
MISI PAKAR DI JAEA TOKAI DAN EVOLUSI NTC *ENVIRONMENTAL RADIOACTIVITY MONITORING*

Muhammad Azfar Azman

Pegawai Penyelidik,

Bahagian Teknologi Sisa dan Alam Sekitar, Agensi Nuklear Malaysia

Penulis telah memenuhi jemputan sebagai penceramah bagi *Instructor Training Course* (ITC) dalam bidang *Environmental Radioactivity Monitoring* (ERM) di JAEA, Tokai, Jepun pada 8 hingga 12 September 2025. Kursus ini merupakan sebahagian daripada *Instructor Training Program* (ITP), iaitu inisiatif JAEA sejak tahun 1998 yang bertujuan memupuk pembangunan tenaga nuklear dalam kalangan negara Asia.

Penulis diperuntukan masa selama satu jam untuk menyampaikan ceramah. Ceramah dimulakan dengan pengenalan tentang Malaysia agar para peserta ITC dari pelbagai negara Asia dapat mengenali negara ini dengan lebih dekat. Seterusnya, ceramah diteruskan dengan pengenalan mengenai Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia), termasuk sejarah penubuhannya dan peranan Reaktor TRIGA PUSPATI. Sesi ini turut mengetengahkan Kumpulan Aplikasi Kimia Analisis di bawah Bahagian Teknologi Sisa dan Alam Sekitar sebagai makmal analisis pelbagai unsur di agensi tersebut.

Inti pati utama ceramah ini memfokuskan kepada pengalaman mengkoordinasikan *National Training Course* (NTC) ERM (2019 – 2026), yang bermula sebagai *Follow-up Training Course* (FTC) ERM selepas penyertaan penulis dalam ITC di Jepun pada 2019. Selepas ditukarkan nama kepada NTC ERM pada 2023, program tahunan ini konsisten dilaksanakan sehingga siri terbaharu pada 9 – 13 Februari 2026. Sepanjang tempoh tersebut, pengurusan program telah berdepan dengan beberapa cabaran, antaranya termasuklah:

- **Ketidakkonsistenan kehadiran** dalam kalangan peserta.
- **Kekangan komunikasi**, terutamanya dalam penyampaian maklumat kepada peserta serta penyelarasan dengan pihak makmal dan reaktor.
- **Isu logistik**, seperti kesilapan pengangkutan bas ke lokasi persampelan.
- **Masalah teknikal kecil** semasa pengendalian aktiviti di lapangan.

Bagi memastikan penambahbaikan berterusan, beberapa langkah strategik telah diambil termasuklah memendekkan sesi ceramah daripada dua jam kepada satu jam demi meningkatkan fokus, serta mengemas kini kandungan silibus. Sebagai contoh, FTC ERM 2020 yang mengehendkan 25 peserta menawarkan 10 ceramah dan 4 eksperimen praktikal seperti persampelan tanah / air serta analisis menggunakan *Liquid Scintillation Counter* dan *Gamma Spectrometry*. Manakala bagi NTC ERM 2026, had peserta dikurangkan kepada maksimum 12 orang setelah mengambil kira faktor keluasan makmal yang kecil bagi mengelakkan ada peserta yang terpaksa berdiri di luar. Struktur NTC ERM 2026 juga diperkukuh dengan pengenalan modul baharu iaitu *Neutron Activation Analysis*, Spektrometer Alfa, dan Isotop Hidrologi bagi Pengurusan Sumber Air.

Penulis mengakhiri ceramah dengan menitikberatkan bagaimana pengalaman mengendalikan program ini boleh dimanfaatkan oleh peserta ITC di tanah air masing-masing, sama ada dalam kapasiti sebagai pengajar atau pengurus program yang menyeluruh. Penulis juga menegaskan kunci utama kepada keberkesanan program seperti NTC / FTC terletak pada aspek persediaan yang rapi, komunikasi yang jelas, serta kesediaan untuk sentiasa belajar daripada setiap kesilapan.

