

The background is a dark blue collage of various scientific and industrial images. It includes circular frames showing a water droplet, a hand holding a plant in a test tube, a person in a lab coat holding a test tube, and a large industrial facility. A network of white lines and dots is overlaid on the right side.

KECEMERLANGAN NUKLEAR MALAYSIA

*SUCCESS STORIES OF
NUKLEAR MALAYSIA*

Copyright : Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia)

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopy, recording, or in any information storage and retrieval system, without prior permission in writing from the Publisher.

Published by:

Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia)
Bangi, 43000 Kajang, Selangor Darul Ehsan,
MALAYSIA

Phone : 03 – 8911 2000
URL : <http://www.nuclearmalaysia.gov.my>

First print : 2020

Perpustakaan Negara Malaysia

Cataloguing-in-Publication-Data

SUCCESS STORIES OF NUKLEAR MALAYSIA

ISBN 978-967-9970-61-6

1. Nuclear energy--Malaysia.
 2. Nuclear industry--Malaysia.
 3. Nuclear engineering--Malaysia.
 4. Government publications--Malaysia.
- 354.4709595

ISBN 978-967-9970-61-6



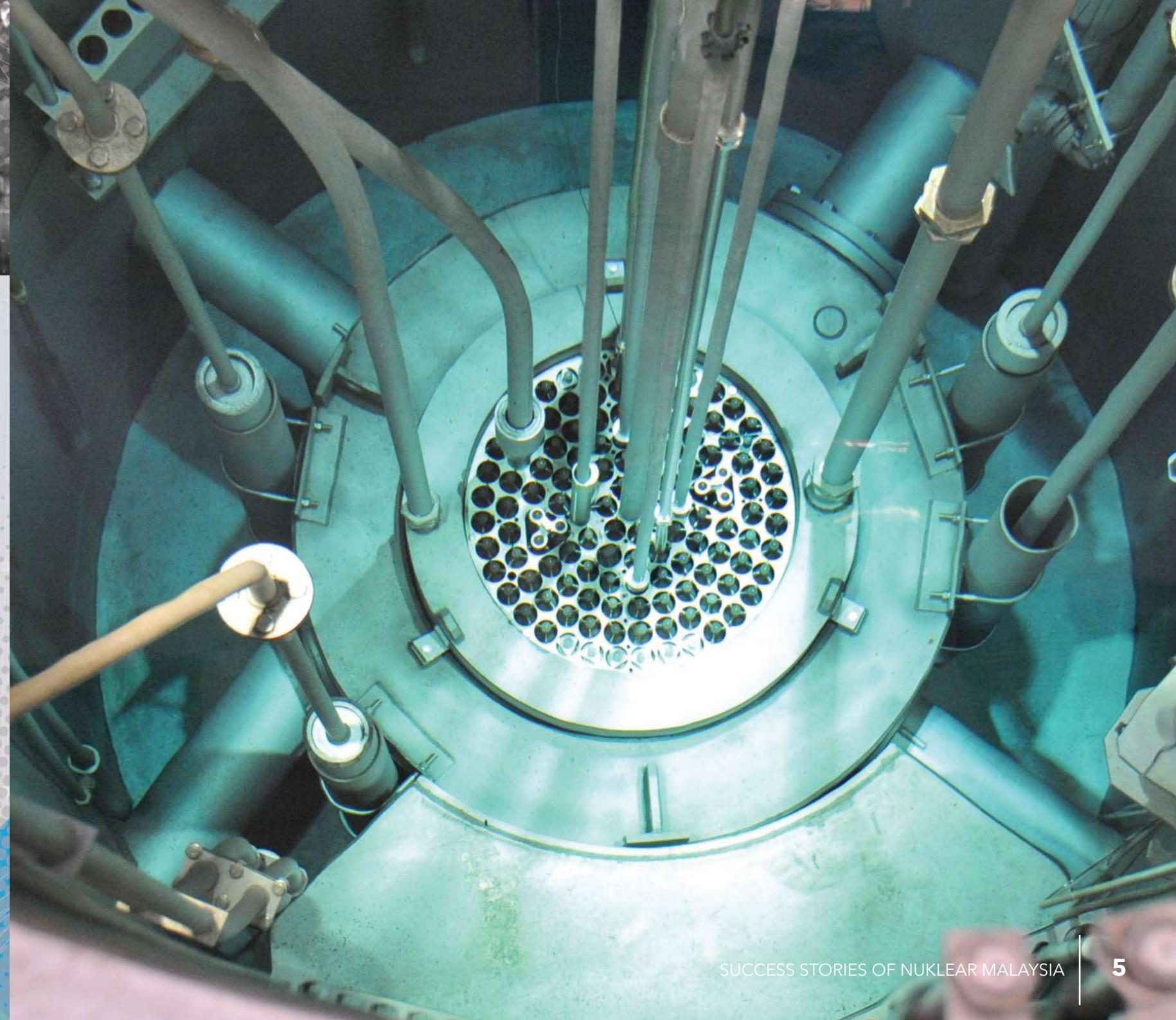


CONTENT :

1. SPEECH FROM DIRECTOR GENERAL
2. PREFACE
3. MEETING THE NEEDS OF INDUSTRY
4. SOCIETAL WELL-BEING
5. FOOD SECURITY AND SUSTAINABILITY
6. MEETING THE NEEDS ON SOCIAL RESPONSIBILITY
7. CONTRIBUTION TO EDUCATION AND HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT
8. EDITORIAL BOARD

ISI KANDUNGAN :

1. UCAPAN KETUA PENGARAH
2. PRAKATA
3. MEMENUHI KEPERLUAN INDUSTRI
4. MENSEJAHTERAKAN RAKYAT
5. KESELAMATAN DAN KELESTARIAN MAKANAN
6. MEMENUHI KEPERLUAN DAN TANGGUNGJAWAB SOSIAL
7. SUMBANGAN KEPADA PENDIDIKAN DAN PEMBANGUNAN SUMBER MANUSIA
8. SIDANG EDITOR





Message from **DIRECTOR GENERAL**

Sharing Knowledge and Celebrating Success

Assalamualaikum Warahmatullahi wabarakatuh and Salam Sejahtera

Alhamdulillah, Malaysian Nuclear Agency (Nuklear Malaysia), in conjunction with the 48th anniversary, we are documenting our achievement in this book entitled "Success Stories of Nuklear Malaysia".

The journey of Nuklear Malaysia began in 1972 through the idea sparked by Tun Dr. Ismail Abdul Rahman, Deputy Prime Minister of Malaysia. He envisioned Malaysia embarking into nuclear technology that has huge potential to help eradicate the nation's energy scarcity that may prevent it from achieving economic growth. This vision began with the construction of the TRIGA PUSPATI reactor in Bangi, Selangor as the main facility for nuclear science, engineering and its related technology.

The government's mandate and people's trust are the catalysts for us to work on advancing nuclear technology in Malaysia.

Beginning with a small family of 50, now, we have grown into a community of more than 800 personnel. Major changes have been seen with the construction of irradiation plants and facilities that are internationally recognised. Alongside, Nuklear Malaysia is also equipped with national and international recognised laboratories, in line with our growing competencies and expertise. Nuclear Malaysia has since been providing expert services in various nuclear and irradiation technology for local and foreign based clients.

The primary objective of this book is to share our contributions and successes to the nation. I hope the public will understand and appreciate Nuklear Malaysia's roles as the nation's science, technology, innovation and economic mover.

Thank You.

DR. SITI A'ISAH BINTI HASHIM
Director General Agensi Nuklear Malaysia



Perutusan **KETUA PENGARAH**

Berkongsi Pengetahuan dan Meraikan Kejayaan

Assalamualaikum Warahmatullahi wabarakatuh dan Salam Sejahtera

Syukur ke hadrat Ilahi kerana dengan izin dan limpah rahmatNya, bersempena sambutan ulang tahun ke- 48 tahun, Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia) pencapaian kami dicatatkan dalam buku "Kisah Kejayaan Nuklear Malaysia".

Perjalanan Nuklear Malaysia bermula pada tahun 1972 melalui cetusan idea Tun Dr. Ismail Abdul Rahman, Timbalan Perdana Menteri Malaysia. Beliau ingin melihat Malaysia menceburi bidang teknologi nuklear yang mempunyai potensi besar untuk membantu negara menangani isu kekurangan sumber tenaga yang mengancam pertumbuhan ekonomi negara. Wawasan ini dimulai dengan pembinaan reaktor TRIGA PUSPATI di Bangi, Selangor sebagai kemudahan utama untuk sains nuklear, kejuruteraan dan teknologi berkaitan.

Mandat kerajaan dan amanah rakyat menjadi pemangkin untuk kami berusaha memajukan teknologi nuklear di Malaysia. Bermula dengan keluarga kecil berjumlah 50 orang, kini kami

telah menjadi satu komuniti dengan lebih 800 warga kerja. Perubahan besar dapat dilihat dengan pembinaan loji dan fasiliti penyinaran yang bertaraf antarabangsa. Selain itu, Nuklear Malaysia juga dilengkapi dengan makmal-makmal yang diiktiraf di peringkat kebangsaan dan antarabangsa, seiring dengan perkembangan kompetensi dan kepakaran kami. Oleh itu, Nuklear Malaysia telah memberi perkhidmatan kepakaran dalam pelbagai bidang nuclear dan teknologi sinaran kepada pelanggan tempatan dan luar negara.

Objektif utama buku ini adalah untuk berkongsi sumbangan dan kejayaan kami kepada negara. Saya berharap orang awam akan memahami dan menghargai peranan Nuklear Malaysia sebagai penggerak kepada sains, teknologi, inovasi dan ekonomi negara.

Sekian terima kasih.

DR. SITI A'ISAH BINTI HASHIM
Ketua Pengarah Agensi Nuklear Malaysia



PREFACE

After 46 years of lab work endeavours, the Malaysian Nuclear Agency (Nuklear Malaysia) is now more than a national R&D Centre. Commercialisation and innovation elements have been integrated in expanding Nuklear Malaysia to be more competitive both locally and internationally. The impact was clearly seen through the widely used of nuclear science and technology applications in all sectors and be the basis to accelerate national economic growth.

