



INTERNATIONAL JOURNAL OF
EDUCATION, PSYCHOLOGY
AND COUNSELLING
(IJEPC)
www.ijepec.com



**APLIKASI TEKNIK *FUZZY DELPHI* DALAM PEMBANGUNAN
MODUL PEMBELAJARAN STEM TENAGA NUKLEAR BAGI
MATA PELAJARAN SAINS TINGKATAN EMPAT**

*APPLICATION OF FUZZY DELPHI TECHNIQUE IN THE DEVELOPMENT OF
NUCLEAR ENERGY STEM LEARNING MODULE FOR FORM FOUR SCIENCE
SUBJECTS*

Suraya Mohamed Sabri^{1*}, Siti Rahaimah Ali², Izazol Idris³

¹ Universiti Pendidikan Sultan Idris
Email: surayasabri79@gmail.com

² Universiti Pendidikan Sultan Idris
Email: siti.rahaimah@fpm.upsi.edu.my

³ Universiti Pendidikan Sultan Idris
Email: izazol@fpm.upsi.edu.my

* Corresponding Author

Article Info:

Article history:

Received date: 02.11.2021

Revised date: 18.12.2021

Accepted date: 28.12.2021

Published date: 31.12.2021

To cite this document:

Sabri, S. M., Ali, S. R., & Idris, I. (2021). Aplikasi Teknik Fuzzy Delphi Dalam Pembangunan Modul Pembelajaran Stem Tenaga Nuklear Bagi Mata Pelajaran Sains Tingkatan Empat. *International Journal of Education, Psychology and Counseling*, 6 (44), 278-287.

DOI: 10.35631/IJEPC.644021

This work is licensed under [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Copyright © GLOBAL ACADEMIC EXCELLENCE (M) SDN BHD - All rights reserved

Abstrak:

Kajian ini dijalankan secara kuantitatif untuk membangunkan modul pembelajaran STEM tenaga nuklear berdasarkan kesepakatan pakar. Pendidikan tenaga nuklear dalam bidang Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) merupakan agenda penting dalam Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia (PPPM) 2013 – 2025 bagi memenuhi aspirasi negara dan kehendak dunia global. Peranan guru penting dalam pengajaran dan pembelajaran tenaga nuklear supaya objektif pelajaran tercapai. Pembelajaran topik tenaga nuklear dianggap topik yang sukar untuk difahami kerana ianya tidak boleh dilihat, dirasai atau dihidu. Guru yang mempunyai pengetahuan terhad mengenai tenaga nuklear juga menyumbang kepada miskonsepsi pengetahuan pelajar. Kajian ini dilakukan dengan menggunakan instrumen soal selidik teknik Fuzzy Delphi ke atas 11 orang pakar bagi mendapatkan pandangan dan kesepakatan. Dapatan data teknik Fuzzy Delphi dianalisis bagi menentukan elemen – elemen bagi subtajuk, isi kandungan, strategi dan gaya pembelajaran serta latihan resos yang bersesuaian dalam modul pembelajaran. Hasil dapatan kajian menunjukkan kesemua elemen menepati syarat, iaitu nilai threshold adalah kurang daripada 0.2 dan peratusan kumpulan pakar melebihi 75%. Ini menunjukkan kesemua item diperlukan oleh panel pakar dalam

membangun modul pembelajaran STEM tenaga nuklear bagi mata pelajaran Sains tingkatan empat.

Kata Kunci:

STEM, Tenaga Nuklear, Modul Pembelajaran

Abstract:

This study was conducted quantitatively to develop a nuclear energy STEM learning module based on expert consensus. Nuclear energy education in the field of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) is an important agenda in the Malaysian Education Development Plan (PPPM) 2013-2025 to meet the aspirations of the country and the needs of the global world. The role of teachers is important in the teaching and learning of nuclear energy so that the objectives of the lesson are achieved. Learning the topic of nuclear energy is considered a difficult topic to understand because it cannot be seen, felt or smelled. Teachers with limited knowledge of nuclear energy also contribute to students' knowledge misconceptions. This study was conducted using Fuzzy Delphi technique questionnaire instrument on 11 experts to obtain views and consensus. Fuzzy Delphi technique data were analyzed to determine the elements of sub - topics, content, strategies and learning styles as well as appropriate resource training in the learning modules. The results of the study showed that all elements met the requirements, namely the threshold value d was less than 0.2 and the percentage of the expert group was more than 75%. This shows that all the items are required by the expert panel in developing the nuclear energy STEM learning module for the form four Science subject.

