjawab responden dinilai dan digredkan mengikut seperti jadual 3.2 untuk mengetahui tahap kesedaran keselamatan terhadap hazard TENORM responden.

4.1.1 Tahap Pengetahuan Asas TENORM

Terdapat 5 soalan utama di dalam set soalan soal selidik untuk mengkaji sejauh manakah tahap pengetahuan asas TENORM di kalangan responden. Soalan soalan ini mempunyai jawapan aneka pilihan. Set soalan kaji selidik berserta jawapan aneka pilihan turut dilampirkan bersama sama di akhir kajian ini. Soalan pengetahuan asas TENORM adalah disusun secara berturutan di mana set soalan ini bermula dari soalan 1 hingga soalan 5. Soalan – soalan berkaitan adalah seperti yang ditunjukkan di dalam jadual 4.1.

Sebanyak 3 soalan di dalam tahap pengetahuan asas TENORM memberikan peratusan skor jawapan yang betul mengikut nilai 50% - 75% iaitu soalan 1, soalan 2, soalan 3 dan soalan 4. Manakala hanya 1 soalan sahaja yang memberikan peratusan skor menjawab paling tinggi melebihi 75% adalah dari soalan 5 yang berkaitan dengan soalan alat yang digunakan untuk mengukur paras dos TENORM.

Walaubagaimana pun hasil dari kajian statistik setiap soalan terutamanya pada soalan 1 menunjukkan tahap pengetahuan asas yang menghampiri tahap rendah di mana peratusan menjawab dengan betul hanya 53.8% . Soalan 1 adalah mengenai kata singkatan bagi TENORM di mana menunjukkan hanya separuh dari jumlah responden mengetahui taktifan kata singkatan untuk TENORM.

Ini sangat membimbangkan kerana masih ada responden yang tidak mengetahui takrifan sebenar kata singkatan untuk TENORM. Responden yang berisiko terdedah kepada hazard sinaran sepatutnya mempunyai pengetahuan yang tinggi terhadap asas pengetahuan radiasi dan ini dapat meningkatkan tahap kesedaran keselamatan radiasi. Ini disokong berdasarkan satu kajian yang dilakukan oleh (Singh et al .2008) terhadap pengamal perubatan, beliau mendapati tahap kesedaran keselamatan dalam hazard sinaran meningkat dengan bertambahnya pengetahuan asas tentang hazard sinaran.

Analisis statistik menunjukkan skor peratusan responden yang menjawab dengan betul untuk semua soalan adalah sebanyak 68.1%. Yang mana ini menunjukkan tahap pengetahuan asas TENORM responden adalah sederhana.

Jadual 4.1: Skor soalan pengetahuan asas TENORM

Senarai Soalan	Bil Responden (N)	Peratus (%)
S1. Kata singkatan TENORM merujuk kepada _____.	56	53.8
S2. Punca TENORM adalah dari.	69	66.3
S3. Yang manakah di antara berikut adalah hazard TENORM?.	71	68.3
S4. Apakah had dos tahunan radiasi TENORM untuk seluruh badan untuk orang awam?.	70	67.3
S5. Apakah alat yang boleh mengukur paras dos TENORM?.	88	84.6
Purata Markah:		68.1

4.1.2 Tahap pengetahuan asas keselamatan terhadap hazard TENORM

Sebanyak 10 soalan disediakan untuk mengetahui tahap pengetahuan asas keselamatan TENORM di mana set soalan ini mengandungi soalan soalan asas prinsip dan kaedah perlindungan terhadap hazard TENORM. Soalan soalan ini mempunyai jawapan aneka pilihan.. Set soalan kaji selidik berserta jawapan aneka pilihan turut dilampirkan bersama sama di akhir kajian ini. Soalan berkaitan asas keselamatan TENORM ini disusun secara berturutan dari soalan 6 hingga soalan 15 untuk menguji sejauh mana kesedaran responden terhadap prinsip dan kaedah perlindungan kepada hazard TENORM . Merujuk kepada jadual 4.2 sebanyak 7 soalan mendapat peratusan menjawab dengan betul lebih dari 50% - 75% iaitu soalan 6, 8, 9, 11, 12, 13 dan 14. Manakala selebihnya adalah sebanyak 3 soalan mendapat peratusan menjawab dengan betul lebih tinggi melebihi 75% iaitu soalan 7 dan soalan 10. Soalan yang mendapat skor paling rendah adalah dari soalan 6 iaitu sebanyak 60.6%.