Therefore, to commemorate 46th anniversary, Nuklear Malaysia’s staff proudly published a book titled “ Success Stories of Nuklear Malaysia” to share the success of R&D products and services output. It is hoped that it will help the public to understand more about Nuklear Malaysia and appreciate the role played by nuclear science and technology in improving the quality of our lives either directly or indirectly,

Thank you to all the parties who contribute to the success of the book publishing. Today’s success is not a definite achievement. Indeed, for us, the challenges to loft the agency to greater heights is an endless one.

Thank you

Publishing Committee “ Success Stories of Nuklear Malaysia”

PRAKATA

Selepas 46 tahun berkecimpung dalam dunia makmal, Agensi Nuklear Malaysia (Nuklear Malaysia) kini berperanan lebih daripada pusat R&D negara. Elemen pengkomersialan dan inovasi telah diintegrasikan bagi memperluaskan Nuklear Malaysia supaya lebih berdaya saing di peringkat tempatan mahupun antarabangsa. Impak ini jelas dilihat apabila penggunaan sains dan teknologi nuklear kini telah digunapakai dalam pelbagai bidang yang menjana pertumbuhan ekonomi negara.

Oleh itu untuk meraikan ulang tahun ke 46 tahun, warga Nuklear Malaysia dengan penuh rasa bangga menerbitkan sebuah buku bertajuk “Kisah Kejayaan Nuklear Malaysia”bagi berkongsi kejayaan dalam menghasilkan output R&D produk dan perkhidmatan. Ianya diharap dapat membantu masyarakat mengenali Nuklear Malaysia dengan lebih dekat dan sekaligus menghargai peranan yang dimainkan oleh sains dan teknologi nuklear dalam meningkatkan kualiti kehidupan kita samaada secara langsung atau pun tidak langsung,

Terima kasih kepada semua pihak yang menjayakan penerbitan buku ini. Kejayaan hari ini bukanlah satu pencapaian yang muktamad. Sesungguhnya, bagi kami, cabaran untuk melonjakkan Nuklear Malaysia ke tahap yang lebih tinggi adalah tidak noktah.

Sekian terima kasih

Jawatankuasa Penerbitan “ Kisah Kejayaan Nuklear Malaysia”





**MEETING THE NEEDS
OF INDUSTRY**
**MEMENUHI KEPERLUAN
INDUSTRI**

ADVANCING NDT FOR THE COMPETITIVENESS OF MALAYSIAN INDUSTRIES

Non-destructive testing (NDT) is a technique to investigate defects without damaging the engineering components being tested. This method is utilised to improve the safety, quality and reliability of components. The technique is used for plant structural integrity assurance in various industries, especially oil and gas, power generation, aerospace, automotive, petrochemical, railway and manufacturing. Since 1980s, Nuklear Malaysia has built expertise, facilities, NDT certification systems, developed new NDT technique and promoted this technology to local industries. The first NDT training course was conducted in 1986 under assistance of the IAEA and in collaboration with the Department of Skills Development (DSD), SIRIM and the Atomic Energy Licensing Board (AELB). Since then, Malaysia has been producing qualified and certified personnel to perform NDT techniques for the local industry. This effort also created new economic activities when some of the trained workers have formed their own NDT services that provide expertise to local and international companies. This had significantly contributed to the competitiveness and sustainable development of Malaysia's economic growth. The designation as an International Collaborating Centre for NDT by the IAEA in 2015 marked significant achievement of Nuklear Malaysia in this field. Currently there are already more than 60 local NDT companies employing more than 500 skilled workers.

MEMAJUKAN NDT UNTUK DAYA SAING INDUSTRI MALAYSIA

Ujian tanpa musnah (NDT) adalah satu teknik untuk menyiasat kecacatan komponen kejuruteraan yang diuji tanpa merosakkannya. Kaedah ini digunakan untuk menambahbaik keselamatan, kualiti dan kebolehpercayaan sesuatu komponen. Teknik ini digunakan untuk menjamin kebolehpercayaan struktur loji dalam pelbagai industri terutamanya minyak dan gas, penjanaan kuasa, aeroangkasa, automotif, petrokimia, landasan kereta api dan pembuatan. Sejak 1980-an, Nuklear Malaysia telah membangunkan kepakaran, kemudahan, sistem persijilan NDT, teknik baharu NDT dan mempromosikan teknologi tersebut kepada industri tempatan. Latihan NDT pertama telah diadakan dalam tahun 1986 di bawah bantuan IAEA dengan kerjasama Jabatan Pembangunan Kemahiran (DSD), SIRIM dan Lembaga Perlesenan Tenaga Atom (AELB). Sejak dari itu, Malaysia telah menghasilkan tenaga kerja yang berkelayakan dan diperakui untuk menjalankan teknik NDT bagi industri tempatan. Usaha ini juga mencipta aktiviti ekonomi baharu apabila ramai daripada tenaga kerja terlatih telah menawarkan khidmat kepakaran NDT kepada syarikat tempatan dan luar negara. Oleh itu, telah menyumbang kepada daya saing dan kemampuan pertumbuhan ekonomi Malaysia yang signifikan. Pelantikan sebagai Pusat Kerjasama IAEA untuk NDT pada tahun 2015 telah menandakan pencapaian cemerlang Nuklear Malaysia dalam bidang ini. Sehingga kini, terdapat lebih 60 syarikat NDT tempatan dengan lebih 500 tenaga kerja terlatih.



GAMMA RAY COLUMN SCANNING IN PETROCHEMICAL INDUSTRY: SAVING COST, INCREASING INCOME

Distillation column failure due to material degradation of trays at refinery plant is costly as it will lead to unscheduled shutdown. Many refinery plants in Malaysia have benefited from gamma ray scanning to troubleshoot distillation column failure. This technique is capable of revealing the disintegration of components without being invasive. The gamma rays scanning will reveal formation of trays or deposited oil sludge inside the distillation column. It is a unique technique since there are no similar criteria and standard procedures available yet. Furthermore, it has been proven reliable to diagnose abnormalities in refinery plants for oil

and gas industry. The gamma ray column scanning can also be used to detect the cause of decline in performance, thus yielding large saving through avoidance of loss of production. Over the past three decades, the petrochemical industry in Malaysia and around the region has benefited greatly from this technique. The gamma ray column scanning service provided by Nuklear Malaysia has been certified with MS ISO 9000:2000 since 2001. The successful utilisation of this technology has been recognised both nationally and internationally.

IMBASAN TURUS SINAR GAMA DALAM INDUSTRI PETROKIMIA: JIMATKAN KOS TINGKATKAN PENDAPATAN

Kegagalan turus penyulingan akibat degradasi dulang penyulingan di loji penapisan petrokimia melibatkan kos yang tinggi akibat penutupan loji tidak berjadual. Sistem imbasan sinar gama untuk menyelesaikan masalah kegagalan dulang penyulingan telah dimanfaatkan oleh banyak loji penapisan di Malaysia. Teknik ini berupaya mendedahkan ketidak selanjaran pada komponen secara tidak invasif. Pengimbasan menggunakan sinaran gama akan menunjukkan bentuk dulang atau enapcemar minyak yang disimpan di dalam turus penyulingan. Teknik ini unik kerana masih tiada kriteria dan prosedur piawai seumpamanya. Tambahan pula, teknik ini terbukti boleh dipercayai untuk mengesan kelainan dalam loji

industri penyulingan minyak dan gas. Teknik pengimbasan turus sinar gama juga dapat mengesan punca penurunan prestasi pemprosesan, seterusnya menghasilkan penjimatan besar apabila kerugian dapat dielakkan. Sepanjang tiga dekad yang lalu, industri petrokimia Malaysia di seluruh negara dan sekitar rantau ini telah mendapat banyak manfaat daripada teknik ini. Khidmat pengimbasan turus sinar gama yang disediakan oleh Nuklear Malaysia telah akreditasi dengan MS ISO 9000: 2000 sejak tahun 2001. Kejayaan penggunaan teknologi pengimbasan turus sinar gama telah diiktiraf di dalam dan luar negara.





GAMMA RAY PIPE SCANNER TO VERIFY FLOW CONTINUITY IN INDUSTRIAL PIPELINE

The gamma ray pipe scanner developed by Nuklear Malaysia is widely used by local and international companies. The scanner is capable of detecting blockages and determining the thickness of deposits inside pipelines by using gamma radiation from sealed radioactive source. It is designed with radiological safety features to ensure exposure to the surrounding does not exceed the minimum limit as regulated by law. The scanner has been successfully employed in many major off-shore petroleum platforms, chemical production plants, refineries and power generation facilities. The highly skilled operators have performed this scanning technique for more than 30 years. This service has been certified with MS ISO 9000:2000 since 2001.

PENGIMBAS PAIP SINAR GAMA UNTUK MENGESAHKAN KESINAMBUNGAN ALIRAN DI DALAM SALUR PAIP INDUSTRI

Pengimbas paip sinar gama yang dibangunkan oleh Nuklear Malaysia digunakan secara meluas oleh syarikat tempatan dan antarabangsa. Pengimbas ini berupaya mengesan sumbatan dan menentukan ketebalan bahan enapan di dalam saluran paip menggunakan sinaran gama dari punca radioaktif terkedap. Alat ini direkabentuk dengan ciri-ciri keselamatan radiologi untuk memastikan dedahan persekitaran tidak melebihi had minimum yang ditetapkan oleh undang-undang. Pengimbas ini juga telah berjaya digunakan di kebanyakan pelantar cari gali petroleum utama luar persisir, kilang pengeluaran bahan kimia, kilang penapisan minyak dan kemudahan jana kuasa elektrik. Pengendali terlatih telah menggunakan teknik pengimbasan ini selama lebih dari 30 tahun. Perkhidmatan ini telah mendapat pensijilan MS ISO 9000: 2000 sejak 2001.



NANOTITANIA FROM TAILINGS FOR ENVIRONMENTAL CLEANING APPLICATION

More than a hundred year of tin mining activities in Malaya had left behind tons of waste. Nuklear Malaysia has invented a new process that can convert tin tailings to mineral such as ilmenite, monazite, xenotime and zircon. Nanotitania that includes anatase and rutile produced from ilmenite are the useful by-products from tin mining activities. They are proven to be very effective cleaning agent particularly for the environment in the presence

of ultraviolet light in air and in aqueous condition, to neutralise bacteria, remove odour and hazardous greenhouse gasses. The method of preparation and use of nano anatase and rutile was patented in 2012. The products from nanotitania have won several awards in national technology showcases. This new processing technology has the potential of making Malaysia a producer of nanotitania due to cheaper processing and abundant feedstock.