Keywords:

STEM, Nuclear Energy, Learning Module

Pengenalan

Pelaksanaan STEM dalam proses pengajaran dan pembelajaran di Malaysia bermula apabila Kementerian Pendidikan Malaysia memperkenalkan Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia, PPPM (2013-2025) pada 6 September 2012. Menurut Nur Farhana Ramli & Othman Talib (2017), kerajaan telah memberi tumpuan yang lebih kepada pelajar untuk mendaftar dalam Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) melalui penyepaduan dalam pengajaran dan pembelajaran. Kepentingan yang tinggi ini bertujuan untuk melahirkan tenaga pakar dalam bidang sains, kejuruteraan, perubatan dan sektor teknologi yang lain.

Pendidikan tenaga nuklear merupakan salah satu cabang pembelajaran yang terdapat dalam bidang STEM. Ia turut menyumbang kepada perkembangan pendidikan sains dan teknologi di Malaysia. Agensi Nuklear Malaysia yang ditubuhkan pada tahun 1972, telah memberi fokus kepada pendidikan teknologi nuklear kepada umum (Haizun Ruzanna Sahar et al., 2017). Antara pembangunan bidang yang diberi tumpuan adalah perubatan, industri, pembuatan, pertanian, kesihatan, keselamatan dan alam sekitar. Pendidikan tenaga nuklear diperkukuhkan di kalangan pelajar terutamanya sekolah menengah bagi menyokong pengaplikasian nuklear dalam pelbagai bidang.

Pembangunan dan pembinaan modul pembelajaran STEM tenaga nuklear dilihat sebagai satu strategi untuk membantu meningkatkan prestasi pencapaian pelajar. Penggunaan modul membolehkan peningkatan kemahiran berfikir, menguasai konteks kandungan yang kompleks dan akhirnya meningkatkan kualiti keberhasilan pelajar. Teknik – teknik pembelajaran yang aktif dan efektif bukan sahaja boleh memberi kesan terhadap tahap penguasaan pelajar, malah membantu guru supaya lebih berkemampuan dalam bilik darjah. Sabharwal & Gerardo-abaya (2019) mendapati guru yang berpengetahuan dalam pendidikan tenaga nuklear adalah penting supaya maklumat yang tepat dapat disampaikan kepada para pelajar.

Pernyataan Masalah

Perubahan landskap pendidikan negara menjadi suatu keperluan bagi menyediakan pelajar ke arah mendepani cabaran kehidupan abad-21. Pelajar – pelajar telah mendapat pendedahan mengenai pendidikan tenaga nuklear seawal usia sepuluh tahun lagi di dalam Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR). Di peringkat sekolah menengah pula, pendidikan tenaga nuklear diteruskan dengan lebih mendalam melalui dua mata pelajaran iaitu Sains dan Fizik.

Walau bagaimanapun, kajian oleh Y et al. (2017) mendapati topik tenaga nuklear merupakan topik yang sukar difahami. Pelajar – pelajar menyatakan mata pelajaran Sains bukanlah mata pelajaran yang diminati oleh mereka. Pelajar menganggap topik radiasi dalam tenaga nuklear sukar untuk dipelajari kerana ianya tidak boleh dilihat, dihidu atau pun dirasai. Kekangan dari segi kemudahan peralatan juga menjadi punca tenaga nuklear menjadi topik mencabar untuk difahami oleh pelajar.

