

KESEDARAAN TENTANG PELAKURAN NUKLEAR SEBAGAI SUMBER TENAGA DALAM KALANGAN PELAJAR UNIVERSITI: SATU KAJIAN KES

AWARENESS OF NUCLEAR FUSION AS AN ENERGY SOURCE AMONG UNIVERSITY STUDENTS: A CASE STUDY

Muhamad Saifullah Zamree¹
Ady Aminuddin²
Muhammad Zarul Hiqmi Supian³
Siti Nursaila Alias^{4*}

¹Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris
(Email: saifulzamree04@gmail.com)

²Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris
(Email: d099401@siswa.upsi.edu.my)

³Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris
(Email: d100802@siswa.upsi.edu.my)

^{4*}Jabatan Fizik, Fakulti Sains dan Matematik, Universiti Pendidikan Sultan Idris
(E-mail: anasaila@fsmat.upsi.edu.my)

Article history

Received date : 23-10-2024
Revised date : 24-10-2024
Accepted date : 15-12-2024
Published date : 31-12-2024

To cite this document:

Zamree, M. A., Aminuddin, A., Supian, M. Z. H., & Alias, S. N. (2024). Kesedaran tentang pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga dalam kalangan pelajar universiti: Satu kajian kes. *Jurnal Penyelidikan Sains Sosial (JOSSR)*, 7 (25), 20 - 29.

Abstrak: *Kajian ini bertujuan untuk mengkaji pengetahuan dan persepsi pelajar universiti tentang pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga. Objektif kajian ini adalah untuk mengenalpasti tahap dan sumber serta persepsi pelajar universiti terhadap pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga. Oleh itu, kaedah kajian kualitatif dengan pendekatan kajian kes telah digunakan. Sampel terdiri daripada tiga pelajar Ijazah Sarjana Muda Pendidikan (Pendidikan Awal Kanak-Kanak) di Universiti Pendidikan Sultan Idris. Dapatan daripada kajian menekankan bahawa penggunaan teknologi seperti media sosial mempengaruhi pengetahuan dalam pelakuran nuklear dan pandangan pelajar universiti terhadap teknologi tersebut sebagai sumber tenaga. Pengetahuan serta kesedaran yang tinggi terhadap pelakuran nuklear didapati menjadi faktor pendorong kepada persepsi pelajar universiti. Kesimpulannya, pelbagai pihak seperti institusi pendidikan dan kerajaan harus memanfaatkan perkembangan pemodenan untuk memberi pendedahan tentang pelakuran nuklear dan penggunaannya.*

Kata kunci: *Nuklear, Pelakuran Nuklear, Persepsi, Sumber Tenaga*

Abstract: *This study aims to examine the knowledge and perception of university students about nuclear fusion as an energy source. The objective of this study is to identify the level and source as well as the perception of university students towards nuclear fusion as an energy source. Therefore, qualitative research methods with a case study approach have been used. The sample consisted of three Bachelor of Education (Early Childhood Education) students at Universiti Pendidikan Sultan Idris. Findings from the study emphasise that the use of*

technology such as social media affects knowledge in nuclear fusion and university students' views on the technology as an energy source. High knowledge and awareness of nuclear fusion was found to be a driving factor for the perception of university students. In conclusion, various parties such as educational institutions and the government should take advantage of the development of modernization to give exposure about nuclear fusion and its use.

Keywords: Nuclear, Nuclear Fusion, Perception, Energy Resources

Pengenalan

Tenaga adalah asas kehidupan harian, yang mendasari hampir setiap aktiviti dan proses penting dalam masyarakat moden pada masa kini. Tenaga terdiri daripada pelbagai bentuk seperti tenaga suria, tenaga kimia, tenaga elektrik termasuklah tenaga nuklear. Secara umumnya tenaga boleh dihasilkan menggunakan nuklear melalui dua proses iaitu pembelahan nuklear (nuclear fission) dan pelakuran nuklear (nuclear fusion) yang menjadi fokus utama dalam kajian ini. Menurut Farias et al. (2021), pelakuran nuklear adalah proses di mana dua atau lebih nukleus atom bergabung untuk membentuk satu nukleus yang lebih berat dan disertai dengan pembebasan sejumlah besar tenaga. Sejarah kajian pelakuran nuklear sangat berkait rapat dengan kolaborasi di peringkat antarabangsa dan perkembangan saintifik. Pada September 1958, kajianpelakuran nuklear terkawal telah didedahkan kepada dunia di dalam suatu persidangan di Geneva, Switzerland yang menandakan permulaan kerjasama global dan titik permulaan bagi *International Atomic Energy Agency* (IAEA) dalam menyokong pelakuran nuklear (Barbarino, 2020). Berdasarkan kenyataan Barbarino (2020), dalam persidangan itu juga empat konsep untuk mengawal reaksi pelakuran termonuklear telah diperkenalkan iaitu *tokamak, pinch, magnetic mirror dan stellarator*.