NANOTITANIA DARI AMANG UNTUK APLIKASI PEMBERSIHAN PERSEKITARAN

Aktiviti perlombongan bijih timah selama lebih seratus tahun di Tanah Melayu telah meninggalkan timbunan sisa bijih atau amang. Nuklear Malaysia telah mencipta proses baharu yang boleh menukarkan amang kepada bahan mineral seperti ilmenit, monazit, xenotime dan zircon. Nanotitania yang merangkumi anatase dan rutil yang dihasilkan dari ilmenit adalah produk sampingan aktiviti perlombongan bijih timah yang sangat berguna. Bahan ini terbukti berkesan sebagai ejen pembersih alam sekitar dengan kehadiran sinaran ultra-

ungu dan persekitaran berair bagi meneutralkan bakteria, bau dan gas rumah hijau yang berbahaya. Penyediaan dan penggunaan nano anatase dan rutil telah dipatenkan pada tahun 2012. Produk daripada nanotitania telah memenangi beberapa anugerah dalam negara. Teknologi pemprosesan baharu ini berpotensi untuk menjadikan Malaysia sebagai pengeluar nanotitania berdasarkan kos pemprosesan yang rendah dan rizab bahan mentah yang besar.





RUST MANAGEMENT IN MARINE INDUSTRY USING ALUMINIUM ALLOY SACRIFICIAL ANODE

Rust management is an important aspect of maintenance in marine industry that can lead to high cost if not carried out properly. Innovative sacrificial anode which is capable of suppressing the acceleration process of corrosion on metal components in ships was produced by Nuklear Malaysia. This product has been patented as Aluminium Alloy for Cathodic Protection in 2016 and trademarked as ALUNODE in 2019. The anode is made of a metal alloy with a high electronegative electrode potential to protect less active material. It is highly recommended to protect ship's hulls, water heaters, pipelines and jetties. ALUNODE was tested in various applications by local companies and proven to be the best and cheaper option.

PENGURUSAN KARAT DALAM INDUSTRI MARIN MENGGUNAKAN ANOD KORBANAN ALOI ALUMINIUM

Pengurusan karat adalah aspek penting penyelenggaraan dalam industri marin yang boleh mengakibatkan kos yang tinggi sekiranya tidak dilaksanakan dengan baik. Inovasi anod korbanan bagi melambatkan proses pengaratan komponen logam dalam kapal telah dihasilkan oleh Nuklear Malaysia. Pada 2016, produk ini telah dipatenkan sebagai Aluminium Alloy for Cathodic Protection dan menerima cap dagang ALUNODE pada tahun 2019. Anod ini diperbuat daripada logam aloi yang mempunyai elektrod elektro-negatif berkeupayaan tinggi untuk melindungi bahan yang kurang aktif. Produk ini amat disyorkan untuk menghalang karat badan kapal, pemanas air, saluran paip dan jeti. ALUNODE telah diuji dalam pelbagai kegunaan oleh beberapa syarikat tempatan dan terbukti sebagai pilihan terbaik serta ekonomik





REAKTOR TRIGA PUSPATI (RTP): CATALISING NATIONAL NUCLEAR TECHNOLOGY

Reaktor TRIGA PUSPATI is the sole research reactor being utilized to conduct nuclear science and engineering activities in Malaysia. The reactor has been operating safely since 5.00 pm on the 28th of June 1982, when it first reached criticality. This moment marked the beginning of nuclear research reactor era in Malaysia. The RTP is mainly used for research and education in various field such as

the environment, nuclear safeguard, materials and inspection techniques, agriculture, radiopharmaceutical and neutron beam sciences. The reactor is operating at 60% readiness per year ever since. The successful operation of RTP in accordance to the regulations reflects the capability of the licensed operators and officers to sustain safe condition in the facility.



REAKTOR TRIGA PUSPATI (RTP): PEMANGKIN TEKNOLOGI NUKLEAR NEGARA

Reaktor TRIGA PUSPATI adalah satu-satunya reactor penyelidikan yang digunakan untuk aktiviti dalam bidang sains dan kejuruteraan nuklear di Malaysia. Reaktor ini telah beroperasi dengan selamat sejak pukul 5.00 petang, 28 Jun 1982 apabila ia mencapai kritikaliti buat pertama kalinya. Detik ini menandakan bermulanya era reaktor penyelidikan nuklear di Malaysia. Kegunaan utama RTP adalah untuk penyelidikan dan pembelajaran pelbagai

bidang seperti alam sekitar, kawal selia nuklear, bahan dan teknik pemeriksaan, pertanian, radiofarmaseutikal dan sains alur neutron. Sejak dari itu, reaktor ini beroperasi pada tahap kesiediaan 60% setahun. Kejayaan RTP beroperasi dengan mematuhi peraturan mencerminkan keupayaan operator berlesen dan kakitangannya untuk mengekalkan keadaan kemudahan ini sentiasa selamat.





LOCALISATION OF NUCLEAR EQUIPMENT, DEVICES AND FACILITIES

Dependence on foreign technology is costly especially for the design and fabrication of nuclear parts or components.

In response to this, Nuklear Malaysia has developed its capability to localize certain equipment, devices and facilities through comprehensive training and practical experiences. To date, Nuklear Malaysia have successfully designed, fabricated and built radiology fume hoods, bunkers, shielding doors, hot cell facilities, active ventilation systems, waste treatment plants, irradiation tool, radiation detectors and neutron application tools. Some components of Reaktor TRIGA PUSPATI that require modification have also been successfully designed, constructed and tested. On top of that Nuklear Malaysia is providing services to design and fabricate bunker, shielding and lead doors for local industries.



PENYETEMPATAN TEKNOLOGI PERANTI, PERALATAN DAN KEMUDAHAN NUKLEAR

Kebergantungan kepada teknologi luar terutamanya bagi reka bentuk dan fabrikasi untuk komponen nuklear memerlukan kos yang tinggi.

Merujuk kepada perkara ini, Nuklear Malaysia telah membangunkan kepakarannya untuk menyetempatan beberapa peralatan, peranti dan kemudahan melalui latihan komprehensif dan pengalaman secara praktikal. Sehingga kini, Nuklear Malaysia telah berjaya merekabentuk, memfabrikasi dan membina kebuk wasap radiologi, bilik kebal sinaran, pintu perisai, kemudahan hot cell, sistem pengudaraan aktif, loji rawatan sisa, alat penyinaran, alat pengesan sinaran dan peralatan aplikasi neutron. Beberapa komponen Reaktor TRIGA PUSPATI yang perlu dimodifikasikan telah pun berjaya direka bentuk, dibina dan diuji. Sebagai tambahan, Nuklear Malaysia menyediakan khidmat untuk merekabentuk dan memfabrikasi bunker, perisai dan pintu plumbum untuk industri tempatan.





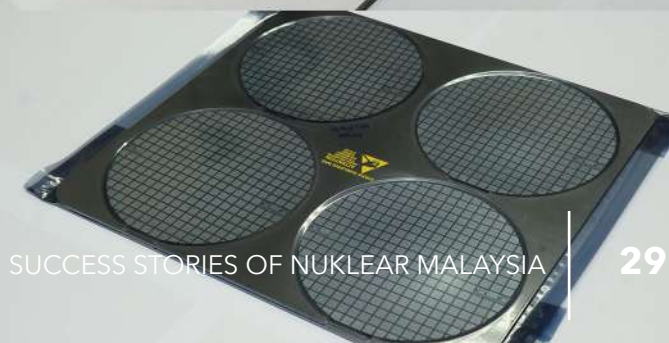
ALURTRON: INDUSTRIAL ELECTRON BEAM IRRADIATION FACILITY

Electron beam irradiation is the most efficient curing method for wire and cable industry. ALURTRON is an electron beam irradiation facility at Nuklear Malaysia that provides irradiation services for local needs. Several some wire and cable manufacturers had incorporated electron irradiation to provide high quality components for the automotive industry. There are also manufacturers benefited from the technology when their irradiated heat shrinkable tubes were able to pass stringent automotive requirement. PROTON

as national car company has encouraged more research on development of products that can be used for the car. At the same time a local semiconductor company had moved their irradiation process to ALURTRON where the service was found to have achieved the doping quality required for their wafer. These achievements show versatility of the facility to cater the needs of manufacturing industry.

ALURTRON: KEMUDAHAN PENYINARAN ALUR ELEKTRON UNTUK INDUSTRI

Penyinaran alur elektron ialah satu teknik rawatan paling berkesan dalam industri pembuatan wayar dan kabel. ALURTRON adalah kemudahan penyinaran alur elektron di Nuklear Malaysia yang menyediakan khidmat penyinaran bagi keperluan tempatan. Terdapat beberapa pengeluar kabel dan wayar yang menggunakan sinaran elektron untuk menghasilkan komponen automatif yang berkualiti tinggi. Terdapat juga beberapa pengeluar yang mendapat manfaat daripada teknologi ini apabila tiub kecut haba yang dikeluarkan mampu menembusi spesifikasi ketat industri automotif. PROTON sebagai syarikat pengeluar kereta nasional amat mengalakkan lebih banyak penyelidikan dan pembangunan bagi produk yang boleh digunakan oleh kereta keluarannya. Pada masa yang sama, sebuah pengeluar bahan semikonduktor telah memindahkan proses penyinaran ke ALURTRON di mana perkhidmatannya berjaya mencapai kualiti pendopan yang diperlukan untuk wafer mereka. Kejayaan ini menunjukkan betapa kemudahan ini boleh digunakan untuk pelbagai industri pembuatan.