Tahap pengetahuan guru yang terhad terhadap topik tenaga nuklear juga mempengaruhi pengajaran dan pembelajaran. Sorotan kajian oleh Norazlin Mohd Rusdin & Siti Rahaimah Ali (2019) mendapati guru yang berdepan dengan pengetahuan yang terhad telah menghadkan amalan pengajaran dalam bilik darjah. Kelemahan guru ini boleh menyebabkan miskonsepsi pelajar tidak dapat diperbetulkan melalui aktiviti pembelajaran sehingga memberi kesan kepada kepincangan penyampaian pendidikan kepada pelajar-pelajar (Katengeza et al., 2019).

Modul My-Neo ada dikeluarkan oleh Agensi Nuklear Malaysia untuk kegunaan golongan sasaran (orang awam, pelajar sekolah dan guru sains seluruh Malaysia). Modul ini mengandungi pelbagai aktiviti dan strategi pembelajaran. Namun, kandungan modul kurang bersesuaian dengan standard pembelajaran yang terkandung dalam Dokumen Standard Kurikulum Pentaksiran (DSKP) Sains tingkatan empat.

Objektif Kajian

Objektif kajian ini ialah untuk membangunkan modul pembelajaran STEM tenaga nuklear bagi mata pelajaran Sains untuk kegunaan pelajar tingkatan empat. Kajian ini dijalankan dengan menggunakan teknik Fuzzy Delphi berdasarkan kesepakatan 11 orang pakar.

Reka Bentuk Kajian

Kajian ini mengaplikasikan teknik Fuzzy Delphi dalam mendapatkan kesepakatan pakar untuk mengenal pasti kandungan modul pembelajaran STEM tenaga nuklear. Teknik Fuzzy Delphi melibatkan proses pengesahan dan pandangan daripada panel pakar di mana skala Likert yang dipilih oleh pakar ditukarkan kepada skala Fuzzy. Teknik Fuzzy Delphi telah diterokai dan

digunakan hampir beberapa dekad di mana penyelidik masa lalu iaitu Murray, Pipino dan Gigch telah mempeloporinya pada tahun 1985 (Creager & Murray, 1985).

Bilangan dan Kriteria Pakar

Bilangan pakar sebagai responden kajian adalah berdasarkan kepada Jones & Twiss (1978) yang memberikan bilangan pakar antara 10 hingga 50 orang pakar bagi kajian Delphi. Penegasan bilangan pakar juga selari dengan pandangan pengkaji terdahulu bahawa jumlah pakar yang dibenarkan adalah antara 10 hingga 15 orang pakar sekiranya kesepakatan dan keseragaman pakar adalah tinggi (Adler & Ziglio, 1996). Selain itu pakar yang dipilih perlu memiliki latar belakang atau pengalaman dalam bidang yang berkaitan dengan kajian yang dijalankan, agar pemilihan ini dapat menyokong pendapat mereka kepada keperluan kajian serta dapat menyemak semula penghakiman awal mereka untuk mencapai kesepakatan dalam kalangan pakar (Pill, 1971). Jadual 1 menunjukkan profil pakar yang terlibat dalam teknik Fuzzy Delphi.

Jadual 1: Profil Pakar

Bilangan Pakar	Kriteria Pakar
2	Guru Cemerlang Sains
2	Pegawai Penyelidik Agensi Nuklear Malaysia
2	Tenaga Pengajar Utama Pusat STEM Negara
1	Ketua Penolong Pengarah Bahagian Pembangunan Kurikulum, KPM
1	Pensyarah Program Sains Nuklear, Universiti Awam
1	Ketua Penolong Pengarah Unit Pendidikan, Pusat Sains Negara
1	Ketua Penolong Pengarah Kanan, Jabatan Pendidikan Negeri Selangor
1	Pegawai SIP+ Pejabat Pendidikan Daerah Klang