Dengan pertumbuhan populasi global dan kemajuan teknologi, permintaan untuk tenaga semakin meningkat. Mencapai tenaga bersih melalui pelakuran nuklear adalah penting disebabkan potensinya untuk menyediakan sumber tenaga yang mampan dan mesra alam. Kajian daripada Hora et al. (2017) menunjukkan bahawa pelakuran nuklear, seperti pelakuran hidrogen-boron, menawarkan penyelesaian yang menjanjikan kepada krisis tenaga dunia dengan menghasilkan tenaga bersih tanpa menghasilkan sebarang sisa radioaktif. Selain itu, perbandingan tenaga pelakuran dengan sumber lain seperti arang batu, angin, dan tenaga solar menekankan impak ekonomi, kecekapan tenaga, dan manfaat alaminya, yang menempatkannya sebagai penyelesaian jangka panjang kepada cabaran tenaga global (Hora et al., 2021). Secara keseluruhan, kepentingan pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga bersih dan mampan adalah sangat penting dan menjadi penyelesaian yang menjanjikan untuk masa depan tenaga dunia.

Di Malaysia, pembangunan teknologi nuklear telah bermula pada tahun 1972. Kehadiran tenaga nuklear di Malaysia telah memberi impak yang ketara kepada sosioekonomi negara dengan menyumbang kepada Keluaran Dalam Negeri Kasar (KDNK), meningkatkan kualiti hidup, dan memperkukuh kesejahteraan masyarakat (Kasim et al., 2010). Namun begitu, perkembangan tenaga nuklear di Malaysia dilihat amat lambat berbanding negara maju yang lain. Laporan dari TNB (2024), menyatakan bahawa tenaga nuklear semakin relevan dalam memenuhi keperluan tenaga Malaysia. Akan tetapi menurut laporan tersebut, tanggapan umum masih menjadi masalah yang membantutkan perkembangan tenaga nuklear berikutan peristiwa kemalangan loji kuasa nuklear yang tular seperti di Fukushima dan Chernobyl. Malaysia masih menggunakan kaedah pembelahan nuklear dalam mendapatkan tenaga yang mana kaedah tersebut mempunyai risiko yang tinggi berbanding pelakuran nuklear. Menurut Othman (2020),

kaedah pembelahan nuklear mempunyai dua risiko utama iaitu mengenai kebocoran radioaktif dan sisa buangan sumber radiaaktif.

Masyarakat dunia biasanya hanya terdedah dengan kaedah pembelahan nuklear berbanding pelakuran nuklear termasuklah di Malaysia. Kurangnya kesedaran mengenai kedua-dua kaedah ini akan menimbulkan kesalah fahaman mengenai tenaga nuklear. Sumber tenaga daripada pelakuran nuklear mempunyai banyak manfaat seperti penghasilan bahan api yang melimpah, sisa radioaktif yang minimum, menawarkan sumber tenaga yang bersih dan selamat, tiada pembebasan gas rumah hijau serta berpotensi menyediakan 20-25% elektrik dunia menjelang 2100 (Haider, 2019). Oleh itu pengetahuan mengenai pelakuran nuklear akan membuat masyarakat sedar bahawa kaedah tersebut mampu menjamin masa depan planet kita dari segi keselamatan dan sumber tenaga yang tidak terbatas. Kenyataan ini disokong oleh Takeda dan Pearson (2018), tenaga pelakuran dijangka akan menjadi kenyataan dalam masa kurang dari 30 tahun, dan segala usaha harus dilakukan untuk memastikan matlamat ini tercapai supaya tenaga pelakuran dapat memenuhi potensinya dan memberi impak yang besar kepada tenaga global.

Kesedaran terhadap sumber tenaga daripada pelakuran nuklear juga penting terhadap pelajar universiti. Hal demikian kerana mereka merupakan pelapis yang bakal memimpin dan menerajui Malaysia pada depan. Mereka bakal memegang tanggungjawab dalam menentukan sumber tenaga terbaik untuk negara. Oleh itu, pihak yang bertanggungjawab mestilah menyebarkan maklumat dan manfaat berkaitan pelakuran nuklear pada masyarakat khususnya pelajar universiti. Penggunaan Teknologi Maklumat dan Komunikasi (TMK) telah dikenal pasti sebagai alat yang berpotensi untuk meningkatkan kesedaran mengenai aplikasi teknologi nuklear di kalangan pelajar dan orang awam (Busagala & Kayanda, 2022). Justeru itu, kajian ini bakal mengkaji berkaitan kesedaran pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga terhadap pelajar Universiti Pendidikan Sultan Idris.