SOCIAL WELL-BEING KESEJAHTERAAN RAKYAT





A NATIONAL REFERENCE CENTRE FOR SECONDARY STANDARD DOSIMETRY

The Secondary Standard Dosimetry Laboratory (SSDL) was established in 1980 with the aim to sustain dosimetric accuracy in various fields of radiation metrology in Malaysia. There are three main services provided by the laboratory, namely; calibration of radiation measuring devices, supply and analysis of personal dosimeter as well as calibration and supply of high dose dosimeter. In 2007, SSDL was appointed by SIRIM as the Designated Institute for Measurement of Ionizing Radiation (Secondary Level) and later accredited with ISO/IEC 17025:2005 by the Department of Standard Malaysia. The laboratory is also a member of the IAEA/ World Health Organization (WHO) Network of SSDL. Internationally, SSDL is standing at par with other renowned standard laboratories through the 15 standards of Calibration and Measurements Capabilities (CMCs) in ionising radiation which were listed in the International Bureau of Weight and Measures (BIPM) in 2008.

To date there are more than 2,500 organizations employing radiation technique such as manufacturing company, hospital, university and research institute subscribing to these services compared to only 100 in 1980s. The numbers of radiation workers also had increased from around 1000 to more than 20,000 within the same period of time.



MAKMAL STANDARD DOSIMETRI SEKUNDER (SSDL) SEBAGAI PUSAT RUJUKAN KEBANGSAAN BAGI SINARAN MENGION

Makmal Standard Dosimetri Sekunder (SSDL) telah ditubuhkan pada tahun 1980 bertujuan untuk mengekalkan ketepatan dosimetri dalam pelbagai bidang metrologi sinaran di Malaysia. Tiga perkhidmatan utama disediakan oleh makmal ini iaitu tentukan peralatan pengukuran sinaran, pembekalan dan analisis dosimeter peribadi serta tentukan dan pembekalan dosimeter dos tinggi. Pada tahun 2007, SSDL telah dilantik oleh SIRIM sebagai Designated Institute for Measurement of Ionising Radiation (Secondary Level) dan kemudiannya diakreditasi dengan ISO/IEC 17025:2005 oleh Jabatan Standard Malaysia. Makmal ini juga adalah ahli Rangkaian SSDL IAEA/ Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO). Di peringkat antarabangsa SSDL setanding dengan makmal standard terkenal yang lain melalui 15 piawaian Calibration and Measurements Capabilities (CMCs) dalam bidang sinaran mengion yang disenaraikan di International Bureau of Weight and Measures (BIPM) pada tahun 2008.

Sehingga kini, terdapat lebih 2,500 organisasi yang menggunakan teknik sinaran seperti syarikat pembuatan, hospital, universiti dan institut penyelidikan yang melanggan perkhidmatan ini berbanding hanya 100 pada tahun 1980-an. Bilangan pekerja sinaran juga turut meningkat daripada lebih kurang 1000 kepada lebih 20,000 dalam jangka masa yang sama.





MINTec-SINAGAMA IRRADIATION FACILITY

Since 1980s, regulations on medical device productions became more stringent around the globe. Malaysia, being among the main player in manufacturing of rubber products then, was directly affected by these regulations. Concurrently, gamma irradiation was becoming more popular for medical devices sterilisation. Hence, Nuklear Malaysia initiated a pilot project to study how irradiation process can assist this industry. In 1989, MINTec-Sinagama started providing services on the treatment of rubber gloves from local industries using gamma irradiation. Subsequently in 1991 Nuklear Malaysia became the first government body certified with ISO 9001 and later in 1999 achieving the certification of ISO 13485 for medical devices. To escalate the participation from industry, the government provided free trade zone at MINTec-Sinagama in

1999. Since then, Sinagama's activities had grown and expanded the services to other types of medical devices and products such as petri dish, vaginal speculum, cleanroom garments, freeze dried amnion, human skin and bone as well as herbs and spices. The introduction of the Food Irradiation Regulations 2011 which allows food products to be irradiated up to 10 kGy had further expanded the service to food and local products especially those to be exported. In 2015, MINTec-Sinagama obtained the license from the Ministry of Health (MOH) as Food Irradiation Premise as required under this regulation. The Malaysian Quarantine and Inspection Services (MAQIS) is imposing more stringent procedure on agriculture products as such that will benefit MINTecSinagama's services.

KEMUDAHAN PENYINARAN MINTec-SINAGAMA

Sejak tahun 1980-an, peraturan pembuatan peranti perubatan di seluruh dunia telah diperketatkan. Malaysia sebagai salah satu pengeluar utama produk getah ketika itu terkesan secara langsung dengan peraturan ini. Pada masa yang sama, penyinaran gama semakin popular untuk sterilisasi peralatan perubatan. Oleh itu, Nuklear Malaysia memulakan projek rintis untuk mengkaji bagaimana proses penyinaran dapat membantu industri ini. Pada tahun 1989, MINTec-Sinagama mula menyediakan khidmat penyinaran gama untuk rawatan sarung tangan getah daripada industri tempatan. Seterusnya pada tahun 1991 Nuklear Malaysia menjadi agensi kerajaan yang pertama menerima pensijilan ISO 9001. Pensijilan ISO 13485 untuk peralatan perubatan pula diperolehi pada tahun 1999. Bagi meningkatkan penyertaan daripada pihak industri, kerajaan menjadikan MINTec-Sinagama sebagai zon bebas cukai pada tahun 1999.

Sejak daripada itu, aktiviti loji ini semakin berkembang dan perkhidmatannya diluaskan meliputi pelbagai peralatan dan produk perubatan yang lain seperti piring petri, vaginal speculum, pakaian bilik bersih, freeze dried amnion, kulit dan tulang manusia serta herba dan rempah ratus. Apabila Peraturan Penyinaran Makanan 2011 diperkenalkan dan penyinaran makanan sehingga tahap 10 kGy dibenarkan, khidmat ini diperluaskan kepada makanan dan hasil tempatan terutama yang dieksport. Pada tahun 2015, MINTec-Sinagama telah mendapat lesen daripada Kementerian Kesihatan sebagai premis penyinaran makanan sebagai mana yang digariskan di dalam peraturan. Jabatan Perkhidmatan Kuarantin & Pemeriksaan Malaysia (MAQIS) pula telah mengenakan prosedur kuarantin produk pertanian lebih ketat yang secara langsungnya boleh dimanfaatkan oleh MINTec-Sinagama.



RADIOACTIVITY MEASUREMENT FOR SUSTAINABLE SAFETY OF FOOD, WATER AND ENVIRONMENT

Radioactivity measurement and monitoring of the environment has been conducted within Nuklear Malaysia and its surrounding area since 1984. This activity was also done for the radioactive waste disposal site in Bukit Kledang, Perak.

Nuklear Malaysia has been assisting the Ministry of Health Malaysia (MOH) to carry out radioactivity measurement on imported foods such as dairy products from Europe immediately after the Chernobyl nuclear reactor accident in 1986. Food found contaminated with iodine-131, caesium-134 and caesium-137 were returned to their countries of origin. After the Fukushima

disaster in 2011, Nuklear Malaysia once again collaborated with MOH to carry out radioactivity measurement on imported fish, shrimps, squids, seafood products and other foods from Japan. Nuklear Malaysia is the only national laboratory approved by MOH to issue certificate of radiation free for food to be exported. The laboratory also issues radioactivity analysis report for pack drinks as part MOH's license requirement to comply with the Food Act 1983. The laboratory is accredited with the MS ISO / IEC 17025: 2017 certification and readily available for expert services.

PENGUKURAN KERADIOAKTIFAN UNTUK KELESTARIAN KESELAMATAN MAKANAN, AIR DAN ALAM SEKITAR

Pemantauan dan pengukuran keradioaktifan alam sekitar telah dilaksanakan di dalam dan kawasan sekeliling Nuklear Malaysia sejak tahun 1984. Aktiviti ini juga dilaksanakan di tapak pelupusan sisa radioaktif Bukit Kledang, Perak.

Nuklear Malaysia telah membantu Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) mengukur keradioaktifan dalam makanan yang diimport dari Eropah seperti produk tenusu sejurus selepas kemalangan reaktor nuklear Chernobyl pada tahun 1986. Makanan yang didapati tercemar dengan iodine-131, cesium-134 dan cesium-137 telah dikembalikan ke negara asal. Selepas bencana reaktor nuklear Fukushima pada tahun 2011, Nuklear Malaysia sekali lagi bekerjasama dengan KKM untuk mengukur keradioaktifan dalam ikan, udang, sotong, produk makanan laut dan lain-lain makanan yang diimport dari Jepun. Nuklear Malaysia adalah satu-satunya makmal kebangsaan yang diluluskan oleh KKM bagi mengeluarkan sijil bebas radioaktiviti makanan untuk dieksport. Makmal ini juga turut mengeluarkan laporan analisis keradioaktifan bagi produk air minuman berbungkus yang merupakan salah satu syarat pelesenan KKM untuk produk tersebut untuk mematuhi Akta Makanan 1983. Makmal ini telah diakreditasi dengan MS ISO/IEC 17025:2017 dan sentiasa bersedia memberi khidmat pakar.