Soalan 7 adalah mengenai kaedah untuk mengurangkan pendedahan radiasi menggunakan konsep masa. Manakala soalan 5 adalah mengenai kaedah untuk mengurangkan pendedahan radiasi menggunakan konsep jarak. Kedua dua soalan ini digunakan untuk mengukur pengetahuan responden tentang prinsip asas perlindungan sinaran. Daripada keputusan statistik ini menunjukkan responden sangat peka terhadap kaedah perlindungan keselamatan menggunakan prinsip asas keselamatan sinaran TENORM. Menurut Yurt et. al (2014) beliau berpendapat bahawa individu yang mempunyai risiko tinggi terdedah kepada bahaya radiasi patut mempunyai pengetahuan yang tinggi terhadap prinsip asas perlindungan radiasi untuk melindungi diri mereka dari risiko sinaran mengion.

Secara keseluruhannya tahap kesedaran keselamatan terhadap hazard TENORM dalam kalangan responden di PCSB adalah sederhana di mana secara statistiknya jumlah keseluruhan peratusan menjawab dengan betul adalah sebanyak 72.4%.

Jadual 4.2: Skor soalan asas keselamatan TENORM

Senarai Soalan	Bil Responden (N)	Peratus (%)
S6. Yang manakah di antara berikut merupakan prinsip asas keselamatan sinaran TENORM.	63	60.6
S7. Pekerja industri minyak dan gas harus _____ jumlah masa dengan punca TENORM untuk mengurangkan pendedahan radiasi.	98	94.2
S8. Semakin bertambah jarak di antara pekerja minyak dan gas dengan sumber TENORM pendedahan pekerja terhadap radiasi adalah semakin _____.	77	74.0
S9. Perisai antara sumber pemancar sinaran TENORM dan pekerja minyak dan gas menyebabkan pendedahan radiasi semakin _____.	79	76.0
S10. Dos sinaran boleh dikurangkan dengan _____ jarak	85	81.7
S11. Pekerja industri minyak dan gas boleh terdedah kepada hazard TENORM melalui?	64	61.5
S12. Yang manakah di antara sinaran berikut dipancarkan oleh TENORM?.	68	65.4
S13. Kesan jangka masa panjang pendedahan TENORM kepada kesihatan manusia Adalah _____.	74	71.2
S14. Yang manakah di antara berikut merupakan perkara yang paling penting dari segi keselamatan radiasi TENORM:	70	67.3

S15. Yang manakah di antara alatan keselamatan berikut paling penting dalam pengendalian habuk tercemar TENORM.	75	72.1
Purata Markah:		72.4%

4.1.3 Gabungan tahap pengetahuan asas TENORM dan tahap asas keselamatan TENORM untuk menilai tahap kesedaran keselamatan responden terhadap hazard TENORM

Jadual 4.3 di bawah menunjukkan purata keseluruhan jawapan berdasarkan soalan 1 hingga 5. Set soalan kaji selidik mengandungi soalan pengetahuan asas TENORM (soalan 1 – 5) dan soalan asas keselamatan TENORM (soalan 6 – 15).

Jadual 4.3: Purata skor jawapan bagi semua soalan

Set Soalan	Purata Jawapan Responden	
	Skor Jawapan Betul	
	Frekuensi	Peratus
Soalan 1	56	53.8
Soalan 2	69	66.3
Soalan 3	71	68.3
Soalan 4	70	67.3
Soalan 5	88	84.6
Soalan 6	63	60.6
Soalan 7	98	94.2
Soalan 8	77	74
Soalan 9	79	76
Soalan 10	85	81.7
Soalan 11	64	61.5
Soalan 12	68	65.4
Soalan 13	74	71.2
Soalan 14	70	67.3
Soalan 15	75	72.1
Purata	73.8	71.0

Berdasarkan jadual di atas set soalan asas pengetahuan TENORM dan soalan asas keselamatan TENORM digabungkan bersama untuk mengetahui keseluruhan tahap kesedaran keselamatan TENORM di kalangan pekerja minyak dan gas syarikat PCSB. Purata keseluruhan peratus skor jawapan betul untuk semua soalan adalah sebanyak 71%. Ini menunjukkan bahawa tahap keseluruhan kesedaran keselamatan terhadap hazard TENORM dalam kalangan pekerja syarikat PCSB di tahap sederhana.