Selain ceramah, aktiviti program turut merangkumi demonstrasi dan lawatan ke fasiliti pemantauan radioaktiviti alam sekitar. Pada petang 10 September, satu sesi demonstrasi persediaan sampel (*sample*

preparation) telah dijalankan, yang meliputi teknik pemotongan, pengisaran, dan pengabuan sampel bagi pengiraan NORM (*Naturally Occurring Radioactive Materials*). Sesi pada hari tersebut diakhiri dengan jamuan makan malam sushi di Mito atas jemputan Encik Ohkura dan Encik Yokoyama.

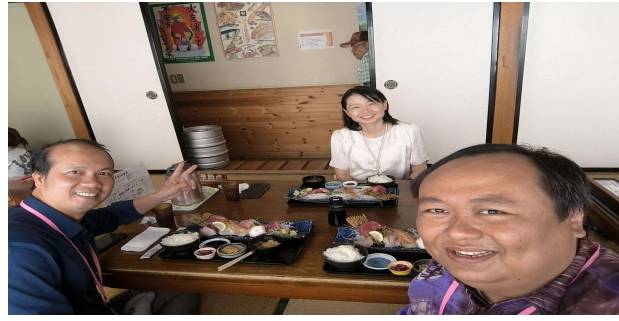
Pada 11 September, program diteruskan dengan lawatan ke fasiliti JAEA Tokai bagi meninjau *monitoring post* dan *monitoring station* di sekitar kompleks. Fasiliti ini berfungsi menjalankan pemantauan dos radiasi serta kepekatan radioaktiviti udara secara berterusan. Selain itu, peserta melawat makmal alam sekitar untuk melihat proses persediaan sampel dan penggunaan tolok hujan (*rain water sampler*) bagi pemantauan air hujan. Sistem pemantauan alam sekitar JAEA ini secara menyeluruh melibatkan pengumpulan dan analisis sampel tanah, air, serta udara untuk menilai kesan radioaktiviti daripada kemudahan nuklear.

Pada 12 September, sesi ITC diteruskan dengan pembentangan daripada para peserta mengenai aktiviti Persediaan Kecemasan Radiologi Kebangsaan (*National Radiological Emergency Preparedness - NREP*) dan ERM dari negara masing-masing. Sesi tersebut turut diserikan dengan maklum balas, komen, dan pandangan membina daripada penceramah jemputan. Selepas sesi bergambar berkumpulan, Encik Ohkura menghantar para peserta ke Stesen Katsuta. Memandangkan terdapat masa lapang sebelum waktu penerbangan, slot tersebut dimanfaatkan dengan lawatan ringkas ke beberapa tempat menarik di Tokyo seperti Asakusa, Tokyo Skytree, dan Odaiba (bagi melihat patung Gundam Unicorn). Penerbangan pulang berlepas dari Lapangan Terbang Haneda sekitar jam 11.00 malam.

Secara keseluruhannya, pengalaman ini berjaya memperkukuh rangkaian kerjasama strategik antara Malaysia dan Jepun dalam bidang pemantauan radioaktiviti alam sekitar. Program seperti ITP, ITC, FTC, dan NTC terbukti memainkan peranan penting dalam membina kapasiti serantau, khususnya menerusi perkongsian pengajaran berharga daripada insiden Fukushima. Antara manfaat utama yang diperoleh termasuklah peningkatan kemahiran pengurusan program serta pemantapan pengetahuan teknikal dalam kalangan pegawai Nuklear Malaysia, di samping peluang menyebarkan amalan terbaik kepada peserta ITC dari negara Asia yang lain. Sekalung penghargaan dan terima kasih diucapkan kepada pihak JAEA, terutamanya Encik Ohkura, Puan Yoko, serta seluruh pasukan atas penganjuran ini. Diharapkan jalinan kerjasama yang erat ini akan terus berkekalan demi kemajuan masa hadapan.



Peserta ITC 2025 di bilik kuliah.



Menikmati hidangan sushi bersama koordinator ITC, Mr. Ohkura dan Mr. Yokoyama di Mito (kiri) dan bersama koordinator ERM, Ms. Yoko: berdekatan JAEA.



Peserta Malaysia di hadapan JAEA Tokai Mirai Base.