ISOTOPIC TECHNIQUE FOR WATER RESOURCES MANAGEMENT

Ground and surface water resources are endangered due to rapidly growing populations, increasing agricultural demands, urbanisation, industrialisation and pollution in the surrounding areas. The quality of water resources is vulnerable to untreated industrial and municipal waste disposal, agrochemicals and mobilisation of geogenic contaminants. Nuklear Malaysia carried out many research activities on environmental isotope to find solution to hydrological problem since 1980's. Environmental tracer isotopes are used to identify unique 'fingerprint' of sources and the time scale of subsurface flow. Naturally occurring isotopes

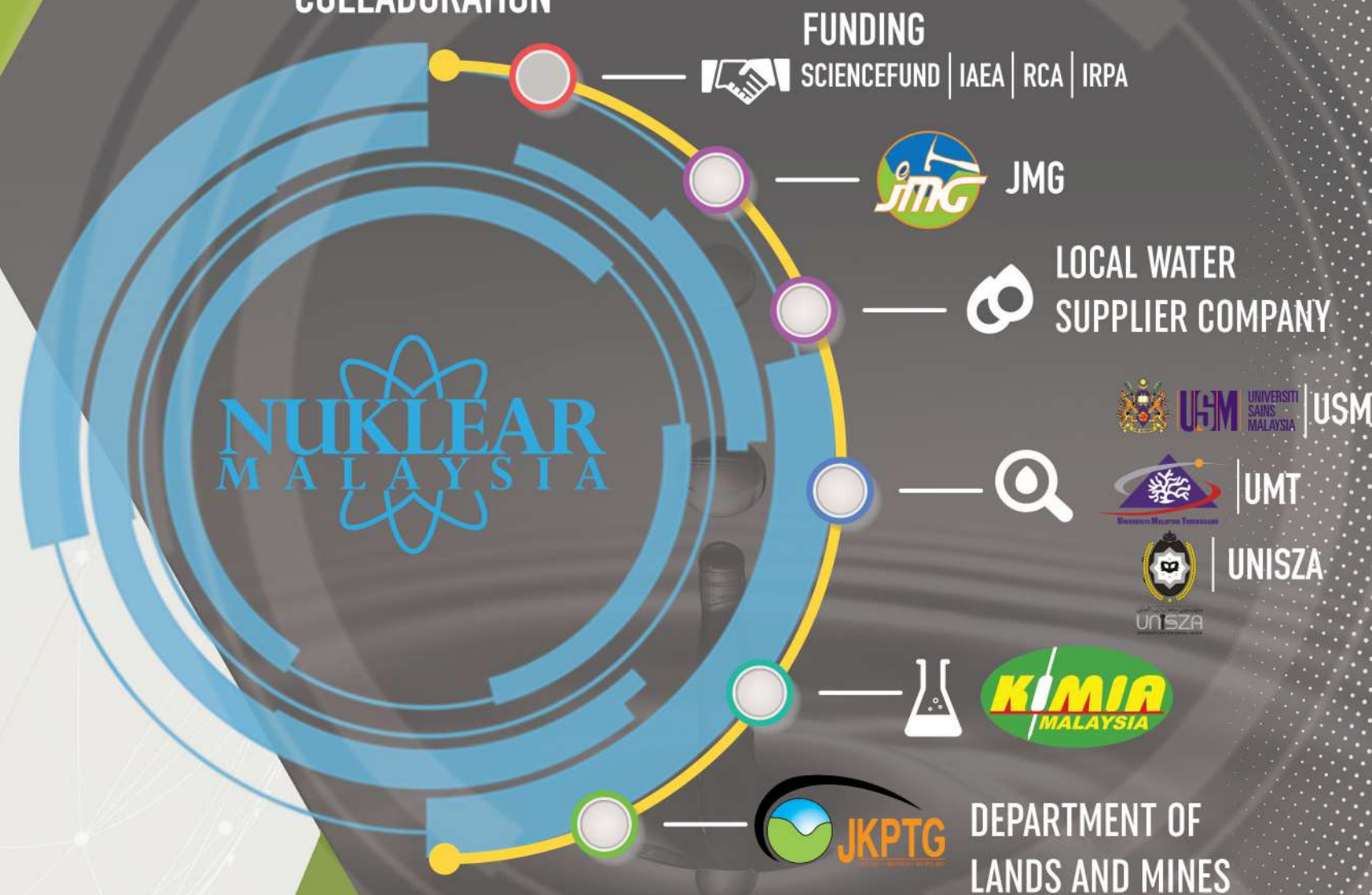
in the environment provide unique hydrological and ecological information. These activities including the assessment of ground and surface water resources, seawater intrusion into the groundwater system, surface water and groundwater contamination, dam water sustainability and safety, as well as climate change effect to water resources at several states in Malaysia. Nuklear Malaysia had conducted many assessments by collaborating with the IAEA, other agencies or universities under various funds.

TEKNIK ISOTOP UNTUK PENGURUSAN SUMBER AIR

Sumber air permukaan dan air dalam tanah makin terancam akibat peningkatan populasi yang mendadak, peningkatan permintaan keperluan pertanian, urbanisasi, perindustrian dan pencemaran dari kawasan sekitar. Kualiti sumber air juga mudah tercemar akibat terdedah kepada pencemaran daripada sisa pelupusan industri dan bandaran yang tidak dirawat, bahan kimia pertanian dan pergerakan bahan cemar geogenic. Nuklear Malaysia menjalankan pelbagai penyelidikan isotop sekitaran untuk menyelesaikan masalah hidrologi sejak tahun 1980-an. Teknologi penyurih isotop sekitaran dapat mengenalpasti 'fingerprint' unik sumber air dan kadar aliran air

sub-permukaan. Kehadiran isotop semula jadi di alam sekitar memberikan maklumat hidrologi dan ekologi yang unik. Aktiviti penilaian yang dijalankan adalah melibatkan sumber air tanah dan permukaan, penorobosan air laut ke dalam sistem air tanah, pencemaran air permukaan dan air tanah, keselamatan dan kemampunan air empangan serta kesan perubahan iklim kepada sumber air di beberapa negeri di Malaysia. Nuklear Malaysia telah menjalankan banyak aktiviti penilaian dengan kerjasama IAEA, agensi-agensi lain atau universiti di bawah pembiayaan pelbagai dana.

COLLABORATION





MANAGEMENT OF RADIOACTIVE WASTE

Radioactive waste should be properly managed to ensure perpetual safety of human and the environment. Radioactive waste in Malaysia are mainly from activities in industry, medical, agriculture, research institute as well as higher education institutions. Type of wastes commonly found are disused sealed radioactive sources (DSRS), naturally occurring radioactive materials (NORM) and technologically enhanced NORM materials (TENORM). The national centre for management of radioactive waste facility was established at Nuklear Malaysia in 1985. The centre is responsible for collection, treatment, reconditioning and storage of radioactive waste. The centre comprises of low-level effluent treatment plant (LLETP),

segregation apparatus, drum compactor, conditioning facility, QA/QC research laboratories and a laundry. An interim storage for radioactive waste was built in year 2000 with a capacity of 420 m3. This store is equipped with an automatic storage and retrieval system (ASRS), and a perimeter intrusion detection system (PIDS). In 2015, plasma treatment pilot plant for vitrification and combustion of radioactive waste was commissioned. In addition, Nuklear Malaysia had already initiated the development of borehole facility for DSRS disposal. This initiative is to enhance local capability and capacity in radioactive waste management.



PENGURUSAN SISA RADIOAKTIF

Sisa radioaktif perlu diuruskan dengan sempurna bagi menjamin keselamatan manusia dan alam sekitar. Sisa radioaktif di Malaysia kebanyakannya berpunca dari aktiviti dalam industri, perubatan, pertanian dan aktiviti penyelidikan di institusi penyelidikan serta pengajian tinggi. Jenis sisa yang ada biasanya dari punca radioaktif terkedap tidak terpakai (DSRS), bahan radionuklid tabii (NORM) dan bahan radionuklid tabii yang dipertingkatkan secara teknologi (TENORM). Pusat pengurusan sisa radioaktif kebangsaan telah dibangunkan di Nuklear Malaysia pada tahun 1985. Pusat ini bertanggungjawab untuk mengumpul, merawat, pengkondisian semula dan penyimpanan sisa radioaktif. Pusat pengurusan sisa tersebut dilengkapi dengan loji rawatan efluen paras

rendah (LLETP), kemudahan pengasingan, mesin pemampat, kemudahan pengkondisian, makmal kawalan dan jaminan kualiti (QA/QC) serta kemudahan dobi. Stor sementara untuk penyimpanan sisa radioaktif telah dibina pada tahun 2000 dengan kapasiti 420 m3. Stor ini dilengkapi dengan sistem penyimpanan dan capaian semula (ASRS) dan sistem pengesanan pencerobohan perimeter (PIDS). Pada tahun 2015, loji rintis rawatan plasma untuk pengacaan dan pembakaran sisa radioaktif telah dibangunkan. Nuklear Malaysia telah memulakan pembangunan kemudahan lubang gerek untuk pelupusan sisa radioaktif terkedap terpakai. Inisiatif ini adalah untuk memperkasakan lagi keupayaan dan kemampuan tempatan dalam pengurusan sisa radioaktif.





RADIOPHARMACEUTICALS FOR NUCLEAR MEDICINE

Nuclear medicine is a specialty area using radiopharmaceuticals in the diagnosis and treatment of diseases. Nuklear Malaysia has produced several types of isotopes starting from the production of technetium-99m generators, iodine-131 and radiopharmaceutical kits. These radiopharmaceuticals are manufactured in accordance to the principles of Good Manufacturing Practices (GMP). Nuklear Malaysia's latest contribution in

this area is the production of samarium 153 EDTMP for cancer patients palliative care. The availability of radiopharmaceutical coupled with increasing demand for nuclear medicine procedures, contributed to the expansion of nuclear medicine services in the country. This means better access to high quality diagnostic tests for local patients as it eliminates the need for expensive imports.

RADIOFARMASEUTIKAL UNTUK PERUBATAN NUKLEAR

Perubatan nuklear adalah bidang kepakaran menggunakan radiofarmaseutikal dalam diagnosis dan rawatan penyakit. Nuklear Malaysia mengeluarkan beberapa jenis isotop bermula dengan penjana teknetium-99m, iodin-131 dan kit radiofarmaseutikal. Radiofarmaseutikal ini dihasilkan berdasarkan prinsip Amalan Pengilangan Baik (GMP). Sumbangan terkini Nuklear Malaysia dalam bidang ini adalah penghasilan samarium 153 EDTMP untuk penjagaan

paliatif pesakit kanser. Ketersediaan radiofarmaseutikal bersama dengan peningkatan permintaan terhadap prosedur perubatan nuklear menyumbang kepada perkembangan khidmat perubatan nuklear di negara ini. Ini bermakna, pesakit tempatan akan mempunyai peluang yang lebih baik bagi ujian diagnostik berkualiti tinggi dengan kos yang rendah.





NATIONAL REFERENCE CENTRE FOR BIODOSIMETRY

Biological dosimetry is a technique to estimate radiation exposure either for routine monitoring or during nuclear emergency and accident. The Biological Dosimetry Laboratory (Biodos Lab) established in 1986 is the only referral laboratory in Malaysia for this purpose. The facility is recognised by AELB as a technical support laboratory to monitor exposure dose of radiation workers and during nuclear emergency. Biodos Lab can estimate partially exposed dose to assist the relevant authorities in their investigation in the case of accidental exposure to an industrial radiographer.