Pernyataan Masalah

Miskonsepsi tidak boleh dipandang remeh kerana boleh memberi kesan yang besar kepada persepsi orang ramai. Menurut Jones et al (2019), salah faham walaupun kecil boleh memberi kesan yang ketara. Kajian mereka yang melibatkan responden dari Jerman dan United Kingdom mendedahkan bahawa terdapat kekeliruan di negara-negara tersebut mengenai pelakuran nuklear. Penggunaan terminologi seperti “*depleted uranium*” menyebabkan respondens mengaitkannya untuk mempunyai kesan negatif yang sama seperti “*enriched uranium*” walaupun kedua-duanya mempunyai tujuan yang berbeza, untuk tindak balas yang berbeza sepenuhnya. Kekeliruan ini menyumbang kepada kesan pelabelan negatif yang membawa kepada pandangan yang tidak baik terhadap teknologi tersebut. Selain itu, jurang pengetahuan dalam teknologi khusus ini adalah sejajar dengan penemuan daripada Turcanu et al (2020). Kebanyakan responden mempunyai pengetahuan yang minimum tentang pelakuran nuklear, hanya dapat menerangkan secara umum akan tindak balasnya. Miskonsepsi dapat dilihat dengan jelas, kerana ramai responden masih terkeliru pelakuran nuklear dengan pembelahan nuklear, mengaitkannya dengan uranium dan pembelahan atom. Pemahaman awam yang terhad tentang gabungan nuklear ini berkorelasi dengan latar belakang sosial dan pendidikan, dan memerlukan kepentingan meningkatkan pengetahuan awam akan teknologi ini.

Pandangan awam adalah faktor penting dalam menjayakan pelaksanaan gabungan nuklear. Berdasarkan penemuan terbaru di China, kajian kes oleh Yang et al (2022) menunjukkan bahawa kekurangan maklumat mengenai pelakuran nuklear boleh mempengaruhi tingkah laku orang ramai terhadap teknologi pelakuran. Kajian ini menekankan bahawa individu yang tidak mempunyai pengetahuan yang mencukupi mengenai pelakuran nuklear cenderung bergantung

kepada kepercayaan sosial dalam membuat pendirian mereka dalam isu ini. Pergantungan ini boleh menjadi berat sebelah kerana dipengaruhi oleh pelbagai faktor seperti negara asal mereka, tahap kepercayaan kepada kerajaan dan persepsi risiko berdasarkan teknologi nuklear lain. Tambahan pula, Jones et al (2024) menyiasat sisi sosial persepsi orang ramai terhadap pelakuran nuklear dalam kajian mereka tentang pemahaman awam di Eropah. Penemuan mereka mendedahkan bahawa individu yang kurang pengetahuan lengkap atau mempunyai pemahaman yang separa tepat tentang gabungan masih cenderung untuk menyatakan pendapat. Kurang pemahaman disebabkan maklumat yang salah atau salah faham adalah mengganggu kerana boleh membawa kepada salah faham yang meluas. Ketakutan dan ketidakpercayaan orang ramai boleh menghalang usaha kerajaan dalam menyelidik pelakuran nuklear yang boleh menyebabkan kelewatan pembangunan dan penggunaan pelakuran nuklear.

Persepsi pelakuran nuklear dibentuk oleh pengalaman dengan teknologi sedia ada. Berdasarkan Gupta et al (2023), orang ramai cenderung untuk merujuk pengetahuan mereka daripada teknologi nuklear terdahulu dalam menghadapi teknologi pelakuran yang baru. Kajian-kajian tersebut menekankan hubungan linear antara pengetahuan dan risiko nuklear yang dirasakan di mana pengetahuan yang lebih tinggi menyumbang kepada peningkatan kerisauan akan risiko nuklear ini. Orang ramai berasa tidak senang tentang sifat pemusnah teknologi berkaitan nuklear, dipengaruhi oleh peristiwa sejarah masa lalu seperti pengeboman Hiroshima dan bencana Chernobyl. Trend yang sama boleh diperhatikan dalam kalangan penduduk Jepun, dengan sejumlah besar responden (60%) mengaitkan pelakuran nuklear dengan bahaya dan menyatakan kekurangan keyakinan terhadap teknologi (Otake, 2023). Tanggapan negatif ini boleh dikaitkan dengan sejarah Jepun sebagai satu-satunya negara yang mengalami pengeboman nuklear dan kehancuran pada abad yang lalu. Peristiwa ini telah meninggalkan imej negatif yang berkekalan, mewujudkan kebimbangan terhadap apa sahaja yang berkaitan dengan teknologi nuklear, termasuk wilayah gabungan yang tidak dikenali.