Soal Selidik Pakar

Instrumen soal selidik digunakan untuk mendapatkan data kuantitatif berkenaan keperluan elemen dan kandungan dalam modul pembelajaran STEM tenaga nuklear. Penggunaan soal selidik bertujuan untuk memenuhi syarat teknik Fuzzy Delphi untuk mendapatkan kesepakatan pakar. Jadual 2 menunjukkan data – data untuk kajian ini akan dikumpulkan dengan menggunakan soal selidik yang terdiri daripada empat bahagian, iaitu:

Jadual 2: Bahagian Soal Selidik

Bahagian	Elemen	Bil.	Item
A	Subtajuk	1	Penggunaan tenaga nuklear
		2	Impak penggunaan tenaga nuklear
		3	Tenaga nuklear di Malaysia
		4	Penghasilan tenaga nuklear
B	Isi kandungan	1	Mewajarkan penggunaan tenaga nuklear bagi negara yang telah dikenal pasti
		2	Merumuskan impak ujian nuklear ke atas persekitaran
		3	Menceritakan impak penggunaan senjata nuklear kepada hidupan dan persekitaran

		4	Mewajarkan pembinaan stesen janakuasa nuklear di Malaysia
		5	Mewajarkan penggunaan tenaga nuklear bagi negara yang menggunakannya
		6	Memerihalkan penghasilan tenaga nuklear melalui pembelahan nukleus dan pelakuran nukleus
		7	Memerihalkan penjanaan tenaga elektrik daripada tenaga nuklear
C	Strategi & Gaya Pembelajaran	1	Penyelesaian masalah
		2	Pembelajaran berasaskan projek
		3	Pembelajaran koperatif
		4	Didik hiburan
		5	Pendekatan inkuiri
D	Latihan Resos	1	Persembahan infografik
		2	Penghasilan peta minda
		3	Kuiz melalui Google Form
		4	e-folio
		5	Latih tubi

Penganalisan Data

Di dalam penggunaan teknik Fuzzy Delphi, terdapat beberapa langkah yang perlu dipatuhi agar kajian ini dianggap kajian yang empirikal. Turutan langkah adalah seperti ditunjukkan dalam jadual 3.

Jadual 3: Langkah-langkah Teknik Fuzzy Delphi

Langkah-langkah	Penerangan
Menentukan bilangan pakar	11 orang pakar dikenal pasti dalam bidang kepakaran masing-masing untuk menentukan kandungan modul
Pemilihan skala Fuzzy	7 skala linguistik dipilih
Penentuan nilai purata (a_1, a_2, a_3)	Memperolehi nilai purata bagi setiap pakar yang terlibat
Penentuan nilai d	Jika nilai threshold 0.2 iaitu melebihi 75%, maka semua pakar dianggap mencapai kesepakatan
Penilaian Fuzzy	Aggregat penilaian Fuzzy (triangular fuzzy number)
Defuzzification	Alternatif turutan ranking ditentukan mengikut nilai a_i

Dapatan Kajian

Jadual 4 menunjukkan dapatan kajian bagi elemen subtajuk modul berdasarkan kesepakatan pakar. Data ini terdiri daripada nilai threshold d, nilai threshold konstruk, peratus kesepakatan pakar dan ranking.

Jadual 4: Nilai Threshold d, Nilai Threshold Konstruk, Peratus Kesepakatan Dan Ranking Bagi Subtajuk Modul

Pakar	Item			
	1	2	3	4
1	0.000	0.042	0.000	0.139
2	0.000	0.111	0.000	0.014
3	0.000	0.111	0.000	0.014
4	0.000	0.111	0.000	0.014
5	0.000	0.042	0.000	0.014
6	0.000	0.042	0.000	0.014
7	0.000	0.042	0.000	0.014
8	0.000	0.042	0.000	0.014
9	0.000	0.042	0.000	0.014
10	0.000	0.042	0.000	0.014
11	0.000	0.042	0.000	0.014
Nilai d	0.000	0.061	0.000	0.025
Nilai d total item			0.086	
Nilai d konstruk			0.021	
Peratus Kesepakatan Pakar				
Peratus item $d \leq 0.2$	100%	100%	100%	100%
Peratus Keseluruhan item $d \leq 0.2$			100%	
Defuzzification	0.967	0.939	0.967	0.958
Ranking	1	4	1	3

Jadual 5 menunjukkan dapatan kajian bagi elemen isi kandungan modul berdasarkan kesepakatan pakar. Data ini terdiri daripada nilai threshold d, nilai threshold konstruk, peratus kesepakatan pakar dan ranking.