After the Fukushima disaster in 2012, a series of chromosome assessments were carried out on the returning public from Japan. The Biodos Lab had also worked together with AELB to assess dose of every search and rescue (SAR) personnel, including a number of possible exposed residents in the case of radioactive lost. As a national reference centre for biodosimetry activities, Biodos Lab has to comply to the requirement of standard as recommended by the IAEA.



PUSAT RUJUKAN BIODOSIMETRI KEBANGSAAN

Teknik dosimetri biologikal digunakan untuk menganggarkan dos dedahan sama ada untuk pemantauan rutin atau ketika kecemasan dan kemalangan nuklear. Makmal Dosimetri Biologi (Biodos Lab) yang dibangunkan pada tahun 1986 adalah satu-satunya makmal rujukan biodosimetri di Malaysia. Makmal ini telah diiktiraf oleh LPTA sebagai makmal sokongan teknikal bagi pemantauan dos dedahan pekerja sinaran dan juga semasa kecemasan nuklear. Makmal Biodos juga mampu membuat anggaran dos dedahan separa bagi membantu penyiasatan pihak berkuasa dalam kes kecemasan melibatkan dedahan sinaran kepada pekerja radiografi industri.

Selepas tragedi Fukushima pada tahun 2012, beberapa siri penilaian kromosom telah dilakukan ke atas orang awam yang pulang dari Jepun. Makmal Biodos telah bekerjasama dengan LPTA untuk menilai dos dedahan bagi setiap kakitangan yang terlibat dalam operasi mencari dan menyelamatkan (SAR), termasuklah penduduk yang disyaki terdedah kepada sinaran dalam kes kehilangan punca radioaktif. Sebagai sebuah makmal rujukan biodosimetri kebangsaan, Biodos Lab perlu mematuhi keperluan piawaian yang disyorkan oleh IAEA.



ASSESSMENT OF RADIO FREQUENCY TO ADDRESS PUBLIC CONCERN

Radio frequency (RF) wave is a non-ionising radiation (NIR). Telecommunications towers are among sources that produce RF radiation. The RF waves are emitted to ensure the telecommunications network system is functioning. However, people are concerned about the negative impact of exposure to RF radiation on their health. Nuklear Malaysia has developed the expertise and equipped with the latest equipment in three NIR laboratories. Nuklear Malaysia has successfully assisted the telecommunication industries to monitor and evaluate RF radiation as a way to address public concern. The Malaysian Communications and Multimedia Commission

(MCMC), telecommunication network service providers, network facility providers and government agencies have obtained assistance from Nuklear Malaysia to provide public awareness activities on RF radiation. The levels of RF radiation at more than 800 telecommunication towers throughout Malaysia have been successfully assessed. The assessment was to measure the level of RF radiation and ensure that it complies with the allowable limit. Results of the study have provided positive perception of the public on RF radiation.

PENILAIAN RADIASI FREKUENSI RADIO MENANGANI KEBIMBANGAN AWAM

Gelombang frekuensi radio (RF) adalah sinaran tidak mengion (NIR). Menara telekomunikasi antara salah satu sumber yang menghasilkan sinaran RF. Gelombang radio dipancarkan bagi memastikan sistem rangkaian telekomunikasi berfungsi. Walau bagaimanapun, orang awam sering bimbang kesan negatif sinaran RF kepada kesihatan mereka. Nuklear Malaysia telah membangunkan kepakaran yang dilengkapi dengan peralatan terkini di dalam tiga makmal NIR. Nuklear Malaysia telah berjaya membantu industri telekomunikasi untuk memantau dan menilai sinaran RF sebagai langkah menangani kebimbangan awam. Suruhanjaya Komunikasi dan Multimedia Malaysia (SKMM), penyedia perkhidmatan rangkaian telekomunikasi, penyedia kemudahan rangkaian serta agensi-agensi kerajaan berkaitan turut mendapatkan bantuan Nuklear Malaysia bagi menjalankan program kesedaran awam berkaitan sinaran RF. Lebih 800 menara telekomunikasi di seluruh Malaysia telah dinilai. Penilaian adalah ini untuk mengukur aras radiasi RF dan memastikannya mematuhi had dedahan yang dibenarkan. Hasil kajian ini telah memberi impak positif kepada persepsi awam terhadap sinaran RF.





QUALITY CONTROL (QC) OF MEDICAL DIAGNOSTIC RADIOLOGY EQUIPMENT

Development of expertise in medical physics at Nuklear Malaysia began in 1995, encompassing activities on radiology diagnostic, radiotherapy, nuclear medicine and bio-medical engineering. The expertise in the quality control (QC) of medical diagnostic radiology equipment in particular X-ray machine has been recognised through Class H license issued by MOH. Initially, the service to clinics and hospitals in 1997 was on voluntary basis and became compulsory in the year 2000 when the QC test was made mandatory by the MOH. The service for QC test has been expanded on dental X-ray, fluoroscopy, bone densitometer, mammography and computer tomography (CT).

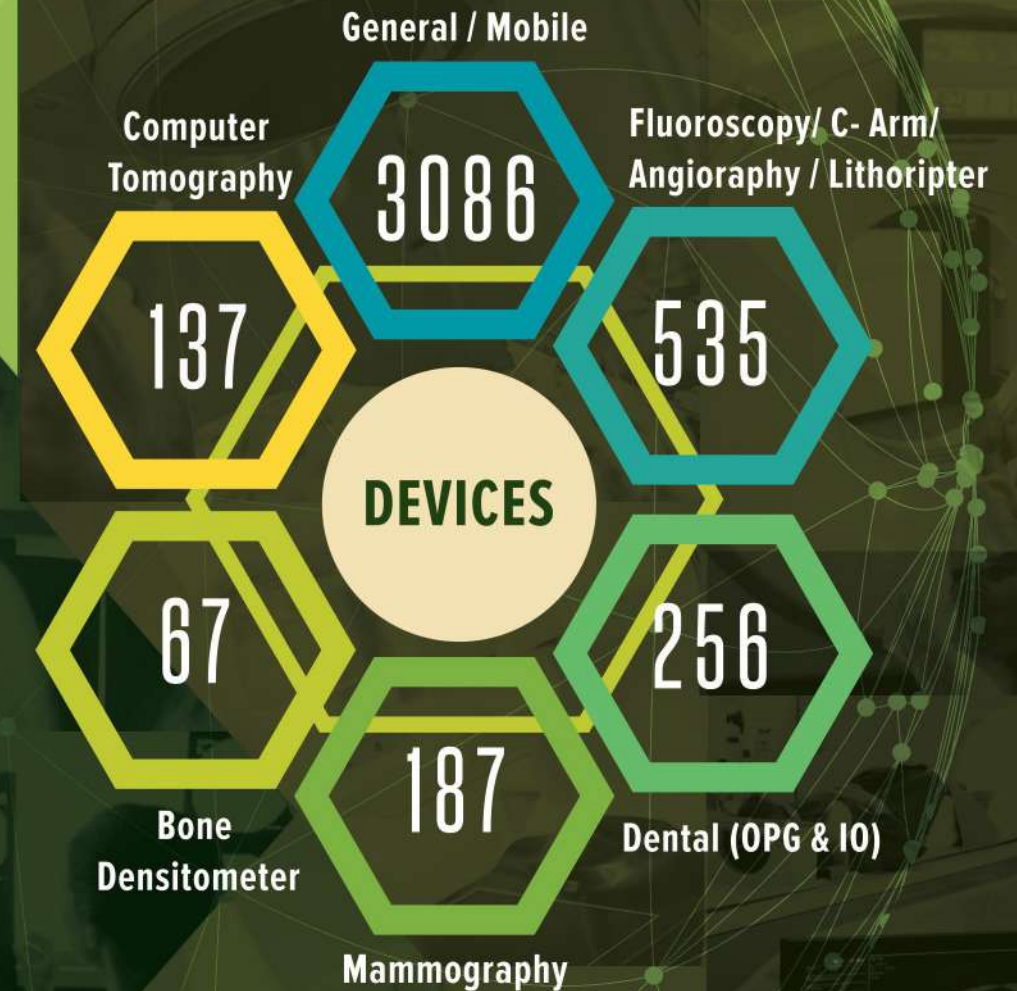
Brunei Darussalam is also subscribing this service for their local hospitals.

The syllabus for learning and training of QC testing was established with the cooperation of MOH and had been recognised as a branch of continuous medical education and training (CME). This training has been implemented and benefitted by private companies that provide QC testing, university students, overseas fellows and other interested parties. These services have contributed to the country's economic growth and will continue to move forward by extending the scope of services.

KAWALAN MUTU (QC) PERALATAN DIAGNOSTIK RADIOLOGI PERUBATAN

Pembangunan kepakaran di dalam fizik perubatan di Nuklear Malaysia bermula pada tahun 1995, merangkumi aktiviti diagnostik radiologi, radioterapi, perubatan nuklear dan kejuruteraan bio-perubatan. Kepakaran ini dalam kawalan mutu (QC) radas radiologi diagnostik perubatan khususnya mesin sinar-X telah diiktiraf melalui lessen Kelas H yang dikeluarkan oleh Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM). Pada awalnya, perkhidmatan yang diberikan kepada klinik dan hospital pada tahun 1997 adalah secara sukarela, namun diwajibkan pada tahun 2000 apabila KKM menjadikan ujian QC sebagai mandatori. Perkhidmatan ujian QC diperluaskan kepada sinar-X pergigian, fluoroskopi, densitometer tulang, mamografi dan tomografi berkomputer (CT). Negara Brunei Darussalam juga melanggan perkhidmatan ini untuk hospital-hospital di negara mereka.

Sukatan pembelajaran dan latihan bagi ujian QC telah dibangunkan dengan kerjasama KKM dan diiktiraf sebagai satu cabang latihan pendidikan perubatan berterusan (CME). Latihan ini telah digunakan dan dimanfaatkan oleh syarikat swasta yang memberikan khidmat ujian QC, pelajar universiti, pelatih luar negara dan mana-mana pihak yang berminat. Perkhidmatan ini turut menyumbang kepada pertumbuhan ekonomi negara dan akan terus bergerak maju dengan pertambahan skop perkhidmatan.