5.0 KESIMPULAN

Hasil dari kajian ini menunjukkan tahap kesedaran keselamatan terhadap hazard TENORM di kalangan pekerja minyak dan gas di PCSB adalah pada tahap sederhana.

Namun begitu setiap tahap kesedaran di kalangan pekerja PCSB telah dipecahkan kepada 5 kumpulan latar belakang demografi. Dari kumpulan demografi ini tahap kesedaran keselamatan terhadap hazard TENORM tertinggi dinyatakan. Kesimpulan kepada pecahan tahap tertinggi tahap kesedaran dan keselamatan terhadap hazard TENORM adalah seperti jadual 5.1 di bawah:

Jadual 5.1: Tahap kesedaran keselamatan TENORM paling tinggi mengikut latar belakang

	Latar Belakang	Tahap Kesedaran
1. Umur	Umur 20 – 30 Tahun	Sederhana
2. Jantina	Lelaki	Sederhana
3. Tahap pendidikan	Sijil / Diploma	Sederhana
4. Pengalaman bekerja	1-5 Tahun pengalaman	Sederhana
5. Taraf perkhidmatan	Kakitangan PCSB	Baik

Respon yang didapati dari soalan soal selidik menunjukkan PCSB ada menyediakan program latihan kesedaran keselamatan TENORM kepada para pekerja minyak dan gas mereka. Latihan yang diberikan sangat berkesan kerana responden yang pernah menghadiri latihan dapat menjawab 77% purata markah dari keseluruhan soalan berbanding responden yang tidak menghadiri latihan iaitu

yang hanya mampu menjawab sebanyak 56% purata markah. Hampir separuh dari jumlah responden yang tidak menghadiri latihan kesedaran keselamatan TENORM tidak dapat menjawab soalan dengan baik.

Jadual 5.2: Tahap kesedaran keselamatan TENORM mengikut status latihan

Status latihan kesedaran	Tahap Kesedaran
1. Responden menghadiri latihan	Baik
2. Responden tidak menghadiri latihan	Sederhana

RUJUKAN

- Abo-Elmagd M., H. A Soliman, Kh.A Soliman & N.M El-Masry. 2010. Radiological hazards of TENORM in the wasted petroleum pipes. *Journal of Environmental Radioactivity* 101: 51-54.
- Abdul Khalik Hj. Wood. 2006. *Handbook of Radiation*. Cetakan Pertama 2006. Bangi: Agensi Nuklear Malaysia.
- Abdul Aziz Mhd. Ramli. 2008. *Radiation Safety*. Third Edition. Bangi: Agensi Nuklear Malaysia.
- Anuar, I., Zahedi F., Kadir, A., & Mokhtar AB. 2009. Tahap pengetahuan keselamatan dan kesihatan pekerjaan di kalangan pekerja di makmal perubatan di Lembah Klang. *Journal of Community Health* 15: 35-42.
- API (American Petroleum Institute). 2008. Overview of exploration and production waste volumes and waste management practices in the United States. *Production Waste Survey, Statistical Analysis and Survey Results*.
- Attallah, M.F., Awwad, N.S., & Aly, H.F. 2012. Environmental radioactivity of TENORM waste produced from petroleum industry in Egypt: review on characterization and treatment. In: *Natural Gas e Extraction to End Use*. Published by In Tech, Croatia.