Jadual 5: Nilai Threshold d, Nilai Threshold Konstruk, Peratus Kesepakatan Dan Ranking Bagi Isi Kandungan Modul

Pakar	Item						
	1	2	3	4	5	6	7
1	0.063	0.063	0.087	0.028	0.320	0.356	0.111
2	0.063	0.092	0.593	0.028	0.071	0.036	0.111
3	0.092	0.063	0.078	0.125	0.071	0.036	0.111
4	0.092	0.092	0.078	0.125	0.071	0.036	0.042
5	0.063	0.063	0.087	0.028	0.071	0.036	0.042
6	0.063	0.063	0.087	0.028	0.071	0.036	0.042
7	0.063	0.063	0.087	0.028	0.071	0.036	0.042
8	0.063	0.063	0.087	0.028	0.071	0.036	0.042
9	0.063	0.063	0.087	0.028	0.071	0.036	0.042
10	0.330	0.330	0.087	0.028	0.320	0.036	0.042
11	0.063	0.063	0.087	0.028	0.071	0.036	0.042
Nilai d	0.092	0.092	0.131	0.045	0.117	0.065	0.061
Nilai d total item				0.603			
Nilai d konstruk				0.086			

Peratus Kesepakatan Pakar							
Peratus item $d \leq 0.2$	91%	91%	91%	100%	82%	91%	100%
Peratus Keseluruhan item $d \leq 0.2$	92%						
Defuzzification	0.924	0.924	0.906	0.948	0.918	0.942	0.939
Ranking	4	4	7	1	6	2	3

Jadual 6 menunjukkan dapatan kajian bagi elemen strategi dan gaya pembelajaran dalam modul berdasarkan kesepakatan pakar. Data ini terdiri daripada nilai threshold d , nilai threshold konstruk, peratus kesepakatan pakar dan ranking.

Jadual 6: Nilai Threshold d , Nilai Threshold Konstruk, Peratus Kesepakatan Dan Ranking Bagi Strategi Dan Gaya Pembelajaran Dalam Modul

Pakar	Item				
	1	2	3	4	5
1	0.078	0.152	0.139	0.042	0.122
2	0.078	0.243	0.028	0.523	0.558
3	0.076	0.023	0.028	0.162	0.056
4	0.078	0.023	0.256	0.162	0.056
5	0.076	0.152	0.139	0.162	0.122
6	0.076	0.152	0.139	0.162	0.122
7	0.076	0.023	0.028	0.042	0.122
8	0.076	0.023	0.028	0.042	0.122
9	0.076	0.023	0.028	0.042	0.122
10	0.317	0.243	0.256	0.230	0.122
11	0.076	0.023	0.139	0.042	0.269
Nilai d	0.099	0.098	0.110	0.147	0.163
Nilai d total item	0.616				
Nilai d konstruk	0.123				
Peratus Kesepakatan Pakar					
Peratus item $d \leq 0.2$	91%	82%	82%	82%	82%
Peratus Keseluruhan item $d \leq 0.2$	84%				
Defuzzification	0.915	0.864	0.873	0.855	0.882
Ranking	1	4	3	5	2

Jadual 7 menunjukkan dapatan kajian bagi elemen latihan resos dalam modul berdasarkan kesepakatan pakar. Data ini terdiri daripada nilai threshold d , nilai threshold konstruk, peratus kesepakatan pakar dan ranking.