***FOOD SECURITY &
SUSTAINABILITY***
**KESELAMATAN &
KELESTARIAN
MAKANAN**



HIGH QUALITY PLANT PRODUCTION THROUGH RADIATION INDUCED MUTATION

Radiation induced mutation is an alternative breeding technology to produce higher quality novel plant varieties. Gamma radiation and X-ray were deployed in 1950s to produce plant varieties with the desired agronomic traits. Plant mutation breeding research in Malaysia was pioneered by Nuklear Malaysia since the 1980s. The first paddy variety produced using this technology was the "Tongkat Ali" paddy. The paddy has high quality, erect panicle type and resistant to diseases. Since then, more than 30 new varieties of crops such as bananas, groundnuts, flowering and ornamental plants had been successfully produced. These are outcomes of local and international interagency collaboration with MARDI, UPM, National Landscape Department, Kluang Animal Department as well as the International Atomic Energy Agency (IAEA) and Japan Atomic Energy Agency (JAEA). This technology has benefitted several parties such as farmers, nurseries, local authorities and individuals. In 2014, Nuklear Malaysia was honoured by the IAEA's Achievement Award in Mutation Breeding at the 50th FAO/IAEA anniversary celebration for its outstanding achievements in producing new mutants for the benefit of the public.



HASIL TANAMAN BERKUALITI TINGGI MELALUI MUTASI ARUHAN SINARAN

Mutasi aruhan sinaran adalah teknologi pembiakbakaan alternatif bagi menghasilkan varieti baharu tanaman yang lebih berkualiti. Sinar gama dan sinar-X digunakan pada tahun 1950-an untuk menghasilkan pelbagai varieti tanaman dengan ciri agronomi yang dikehendaki. Di Malaysia, penyelidikan biak baka mutasi adalah dipelopori oleh Nuklear Malaysia sejak tahun 1980-an. "Tongkat Ali" adalah mutan padi pertama yang dihasilkan daripada program mutasi aruhan sinaran di Malaysia. Padi ini berkualiti tinggi, tidak mudah rebah dan rintang penyakit. Semenjak dari itu, lebih 30 varieti baharu tanaman seperti pisang, kacang tanah dan tanaman berbunga serta ornamental telah berjaya dihasilkan. Ini adalah hasil dari kerjasama dengan agensi dalam dan luar negara seperti MARDI, UPM, Jabatan Landskap Negara, Jabatan Haiwan Kluang, IAEA dan Japan Atomic Energy Agency (JAEA). Teknologi ini telah memberi manfaat kepada pelbagai pihak seperti petani, pengusaha nurseri tanaman, pihak berkuasa tempatan dan orang perseorangan. Pada tahun 2014, Nuklear Malaysia menerima penghargaan *Achievement Award in Mutation Breeding* oleh IAEA semasa sambutan ulangtahun ke-50 gabungan FAO /IAEA di atas kejayaan menghasilkan pelbagai *variety* baru tanaman yang memberi manfaat kepada orang ramai.





SAFE AND SUSTAINABLE FOOD INDUSTRY BY IRRADIATION TECHNOLOGY

Food irradiation is a process where food is exposed to ionising radiation in a controlled manner to prevent microbial growth, inhibiting sprouting of food commodity as well as quarantine control. This technology has been widely used as an alternative method to prolong post-harvest shelf life without compromising the original taste, colour, texture and nutritional value of the food. This scientifically proven method can increase food safety, decrease agricultural post-harvest loss and overcome trade barriers.



On average, 400-800 tonnes of food, various types of spices, herbs and supplements have been irradiated in Nuklear Malaysia. The development of food irradiation technology in Malaysia is further strengthened when the Irradiated Food Regulation 2011 under Section 34 (1) Food Act 1983 was gazetted. MOH was given the authority to enforce the mandatory use of "RADURA" labeling for every irradiated food in the local market. Nuklear Malaysia was appointed by MOH as the agency responsible to conduct irradiated food detection analysis to meet the requirements of this regulation.

KESELAMATAN DAN KELESTARIAN INDUSTRI MAKANAN MENERUSI TEKNOLOGI PENYINARAN

Teknologi penyinaran makanan adalah proses mendedahkan makanan kepada sinaran mengion dalam keadaan terkawal untuk menghalang pertumbuhan mikrob, perencatan percambahan mata tunas pada makanan dagangan termasuklah kawalan kuarantin. Teknologi ini telah digunakan secara meluas sebagai alternatif untuk meningkatkan jangka hayat lepas tuai makanan tanpa mengubah rasa asli, warna, tekstur dan nutrisi makanan tersebut. Teknologi yang terbukti secara saintifik ini dapat meningkatkan keselamatan makanan, mengurangkan kerugian hasil pertanian lepas tuai dan mengatasi halangan perdagangan.

Secara purata, sekitar 400-800 tan pelbagai jenis rempah ratus, herba dan produk makanan tambahan telah disinari di Nuklear Malaysia. Pembangunan teknologi penyinaran amkanan di Malaysia diperkasakan apabila Peraturan Iradiasi Makanan 2011 di bawah seksyen 34 (1) Akta Makanan 1983 diwartakan. KKM telah diberi kuasa untuk menguatkuasakan peraturan yang mewajibkan pelabelan "RADURA" bagi setiap jenis makanan yang telah disinari untuk pasaran tempatan. Nuklear Malaysia telah dilantik oleh KKM sebagai agensi yang bertanggungjawab untuk menjalankan analisis pengesanan makanan disinari bagi memenuhi keperluan peraturan ini.





TRACER TECHNIQUE FOR SUSTAINABLE CROPS

The use of stable isotopes tracer in crop management has been growing rapidly over the years, primarily because of the easy handling. Changes in their distribution and natural abundance in soils and plants can provide significant information on the function of ecosystems, organic matter dynamics, water uptake and usage by plants.

The phosphorus-32 tracer is used to study the activities, distribution and mapping of plant roots since 1980's. The plant roots distribution provides direct measure of the effectiveness of phosphate fertiliser on root formation and activity in the plant. Nuklear Malaysia has collaborated with an industrial partner since 2007 to study the roots activity in sago plant using phosphorus-32 tracer.

Nitrogen-15 tracer has been utilised to measure the efficiency of nitrogen usage by plants. Starting from 1990s, nitrogen-15 has been mainly used on paddy crops and then expanded to major crops such as oil palm, cocoa and vegetables. Nuklear Malaysia has also collaborated with MARDI, MADA, KADA and Department of Agriculture, University Putra Malaysia to implement various crop management activities using tracer technique.

Carbon-13 has been used for direct measurements of water stress in plants and on mutant paddy lines NMR151 and NMR152 since 2012. This mutant has been successfully planted by selected farmers in MADA, Kedah under MOSTI Social Innovation (MSI) programme.

TEKNIK PENYURIH UNTUK KELESTARIAN TANAMAN MAKANAN

Penyurih isotop stabil yang digunakan dalam pengurusan tanaman telah berkembang pesat saban tahun kerana mudah dikendalikan. Perubahan dalam pengagihan dan kelimpahan semula jadi isotop stabil dalam tanah serta tumbuh-tumbuhan dapat memberikan maklumat penting mengenai fungsi ekosistem, dinamik bahan organik dan pengambilan serta penggunaan air oleh tumbuhan.

Penyurih fosforus-32 digunakan untuk mengkaji aktiviti, taburan dan pemetaan akar tumbuhan sejak tahun 1980an. Taburan akar tumbuhan menunjukkan secara langsung keberkesanan baja fosfat ke atas pembentukan akar dan aktiviti tumbuhan. Nuklear Malaysia telah bekerjasama dengan rakan industri sejak 2007 untuk mengkaji aktiviti akar pokok sagu menggunakan penyurih fosforus-32.

Penyurih nitrogen-15 pula digunakan untuk mengukur keberkesanan penggunaan nitrogen oleh tumbuhan. Bermula 1990an, kebanyakan penggunaan penyurih nitrogen-15 tertumpu ke atas tanaman padi dan diperluaskan kepada tanaman utama lain seperti kelapa sawit, koko dan tanaman sayuran. Nuklear Malaysia telah bekerjasama dengan MARDI, MADA, KADA dan Jabatan Pertanian, Universiti Putra Malaysia untuk melaksanakan pelbagai aktiviti pengurusan tumbuhan dengan menggunakan teknik penyurih.

Karbon-13 telah digunakan untuk pengukuran terus tekanan akibat kekeringan air bagi padi mutan NMR151 dan NMR152 sejak 2012. Padi mutan yang dihasilkan telah berjaya digunakan oleh petani terpilih di MADA, Kedah melalui program MOSTI Social Innovation (MSI).





**MEETING THE NEEDS OF
SOCIAL RESPONSIBILITY
MEMENUHI KEPERLUAN
DAN TANGGUNGJAWAB
SOSIAL**





INNOVATIVE BIO-PRODUCTS FOR COMMUNITY

Nuklear Malaysia is bringing innovative products developed using nuclear and its related techniques directly to the targeted communities. Bio-products such as Gitachoc Delight, Sinaroma, Gawa and Volvariella Tea were introduced to the selected local communities as a mean to diversify their source of income as well as to bring up their socio-economic level.

Gitachoc Delight is a chocolate blended with extracts from longjack and ginseng roots. The roots were mass propagated using bioreactor technology in Nuklear Malaysia.

Sinaroma and Gawa are by-products from agarwood's oil extraction facility. Sinaroma, in the form of agarwood pellet is used in aromatherapy and as substitute to the more expensive agarwood chips. Gawa on the other hand is chemical-free agarwood fibre board that can be used as decorative panels that are safe and environmentally friendly.

Volvariella Tea is a new kind of beverage made using Volvariella volvacea mushroom. The mushroom is a new variety produced by Nuklear Malaysia. The mushroom cultivation technique and production of volvariella tea were transferred to the selected community.

BIOPRODUK BERINOVATIF UNTUK KOMUNITI

Nuklear Malaysia membawa produk inovatif yang dibangunkan menggunakan teknik nuklear dan teknik berkaitan kepada komuniti sasaran. Produk bio seperti Gitachoc Delight, Sinaroma, Gawa dan Teh Volvariella diperkenalkan kepada beberapa komuniti terpilih untuk mempelbagaikan sumber pendapatan dan seterusnya meningkatkan tahap sosioekonomi.