- Durrishah Idrus, Hamidah Ab. Rahman (K), Hapriza Ashari, Fadilah Zaini, Rossilah Jamli & Syahariza Noorizwan Muktar. 2007. Kajian kesedaran staf UTM terhadap keselamatan dan kesihatan di tempat kerja. *Jurnal Teknologi*, 47: 15-31.
- Hwang SA, Gomez MI, Stark AD, St John TL, Pantea CI, Hallman EM, May JJ, Scofield SM. 2006. Safety Awareness Among New York Farmer, *AM J Ind Med*. 38(1): 71-81.
- Hu, S.C., Lee, C.C., Shiao, J.S.C & Guo, Y.L. 1998. Employer awareness and compliance with occupational health and safety regulations in Taiwan. *Occupational Medicine*. 48(1): 17-22.
- IAEA. 2001. International Atomic Energy Agency, *Report of Analysis on Determination of Thorium and Uranium Naturally Occurring Radioisotopes in IAEA Reference Materials*. IAEA laboratories (Chemistry Unit-01e10). Seibersdorf Austria: International Atomic Energy.
- Kiguli-Malwadde E. , P. Ddungu Matovu, M.G Kawooy & R.K Byanyim. 2006. Radiation safety awareness among radiation workers and clinetele at Mulago Hospital, Kampala, Uganda. East and Central African. *Journal of Surgery* Volume 11: Number 1
- Malaysia. 1984. *Akta Perlesenan Tenaga Atom Malaysia*. (Akta 304). Lembaga Perlesenan Tenaga Atom (LPTA) Malaysia.
- Malaysia. 1996. LEM/TEK/30 Sem. 2 September 1996, *Guidelines on Radiological Monitoring for Oil and Gas Facilities Operators Associated With Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials*. Lembaga Perlesenan Tenaga Atom (LPTA) Malaysia.
- Malaysia. 1998. *Basic Safety Standard (BSS) 1998*, Radiation Protection Regulation. Atomic Energy Licensing Board, Malaysia.

- Malaysia. 2000. *Akta Keselamatan dan Kesihatan Pekerjaan dan Peraturan-peraturan*. (AKTA 514).
- Malaysia. 2009. LEM/TEK/58 2009, *Code of Practice on Radiation Protection Relating To Technically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material (TENORM) in Oil and Gas Facilities*. Lembaga Perlesenan Tenaga Atom (LPTA) Malaysia.
- Neuman W. L. 2006. *Social Research Methods Qualitative and Quantitative Approaches*. Sixth Edition. USA: Pearson Education Inc.
- Ngatinah Jaswadi. (2003). Menyediakan Buku Panduan Keselamatan di Makmal Teknologi Perpaipan, Fakulti Teknologi Kejuruteraan KUITTHO. *Kolej Universiti Tun Hussion Onn Malaysia*.
- Singh, RK, McCoubrie P, Burney K & Miles JA. 2008. Teaching medical students about radiation protection—what do they need to know? *Clin Radio.*: 63 (12): 1344-9.
- Suliman Salih, Zeidan Abdu Zeidan, Abdulmohsen Alzalabani, Muayad Saad Albadrani & Mohamed Yousef. 2014. Awareness and knowledge towards ionizing radiation hazard among medical students, interns, and residents in Al Madinah Munawarah, KSA. *Life Science Journal* 11 (3): 6-10.
- Vijaya Letchimi S. Thayan. 2007. Awareness of occupational safety and health among public employees. *Journal of Institute of Research, Development and Commercialisation*, Universiti Teknologi MARA.
- Yunus, N. A., Abdullah, M. H. R. O., Said, M. A, Ch'ng, P. E. 2014. Assessment of radiation safety awareness among nuclear medicine nurses: a pilot study. *Journal of Physics* 546 (1): 1-7
- Yurt, A., Çavuşoğlu, B. & Günay, T. 2014. Evaluation of awareness on radiation protection and knowledge about radiological examinations in healthcare professionals who use ionized radiation at work. *Molecular Imaging and Radionuclide Therapy* 23 (2): 48-53.

*Tahap Kesedaran Keselamatan Terhadap Hazard Tenorm
(Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Material)
di Kalangan Pekerja di Salah Sebuah Syarikat Minyak dan Gas di Terengganu
Mohd Khairul Md Isa & Nadzirah Md Yusop*

Zolkufli, A. H, & Faiz A. 2012. Tahap kesedaran staf UTM terhadap keselamatan pekerjaan di makmal dan bengkel kejuruteraan. *Journal of Education Management* 6: 36-51.