Jadual 7: Nilai Threshold d, Nilai Threshold Konstruk, Peratus Kesepakatan Dan Ranking Bagi Latihan Resos Dalam Modul

Pakar	Item				
	1	2	3	4	5
1	0.042	0.076	0.084	0.231	0.169
2	0.111	0.317	0.169	0.162	0.467
3	0.042	0.076	0.225	0.091	0.084
4	0.111	0.078	0.084	0.162	0.084
5	0.042	0.078	0.084	0.162	0.084
6	0.111	0.078	0.467	0.231	0.225
7	0.042	0.076	0.084	0.091	0.084
8	0.042	0.076	0.169	0.162	0.084
9	0.042	0.076	0.084	0.091	0.084
10	0.042	0.076	0.084	0.162	0.084
11	0.042	0.076	0.084	0.091	0.169
Nilai d	0.061	0.099	0.147	0.149	0.147
Nilai d total item	0.603				
Nilai d konstruk	0.121				
Peratus Kesepakatan Pakar					
Peratus item $d \leq 0.2$	100%	91%	82%	82%	82%
Peratus Keseluruhan item $d \leq 0.2$	87%				
Defuzzification	0.939	0.915	0.812	0.809	0.812
Ranking	1	2	3	5	3

Perbincangan

Daripada dapatan kajian, jelas menunjukkan bahawa keempat – empat elemen asas dalam modul pembelajaran STEM tenaga nuklear adalah diperlukan berdasarkan kepada kesepakatan pakar. Hasil analisis teknik Fuzzy Delphi mendapati elemen-elemen berikut dimasukkan ke dalam modul mengikut ranking yang telah dipersetujui oleh pakar:

a) Subtajuk pendidikan tenaga nuklear mengikut ranking:

- Penggunaan tenaga nuklear
- Impak penggunaan tenaga nuklear
- Tenaga nuklear di Malaysia
- Penghasilan tenaga nuklear

b) Isi kandungan pendidikan tenaga nuklear mengikut ranking:

Penggunaan tenaga nuklear

- Mewajarkan penggunaan tenaga nuklear bagi negara yang telah dikenal pasti

Impak penggunaan tenaga nuklear

- Merumuskan impak ujian nuklear ke atas persekitaran
- Menceritakan impak penggunaan senjata nuklear kepada hidupan dan persekitaran

Tenaga nuklear di Malaysia

- Mewajarkan pembinaan stesesn janakuasa nuklear di Malaysia

Penghasilan tenaga nuklear

- Mewajarkan penggunaan tenaga nuklear bagi negara yang menggunakannya
 - Memerihkan penghasilan tenaga nuklear melalui pembelahan nukleus dan pelakuran nukleus
 - Memerihkan penjanaan tenaga elektrik daripada tenaga nuklear
- c) Strategi dan gaya pembelajaran mengikut tiga ranking tertinggi:
- Penyelesaian masalah
 - Pendekatan inkuiri
 - Pembelajaran koperatif
- d) Latihan resos mengikut tiga ranking tertinggi:
- Persembahan infografik
 - Penghasilan peta minda
 - Latih tubi

Rumusan

Kesepakatan 11 orang pakar terlibat dalam mereka bentuk dan membangunkan modul pembelajaran STEM tenaga nuklear untuk mata pelajaran Sains tingkatan empat. Kesemua pakar ini memberikan pandangan dan pendapat terhadap subtajuk, isi kandungan, strategi dan gaya pembelajaran serta latihan resos yang bersesuaian dalam modul.

Empat subtajuk yang diperkenalkan selari dengan standard pembelajaran dalam Dokumen Standard Kandungan dan Pentaksiran (DSKP) Sains tingkatan empat. Selain itu, pendekatan STEM yang diterapkan dalam modul diharap dapat memberi impak kepada pelajar-pelajar tentang inisiatif memajukan pendidikan negara melalui pengukuhan STEM. Pendidikan yang berkualiti berupaya melahirkan generasi pelapis masa hadapan yang bersikap daya saing dan pemikir kreatif. Jelasnya, kajian ini memberi implikasi yang positif kepada guru dan pelajar.