Gitachoc Delight adalah coklat yang dicampur dengan ekstrak akar Tongkat Ali dan ginseng. Akar ini dibiakkan melalui teknologi bioreaktor di Nuklear Malaysia.

Sinaroma dan Gawa adalah produk sampingan dari kemudahan pengekstrakan minyak gaharu. Sinaroma dalam bentuk pelet

gaharu digunakan sebagai pewangi dalam aromaterapi dan pengganti kepada kepingan gaharu yang lebih mahal. Gawa pula adalah papan gentian gaharu bebas kimia dan boleh digunakan sebagai panel hiasan yang selamat dan mesra alam.

Teh Volvariella adalah sejenis minuman baharu yang diperbuat daripada cendawan volvariella volvacea. Cendawan ini adalah baka baharu yang dihasilkan oleh Nuklear Malaysia. Teknik penanaman cendawan dan penghasilan teh volvariella telah dipindahkan kepada komuniti terpilih.





CONTRIBUTION TO EDUCATION & HUMAN RESOURCE DEVELOPMENT

SUMBANGAN KEPADA PENDIDIKAN DAN PEMBANGUNAN SUMBER MANUSIA





REGIONAL TRAINING CENTRE IN RADIATION PROTECTION AND SAFETY

Centre of Nuclear Excellence (CONE) is one of the nine IAEA Regional Training Center (RTC) that has more than 30 years of experience in providing training on radiological protection. The CONE has been organising Post Graduate Educational Course (PGEC) Radiation Protection and Safety of Radiation Sources since 2000. Until now, more than 350 post graduates had completed this course with an average of 25 foreign participants for each session. Participant comprises of young professional working with radiation from more than 19 countries in the Asia and Pacific Regions. The course provides a unique international educational environment to the participants and aimed at building future leaders to manage and support global nuclear safety sector. Lectures, demonstrations, laboratory exercises and technical visits are educational methods used by experts from Nuklear Malaysia, AELB, MOH and other organisations.

PUSAT LATIHAN SERANTAU PERLINDUNGAN DAN KESELAMATAN SINARAN

Pusat Kecemerlangan Nuklear (CONE) adalah salah satu daripada sembilan pusat latihan serantau (RTC) IAEA yang mempunyai pengalaman lebih dari 30 tahun menyediakan latihan dalam bidang perlindungan radiologikal. CONE telah menganjurkan Kursus Pendidikan Pasca Graduan (PGEC) Perlindungan dan Keselamatan Sumber Sinaran semenjak tahun 2000. Lebih 350 pasca siswazah telah tamat kursus ini dengan purata seramai 25 orang peserta antarabangsa untuk setiap sesi. Para peserta terdiri daripada profesional muda yang bekerja dengan sinaran dari lebih 19 buah negara di Asia dan Rantau Pasifik. Kursus ini menyediakan persekitaran pendidikan antarabangsa yang unik kepada peserta dengan tujuan membentuk pemimpin masa hadapan yang mampu mengurus dan menyokong sektor keselamatan nuklear global. Syarahan, demonstrasi, latihan makmal dan lawatan teknikal adalah kaedah pembelajaran yang digunakan oleh pakar-pakar dari Nuklear Malaysia, LPTA, KKM dan organisasi lain.





RADIATION AND NUCLEAR SAFETY COMPLIANCE THROUGH TRAINING

All radiation protection officers must pass the mandatory examination related to radiation safety and protection as required by the Act 304. Nuklear Malaysia offers training programmes to enhance competency of the officers sitting for the exam.

Nuklear Malaysia provides seven training sectors namely environmental safety and health, medical x-ray, non-destructive evaluation, radiation safety and health, instrumentation and engineering, nuclear science and engineering, and techno-management for continuous learning. More than 100 modules have been developed to enhance skills as well as inculcate radiation safety culture to establish competent workforce.

Starting with 688 trainees in 1996, now more than 46,000 trainees from local and abroad have been successfully trained. Certification training programmes such as radiation protection course for officer, industrial radiography and medical x-ray for operators has been certified by certification bodies and relevant authorities.

CoEN is recognised as a certified training provider and a centre of excellence by the national and international bodies such as the Department of Skills Development (JPK), MOH, AELB, Human Resources Development Fund (HRDF) and IAEA. The centre is also certified with ISO 9001:2017 to ensure quality of the training.

PEMATUHAN KESELAMATAN SINARAN dan NUKLEAR MELALUI LATIHAN

Semua pegawai perlindungan sinaran wajib lulus peperiksaan mandatori berkaitan keselamatan dan perlindungan sinaran untuk memenuhi keperluan Akta 304. Nuklear Malaysia menawarkan latihan untuk meningkatkan kompetensi pegawai yang akan menduduki peperiksaan ini.

Nuklear Malaysia turut menyediakan tujuh sektor latihan iaitu keselamatan alam sekitar dan kesihatan, sinar-X perubatan, ujian tanpa musnah, keselamatan sinaran dan kesihatan, instrumentasi dan kejuruteraan, sains nuklear dan kejuruteraan, serta pengurusan-teknologi bagi tujuan pembelajaran sepanjang hayat. Lebih daripada 100 modul telah dibangunkan untuk meningkatkan kemahiran serta memupuk budaya keselamatan sinaran bagi mewujudkan tenaga kerja yang kompeten.

Bermula dengan sejumlah 688 orang pelatih pada tahun 1996, kini seramai lebih 46,000 pelatih dari dalam dan luar negara telah berjaya dilatih. Program latihan pensijilan seperti kursus perlindungan sinaran untuk pegawai, radiografi industri dan sinar-X perubatan untuk pengendali juga telah diperakui oleh badan pensijilan dan pihak berkuasa berkaitan.

CoEN telah diiktiraf sebagai penyedia latihan bertauliah dan pusat kecemerlangan oleh badan berkaitan di peringkat kebangsaan dan antarabangsa seperti Jabatan Pembangunan Kemahiran (JPK), KKM, LPTA, Pembangunan Sumber Manusia Berhad (HRDF) dan IAEA. Pusat ini juga menerima Persijilan ISO 9001:2017 untuk menjamin kualiti latihan.



DISSEMINATION OF NUCLEAR INFORMATION VIA EDUCATION

Dissemination of nuclear information and public acceptance are important elements in the development of nuclear technology. Continuous awareness and outreach programmes are implemented to educate the society and to accept nuclear applications for peaceful use. This two-pronged approach will also inculcate student's interest into science, technology, engineering and mathematic (STEM) in particular the fields related to nuclear.

Nuklear Malaysia's public awareness program was designed to include science teachers and laboratory assistant as well as school children. Through this program Nuklear Malaysia had

collaborated with MOE to upgrade science curriculum that is related to nuclear. Nuklear Malaysia's expertise in public awareness was recognised internationally when the IAEA invited Malaysia to participate in the development of regional nuclear science education and teaching program.

Nuklear Malaysia has been receiving post graduate students to do their doctoral and masters projects. At the same time, Nuklear Malaysia is also the choice for students from higher learning institutions to undergo their industrial training and final year projects.

PENYEBARAN MAKLUMAT NUKLEAR MELALUI PENDIDIKAN

Penyebaran maklumat nuklear dan penerimaan awam adalah elemen penting dalam pembangunan teknologi nuklear. Program kesedaran dan jangkauan luar dilaksanakan secara berterusan bagi mendidik masyarakat untuk menerima aplikasi nuklear bagi tujuan keamanan. Usaha serampang dua mata ini juga dapat memupuk minat pelajar terhadap sains, teknologi, kejuruteraan dan matematik (STEM) khususnya bidang berkaitan nuklear.

Program kesedaran awam Nuklear Malaysia dirangka bukan sahaja untuk pelajar bahkan meliputi guru-guru sains dan pembantu makmal sekolah. Melalui program ini juga, Nuklear

Malaysia bekerjasama dengan KPM untuk menambahbaik kurikulum sains berkaitan nuklear. Kepakaran Nuklear Malaysia di dalam bidang kesedaran awam turut diiktiraf di peringkat antarabangsa apabila IAEA telah menjemput Malaysia untuk turut sama mebangunkan program pembelajaran dan pengajaran bidang sains nuklear serantau.

Nuklear Malaysia turut menerima ramai pelajar pasca siswazah yang menjalankan projek kedoktoran dan sarjana mereka. Pada masa yang sama, Nuklear Malaysia turut menjadi pilihan pelajar institusi pengajian tinggi menjalani latihan industri dan projek tahun akhir.



**EDITORIAL BOARD
SIDANG EDITOR**

Chief Editor	Siti A'iasah Hashim , Dr.	Norfaizal Mohamed@Muhammad Roha Tukimin
Editor	Habibah Adnan Muhammad Rawi Mohamed Zin, Dr. Siti Najila Mohd Janib, Dr.	Roslanzairi Mustafa Rosli Darmawan, Dr. Ruzalina Baharin Seri Chempaka Mohd Yusof, Dr. Wan Syazlin Wan Yunoh Yii Mei Wo
Penulis/ Author	Abd. Jalil Abd.Hamid Affrida Abu Hassan Ahmad Nazrul Abd Wahid Anis Nadia Mohd Faisol Mahadeven Bashillah Baharuddin, Dr. Esther Anak Phillip Husaini Salleh, Dr. Ilham Mukriz Zainal Abidin, Dr. John Konsoh Sangau Kamarudin Samuding, Dr. Marina Talib, Dr. Mohd Rodzi Ali, Dr. Mohd Zaid Mohamed Nasaai Masngut Nor Hadzalina Sukarseh Nor Pa'iza Mohamad Hasan, Dr.	YM Raja Jamal Raja Hedar, Dr. Yusof Abdullah, Dr. Zaiton Ahmad, Dr. Zal U'yun Wan Mahmood, Dr.
	Penerbitan / Publication	Normazlin Ismail Nor Azlina Nordin Nor Hasimah Hashim

**Diterbitkan oleh Bahagian Pengurusan Maklumat, Nuklear Malaysia
Published by Information Management Division, Nuklear Malaysia**

Setinggi-tinggi Penghargaan

Pengurusan Atasan, pengarah-pengarah bahagian dan semua yang telah memberi sumbangan secara langsung dan tidak langsung.

Acknowledgement

Top Management, Directors and to all who have contributed directly and indirectly