Isu pengetahuan yang tidak mencukupi mengenai pelakuran nuklear bukan sahaja memberi kesan kepada masyarakat umum, tetapi juga individu di institusi pendidikan. Eddahby et al. (2019) mendapati bahawa sekolah menengah aliran sains yang menumpukan pada kimia fizikal dan fizik nuklear masih bergelut dengan idea pelakuran nuklear dan masih ada salah faham. Hal ini adalah ganjil, memandangkan topik ini berkaitan dengan sains nuklear. Dapatan ini konsisten dengan tinjauan yang dilakukan dalam kalangan pelajar di Universiti Pendidikan Sultan Idris. Responden dipilih daripada pelbagai jurusan, kecuali pelajar fizik, untuk mengukur kesedaran mereka tentang pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga. Kajian menunjukkan hasil yang setanding, mengetengahkan bahawa majoriti pelajar sains dan STEM menyedari akan pelakuran nuklear tetapi sukar untuk memahami idea dan aplikasinya. Namun begitu, pelajar jurusan Matematik dan Pendidikan Awal Kanak-Kanak (PAKK) mencatatkan tahap kesedaran dan pemahaman yang tinggi tentang pelakuran nuklear. Oleh itu, kajian kes ini dijalankan untuk mengenal pasti kesedaran, pengetahuan, dan faktor penyumbang di sebalik fakta bahawa jurusan bukan STEM, mempunyai pemahaman yang lebih baik tentang pelakuran nuklear berbanding jurusan berkaitan STEM.

Objektif

Objektif kajian ini adalah seperti berikut:

1. Untuk mengenalpasti tahap dan sumber kefahaman tentang pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga dalam kalangan pelajar universiti.
2. Untuk mengenalpasti persepsi pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga dalam kalangan pelajar universiti.

Metodologi

Pengkaji menjalankan kajian kualitatif dan reka bentuk kajian adalah kajian kes. Kaedah bagi persampelan yang dipilih dalam kajian ini ialah persampelan bertujuan. Justifikasi di sebalik kajian kualitatif adalah dengan sengaja memilih peserta yang bakal membantu penyelidik memahami persoalan dan masalah kajian (Creswell & Creswell, 2018). Kes mungkin melibatkan satu orang, komuniti, kumpulan, kejadian, episod, peristiwa, bandar atau luar bandar atau subset orang awam. Adalah penting untuk menganggap keseluruhan populasi kajian sebagai satu entiti untuk kajian layak sebagai kajian kes (Kumar, 2011). Pada peringkat awal, kajian rintis dilakukan dalam kalangan pelajar universiti daripada Universiti Pendidikan Sultan Idris. Kemudian, sebanyak tiga peserta yang dipilih dan sesuai menjadi sampel kumpulan berfokus untuk ditemubual bagi kajian ini. Beberapa soalan yang berkaitan dengan objektif kajian telah diajukan kepada para peserta yang rata-rata merupakan pelajar kursus Pendidikan Awal Kanak-Kanak. Sedikit maklumat tentang latar belakang peserta adalah seperti yang tertera dalam Jadual 1.

Jadual 1: Profil Peserta Kajian

Peserta Kajian	Program Pengajian	Semester semasa
Pelajar 1 (P1)	Ijazah Sarjana Muda Pendidikan (Pendidikan Awal Kanak-Kanak)	6
Pelajar 2 (P2)		
Pelajar 3 (P3)		

Pengkaji telah menemu bual para peserta melalui medium *Google Meet* iaitu satu kemudahan atas talian yang membolehkan pengkaji dan peserta berhubung dalam satu ruang dan masa secara virtual. Rakaman video temu bual membantu dalam penukaran kepada teks bertulis dan pengkaji membaca transkrip dengan teliti beberapa kali untuk mendalami dapatan temu bual.

Dapatan Kajian Dan Perbincangan

Daripada kajian rintis yang telah dilaksanakan, didapati pelajar dari program pengajian ISMP Pendidikan Awal Kanak-Kanak memiliki kesedaran tertinggi mengenai pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga. Walaupun mereka bukan daripada pengajian yang melibatkan sains tulen seperti Fizik, Kimia dan Matematik, mereka telah menunjukkan kesedaran yang tinggi mengenai pelakuran nuklear berbanding program pengajian yang lain di Universiti Pendidikan Sultan Idris.