Rujukan

- Adler, M., & Ziglio, E. (1996). *Gazing into the Oracle: The Delphi Method and its Application to Social Policy and Public Health*. London: Jessica Kingsley Publishers.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum. (2016). *Panduan Pelaksanaan Sains, Teknologi, Kejuruteraan dan Matematik (STEM) dalam Pengajaran dan Pembelajaran*.
- Chang, P. ., Huang, L. ., & Lin, H. . (2000). The Fuzzy Delphi Method via Fuzzy Statistics and Membership Function Fitting and an Application to the Human Resources. *Fuzzy Sets and Systems*, 112(3), 511–520.
- Creager, & Murray, G. . (1985). *The International Encyclopedia Of Education*. Oxford: Pergamon Press Ltd.
- Georgios Tsaparlis, Sotiris Hartzavalos, C. N. (2013). Students' Knowledge of Nuclear Science and Its Connection with Civic Scientific Literacy in Two European Contexts: The Case of Newspaper Articles. *Science and Education*, 22(8), 1963–1991. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9578-5>
- Hafizah Hamzah, & Zanaton H. Iksan. (2018). Tahap Pengetahuan, Kemahiran dan Sikap Pelajar dalam Pendidikan Sains, Teknologi, kejuruteraan dan Matematik (STEM). *Graduate Research in Education Seminar*, 1–9.
- Haizun Ruzanna Sahar, Nasaai Masngut, Mohd Hafizal Yusof, Norzehan Ngadiron, & Habibah Adnan. (2017). Overview of nuclear education and outreach program among Malaysian

- school students. *AIP Conference Proceedings*, 1799(January).
<https://doi.org/10.1063/1.4972906>
- Jones, H., & Twiss, B. . (1978). *Forecasting Technology for Planning Decisions*. New York:Macmillan.
- Katengeza, E. W., Ranasinghe, N. R. A. C., Ozaki, S., & Iimoto, T. (2019). Application of a hand-made air GM counter as a radiation education training material for secondary school education. *Japanese Journal of Health Physics*, 54(4), 206–211.
<https://doi.org/10.5453/JHPS.54.206>
- Murray, T. J., Pipino, L. L., & Gigch, J. P. (1985). A Pilot Study of Fuzzy Set Modification of Delphi. *Human System Management*, 5, 76–80.
- Norazlin Mohd Rusdin, & Siti Rahaimah Ali. (2019). Amalan Dan Cabaran Pelaksanaan Pembelajaran Abad Ke-21. *Proceedings of International Conference on Islamic Civilization and Technology Management*.
- Nur Farhana Ramli, & Othman Talib. (2017). Can Education Institution Implement STEM? From Malaysian Teachers' View. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(3), 721–732. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v7-i3/2772>
- Ocampo, L., Ebisa, J., Ombe, J., & Escoto, M. (2018). Sustainable ecotourism indicators with fuzzy Delphi method – A Philippine perspective. *Ecological Indicators*, 93, 874–888.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.060>
- Pill, J. (1971). The Delphi method: Substance, context, a critique and an annotated bibliography. *Socio-Economic Planning Sciences*, 5(1), 57–71.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0038-0121\(71\)90041-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0038-0121(71)90041-3)
- Powell, C. (2003). The Delphi technique: myths and realities. *Journal of Advanced Nursing*, 41(4), 376–382.
- Sabharwal, S., & Gerardo-abaya, J. (2019). Fostering Nuclear Science in Schools through Innovative Approaches : IAEA Perspectives. *Radiation Environment and Medicine*, 8(1), 26–32.
- Tsaparlis, G., Hartzavalos, S., Vlach, V., Malamou, C., Neila, I., & Pantoula, C. (2020). Affective and Cognitive Outcomes of Project-Based Team Work in a Model Lower Secondary School: The Case of Nuclear Energy. *Science Education International*, 31(1), 52–64. <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i1.6>
- Y, S., H, I., M, N., & M, A. (2017). Importance of Supporting School Education on Radiation After the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident. *Journal of Health Education Research & Development*, 05(01), 1–4. <https://doi.org/10.4172/2380-5439.1000214>