Tahap dan Sumber Kefahaman tentang Pelakuran Nuklear

Hasil temubual bersama setiap pelajar menunjukkan mereka memiliki pengetahuan asas yang kukuh mengenai pelakuran nuklear. Mereka mengetahui mengenai pelakuran nuklear kebanyakannya melalui sumber media digital. Walaupun begitu, pada awalnya mereka menjumpai informasi mengenai pelakuran nuklear secara tidak sengaja ataupun algoritma media sosial yang sering memaparkan informasi secara rawak. Hal ini selari dengan hasil dapatan dari temu bual pengkaji bersama P1 iaitu:

“...Melalui apa yang saya faham dan apa yang saya bacalah mengenai pelakuran nuklear, proses ini merupakan tindak balas dimana dua ataupun lebih nukleus biasanya deuterium dan tritium bergabung untuk membentuk satu atau lebih nukleus atom dan zarah subatom yang berbeza. So, dalam pelakuran nuklear ini

saya pernah terbaca yang syarat proses ini memerlukan suhu yang sangat tinggi untuk pelakuran itu berlaku. Saya bukanlah dari latar belakang sains tulen. Jadi, kebanyakan saya dapat informasi mengenai pelakuran nuklear adalah secara tidak sengaja atau random melalui media sosial...”

(P1/tb)

P1 mampu memberi definisi yang tepat terhadap pelakuran nuklear selari dengan dapatan Haider (2019), yang menyatakan proses di mana dua nukleus yang lebih ringan, biasanya isotop hidrogen, bergabung bersama di bawah keadaan tekanan dan suhu yang sangat tinggi untuk membentuk nukleus yang lebih berat serta menghasilkan pelepasan sejumlah besar tenaga. Mereka bukan sahaja mengetahui bagaimana proses pelakuran nuklear ini terjadi, malah dapat memberikan contoh perbezaan antara proses pembelahan nuklear dan pelakuran nuklear seperti yang telah dinyatakan oleh P2 iaitu:

“...Okay melalui apa yang saya faham pula yang pelakuran pelakuran nuklear ini melibatkan penggabungan antara dua nukleus untuk membentuk satu bentuk ataupun nukleus yang lebih stabil. Berbeza dengan pembelahan nuklear. Kalau pembelahan nuklear ini melibatkan pemecahan nukleus yang besar kepada yang lebih kecil. Itu apa yang saya fahamlah. Selain itu, pelakuran nuklear boleh berlaku secara semula jadi, tetapi kalau pembelahan nuklear tidak boleh berlaku secara semula jadi. Saya tahu mengenai pelakuran nuklear ini dari media sosial sahaja seperti facebook dan X (twitter). Kami pelajar ISMP PAKK memiliki kesedaran yang tinggi terhadap perkara ini mungkin sebab kami pernah mengajar murid mengenai kepentingan sumber tenaga bersih demi penyelesaian masalah tenaga pada masa depan ...”

(P2/tb)

Terdapat banyak perbezaan antara proses pembelahan nuklear dan pelakuran nuklear. Kenyataan P2 selari dengan dapatan Freire dan Andrade (2022), dimana pelakuran adalah proses yang lebih semula jadi kerana ia berlaku di bintang-bintang, manakala pembelahan biasanya bersifat buatan dan memerlukan reaktor buatan manusia. Selain itu, pelajar daripada ISMP Pendidikan Awal Kanak-Kanak ini juga mampu menceritakan dari mana terhasilnya deuterium dan tritium yang merupakan isotop hidrogen serta antara bahan yang penting dalam pelakuran nuklear. Perkara ini seperti yang telah disebut oleh P3:

“...dan kalau pendapat saya pula, ini pun berdasarkan apa yang saya baca dekat apa dekat internet, dimana pelakuran nuklear menggunakan isotop hidrogen macam deuterium dan tritium. So kalau deuterium berdasarkan apa yang saya pernah bacalah, boleh didapati dari air laut. Kalau tritium pula dia dihasilkan melalui litium. Kalau dari segi informasi bagi saya macam pernah dengar tapi tak ambil benda itu secara seriuslah. Sekadar macam dengar dengar sahaja. So kalau pernah mungkin melalui Tik Tok lah. Kami pelajar ISMP PAKK mempunyai kesedaran tertinggi dalam kalangan program pengajian lain, mungkin disebabkan kami sering mencari strategi pengajaran dan bahan bantu mengajar di media sosial. Oleh itu, kadang-kadang akan terkeluar info seperti pelakuran nuklear, lebih-lebih lagi bila kami cari bahan mengenai bidang sains dan sebagainya. Media sosial seperti TikTok ini bersifat random. So kalau informasi atau berita ada dekat FYP, kita akan dengar dengan apa yang terjadi perihal perkara tersebut. So, dari media sosial sahaja saya tahu pasal pelakuran nuklear ini...”

(P3/tb)

Kenyataan yang dikeluarkan oleh P3 mengenai asal terhasilnya isotop hidrogen iaitu deuterium dan tritium adalah benar. Menurut Katz (2004), deuterium boleh diekstrak daripada air laut, manakala tritium dihasilkan melalui penangkapan neutron dalam aloi litium-aluminium. Jika diperhatikan daripada ketiga-tiga responden, mereka memperoleh pengetahuan mengenai pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga adalah melalui media sosial sahaja seperti facebook, X (Twitter), dan Tik Tok. Generasi baru kini membesar dengan lebih matang, mereka menjadi lebih mahir dalam menerima media dan menilai mesej serta kandungan yang sampai kepada mereka melalui pelbagai platform khususnya media sosial (Metzger et al., 2015; Silveira & Gancho, 2021). Antara sebab mengapa mereka memiliki kesedaran yang tinggi mengenai pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga berbanding program pengajian lain adalah kerana seringkali mencari sumber pengajaran di media sosial dan secara sengaja atau tidak sengaja menjumpai maklumat mengenai perkara tersebut.

Persepsi akan Pelakuran Nuklear

Berdasarkan respons ketiga-tiga responden bersetuju akan potensi pelakuran nuklear sebagai tenaga bersih. Teknologi ini diakui oleh P1 dalam pandangannya:

“...dia ada kelebihan dan cabarannya sendiri di mana kelebihan nuklear ini, dia mempunyai kapasiti besar... Tapi cabarannya adalah dari segi keselamatannya tapi cabarannya adalah dari segi keselamatannya kemalangan nuklear ataupun penyalahgunaan senjata nuklear menimbulkan risiko keselamatan yang serius...”

(P1/tb)

P2 pula menyokong persetujuannya dengan mengetengahkan manfaat teknologi ini terhadap alam sekitar:

“...dia ada potensi untuk jadi sumber tenaga bersih sebab pelakuran nuklear ini, dia dapat mengurangkan pengeluaran karbon...kuranglah pelepasan karbon dioksida tu dan perkara ni membolehkan kita untuk menangani perubahan iklim yang terjadi sekarang...”

(P2/tb)

P3 memperkuat lagi kebaikan teknologi dengan menyatakan bahawa:

“...dia pun mendapat bahan-bahan tu pun dari semula jadi. Maksudnya macam bahan bakar itu terutamanya yang deuterium tadi itu dia didapati dari air laut kan. tritium itu pula dia rasakan dari litium yang ada dekat bumi ini...”

(P3/tb)

Respons positif ini akan potensi teknologi pelakuran nuklear tidak tanpa risiko yang mencabar aplikasinya. Hal ini dapat diperhatikan melalui kebimbangan yang disuarakan oleh responden:

“... dari segi keselamatan di mana kalau potensi kemalangan nuklear boleh berlaku... risiko untuk penyalahgunaan senjata nuklear pun boleh jadi...”

(P1/tb)

“... boleh jadinya kebocoran radioaktif ...benda ini boleh menyebabkan bahayalah kepada manusia dan juga alam sekitar especially dari segi kesihatan...”

(P2/tb)

“... kalau radiasi tu dia apa menyebar dia akan menyebabkan mutasi genetik itu ... mengakibatkan kelahiran dengan kecacatan genetik atau peningkatan risiko penyakit genetik...”

(P3/tb)

Responden dapat menjelaskan dengan baik kesan baik aplikasi pelakuran nuklear terhadap persekitaran semula jadi dan mengenal pasti sumber bahan api bagi proses ini, menunjukkan responden mempunyai pengetahuan dan kesedaran yang tinggi akan proses pelakuran nuklear. Namun begitu, mereka tidak mengetepikan cabaran pengaplikasiannya khususnya yang melibatkan keselamatan serta risiko untuk terjadinya kemalangan. Semua responden mengakui kebimbangan mereka terhadap risiko pelakuran nuklear, menekankan kesan buruk yang mungkin dihadapi oleh manusia dan alam sekitar jika teknologi ini tidak dikendalikan dengan baik dan bertanggungjawab. Hubungan berkadar langsung antara pengetahuan dan kesedaran dengan kebimbangan terhadap teknologi ini seiring dapatan Ciotti (2019). Kajian ini menyatakan bahawa berita tentang potensi pembangunan mendapat respons berbelah bahagi ahli sains dan kelompok yang berpengetahuan. Walaupun, mereka menyatakan minat dengan kemajuan ini namun mereka mula meragui keberkesannya sebenar teknologi ini terutamanya dari segi penggunaan sumber dan implikasi keselamatan.

Kerisauan ini boleh dikaitkan dengan pengalaman lepas tamadun manusia akan teknologi nuklear secara umum. Pernyataan ini disokong melalui persetujuan kesemua responden akan isu ini yang menyatakan:

“...Hiroshima dan Chernobyl...menggambarkan kemusnahan penderitaan yang tidak dapat dibayangkan ... terdapat banyak faktor yang mempengaruhi pandangan tentang amalan nuklear ini termasuk penyelidikan saintifik peraturan keselamatan dan kemajuan teknologi dalam mengurus risiko yang berkaitan...”

(P1/tb)

“...memberi kesan yang sangat dalamlah... menunjukkan betapa kuatnya pemusnah tenaga nuklear ini ... menyebabkan banyak kehilangan nyawa ataupun kesan kesihatan jangka panjang...”

(P2/tb)

“... dia akan berikan kesan buruk kepada persepsi orang ramailah...ramai individu melihat perkara tu kan dia sebagai teknologi yang sangat berisiko dan tidak selamat...”

(P3/tb)

Mereka mempersetujui bahawa peristiwa bersejarah seperti pengeboman Hiroshima dan tragedi Chernobyl dapat mempengaruhi persepsi umum terhadap teknologi nuklear. Hal ini disokong dengan dapatan kajian Park et al (2021). Kajian ini mendapati tragedi Fukushima telah mendorong persepsi awam ke arah pandangan yang lebih negatif. Kebimbangan mendadak orang awam terhadap risiko pembangunan tenaga nuklear mampu secara tidak sengaja mengakibatkan persepsi negatif terpalit kepada teknologi hijau lain. Faktor pengalaman lepas ini memberikan gambaran bagaimana pengetahuan dan kesedaran yang tinggi dapat mendorong individu untuk mempertimbangkan risiko dan kesan negatif dengan lebih teliti bagi mengelakkan daripada kemalangan berlaku.

Rumusan

Kesimpulannya, dapat dilihat bahawa media sosial seperti *Facebook*, *Instagram*, *X (Twitter)* dan *Tik Tok* memainkan peranan yang penting dalam menyebarkan kesedaran mengenai proses pelakuran nuklear sebagai sumber tenaga dalam kalangan belia khususnya pelajar universiti. Hal ini mungkin disebabkan golongan ini banyak menggunakan gadget moden seperti telefon pintar, komputer riba dan tablet berbanding melihat berita di surat khabar dan televisyen. Dapatan kajian menonjolkan pengetahuan dan kesedaran tinggi terhadap dua sisi pembangunan teknologi pelakuran sebagai alternatif tenaga bersih. Potensi dan kesan baiknya diakui namun begitu terdapat kebimbangan terhadap cabaran dan risiko dalam merealisasikan teknologi ini. Kebimbangan ini besar dipengaruhi oleh tragedi nuklear lepas sehingga mendorong pendekatan waspada dan persepsi negatif terhadap teknologi nuklear. Hubungan antara pengetahuan dan kesedaran yang tinggi terhadap persepsi umum menyerlahkan peranannya dalam membentuk pandangan pelajar universiti. Oleh itu, pengaruh faktor ini boleh dimanfaatkan pelbagai pihak seperti kerajaan dalam mempertingkatkan pengetahuan dan kesedaran terhadap potensi pelakuran nuklear serta memperbetulkan salah faham akan teknologi ini.

Rujukan

- Barbarino, M. (2020). A brief history of nuclear fusion. *Nature Physics*, 16(9), 890–893. <https://doi.org/10.1038/s41567-020-0940-7>
- Busagala, L., & Kayanda, A. (2022). Awareness enhancement on atomic energy and nuclear technology applications using ICT. *African Journal of Applied Research*, 8(1), 362–374. <https://doi.org/10.26437/ajar.03.2022.24>
- Ciotti, P. (2019, March 13). Fear of fusion: What if it works? - Los Angeles Times. *Los Angeles Times*. <https://www.latimes.com/archives/la-xpm-1989-04-19-vw-2042-story.html>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design : Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). https://spada.uns.ac.id/pluginfile.php/510378/mod_resource/content/1/creswell.pdf
- Eddahby, M., Harir, S., & Zouhair, A.- The Student's Conceptions about the Nuclear Fission and Fusion. (2019). <https://www.ijires.org/index.php/issues?view=publication&task=show&id=297>
- Farias, G., Fabregas, E., Martínez, I., Vega, J., Dormido-Canto, S., & Vargas, H. (2021). Nuclear fusion pattern recognition by ensemble learning. *Complexity*, 2021, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2021/1207167>
- Gupta, K., Jenkins-Smith, H., Ripberger, J., Silva, C., Fox, A., & Livingston, W. (2024). Americans' views of fusion Energy: Implications for sustainable public support. *Fusion Science and Technology*, 1–17. <https://doi.org/10.1080/15361055.2024.2328457>
- Haider, Q. (2019). Nuclear fusion: Holy grail of energy. *Nuclear Fusion - One Noble Goal and a Variety of Scientific and Technological Challenges*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.82335>
- Hora, H., Eliezer, S., Kirchhoff, G. J., Nissim, N., Wang, J. X., Lalouis, P., Xu, Y. X., Miley, G. H., Martinez-Val, J. M., McKenzie, W., & Kirchhoff, J. (2017). Road map to clean energy using laser beam ignition of boron-hydrogen fusion. *Laser and Particle Beams*, 35(4), 730–740. <https://doi.org/10.1017/s0263034617000799>
- Hora, Heinrich, Fuerbach, A., Ladouceur, F., & McKenzie, W. (2021). Green energy generation via optical laser pressure initiated nonthermal nuclear fusion. *Optical Engineering*, 61(02). <https://doi.org/10.1117/1.oe.61.2.021004>
- Jones, C. R., Yardley, S., & Medley, S. (2019). The social acceptance of fusion: Critically examining public perceptions of uranium-based fuel storage for nuclear fusion in Europe. *Energy Research & Social Science*, 52, 192–203. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.02.015>

- Jones, C. R., Oltra, C., Giacometti, A., Čok, V., Povh, J., Lamut, U., Meskens, G., Kenens, J., Geysmans, R., Turcanu, C., Ferencz, Z., Orlando, M. T., & Bustreo, C. (2024). The clock is ticking: Understanding the ‘mixed feelings’ about fusion energy in Europe. *Energy Research & Social Science*, 113, 103538. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103538>
- Katz, J. J. (2004). Deuterium and tritium. Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology. <https://doi.org/10.1002/0471238961.0405212011012026.a01.pub2>
- Kumar, R. (2015). Research Methodology step-by-step guide for beginners. http://www.sociology.kpi.ua/wp-content/uploads/2014/06/Ranjit_Kumar-Research_Methodology_A_Step-by-Step_G.pdf
- Park, E. (2021). Social acceptance of renewable energy technologies in the post-fukushima era. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.612090>
- Ondir Freire, L., & de Andrade, D. A. (2022). A preliminary proposal for a hybrid lattice confinement fusion–fission reactor for Mobile Nuclear Power Plants. *Fusion Science and Technology*, 78(4), 259–274. <https://doi.org/10.1080/15361055.2021.2000327>
- Otake, T. (2023, May 25). Amid renewed interest in nuclear fusion, Japan’s research reaches critical stage. *The Japan Times*. <https://www.japantimes.co.jp/news/2023/02/19/national/science-health/japan-nuclear-fusion-research-critical-stage/>
- Silveira, P., & Gancho, S. (2021). University students engagement with fake news: The Portuguese case. *Observatorio (OBS*)*, 15(1). <https://doi.org/10.15847/obsobs15120211696>
- Tenaga Nasional Berhad. (2024, January 18). Tenaga nuklear semakin relevan penuhi keperluan tenaga Malaysia. *Harian Ekspres (KK)*. <https://www.tnb.com.my/assets/newsclip/18012024a.pdf>
- Turcanu, C., Prades, A., Sala, R., Perko, T., & Oltra, C. (2020). Fusion energy: A deeper look into attitudes among the general public. *Fusion Engineering and Design*, 161, 111891. <https://doi.org/10.1016/j.fusengdes.2020.111891>
- Takeda, S., & Pearson, R. (2019). Nuclear fusion power plants. *Power Plants in the Industry*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.80241>
- Yang, J., Wang, J., Zhang, X., Shen, C., & Shao, Z. (2022). How social impressions affect public acceptance of nuclear energy: a case study in China. *Sustainability*, 14(18), 11190. <https://doi.org/10.3390/su141811190>