



29 MAR, 2026

Nuklear bukan lagi pilihan

Sinar Harian, Malaysia



Page 1 of 3

Sinar

Ahad

Nuklear bukan lagi pilihan

LAPORAN KHAS

Mukasurat 2, 3 & 4

PERANG di Asia Barat yang mengganggu laluan strategik seperti Selat Hormuz kini mengancam kestabilan bekalan tenaga global, sekali gus meletakkan Malaysia dalam tekanan untuk mencari sumber elektrik baharu yang lebih stabil termasuk nuklear.

Apatah lagi permintaan elektrik terus melonjak apabila pusat data dan AI

dijangka memerlukan hingga 20GW menjelang 2035, hampir separuh penggunaan Semenanjung, ketika permintaan puncak sudah mencecah 20,066MW pada 2024 dengan tambahan 11,000MW lagi dipohon, menurut Suruhanjaya Tenaga.

Malaysia ketika ini masih bergantung kepada bahan api fosil, de-

ngan arang batu dan gas masing-masing menyumbang sekitar 44 peratus dan 33 peratus bekalan elektrik negara, menjadikan nuklear dilihat sebagai sumber tenaga stabil jangka panjang hingga 80 tahun, namun kebimbangan terhadap aspek keselamatan, sisa radioaktif dan kos tinggi terus menghantui perbincangan.



29 MAR, 2026

Mahal dibina, murah jangka panjang



Sinar Harian, Malaysia

Page 2 of 3

Mahal dibina, murah jangka panjang

Mampu bekal elektrik secara stabil selama 60 hingga 80 tahun



Pembangunan nuklear boleh membantu Malaysia memperkukuhkan kedudukan sebagai hab teknologi tenaga di Asia Tenggara.



KOK SIONG



SHAH ALAM - Tenaga nuklear dilihat sebagai pelaburan jangka panjang yang berpotensi menstabilkan harga elektrik negara walaupun kos pembinaan loji sangat tinggi.

Ketua Pusat Penyelidikan Teknologi Nuklear, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia, Profesor Madya Dr Khoo Kok Siong berkata, secara umumnya loji nuklear memang mempunyai kos pembinaan awal paling tinggi berbanding sumber tenaga lain.

Bagaimanapun katanya, ia direka untuk beroperasi secara stabil selama 60 hingga 80 tahun dengan pengeluaran elektrik yang berterusan.

"Berdasarkan anggaran projek antarabangsa, sebuah loji nuklear bersaiz sekitar 1,000MW boleh menelan kos kira-kira RM35 bilion hingga RM60 bilion.

"Sebagai perbandingan, loji gas bersaiz sama mungkin sekitar RM5 bilion hingga RM 7 bilion, manakala loji solar berskala utiliti jauh lebih murah untuk dibina, tetapi solar memerlukan bateri simpanan tenaga untuk memastikan bekalan elektrik berterusan dan ini juga meningkatkan kos sistem keseluruhan," katanya kepada *Sinar Ahad*.

Tambah Kok Siong, dalam jangka panjang, kos operasi nuklear biasanya lebih stabil dan relatif rendah kerana bahan api nuklear hanya menyumbang sebahagian kecil daripada kos keseluruhan penjanaan elektrik.

Sebaliknya, loji gas atau arang batu sangat bergantung kepada harga bahan api global.

Jelasnya, jika harga gas atau arang batu meningkat, kos penjanaan elektrik juga akan meningkat dan kesannya boleh menjadi lebih ketara apabila berlaku gangguan bekalan tenaga di peringkat global.

"Disebabkan itu, banyak negara melihat nuklear sebagai pelaburan jangka panjang untuk kestabilan harga elektrik, walaupun kos pembinaan awalnya tinggi," ujar beliau.

Ditanya tentang komponen kos terbesar dalam pembangunan loji nuklear, Kok Siong menjelaskan bahawa ia melibatkan pembinaan loji dan pembiayaan projek termasuk reaktor, bangunan

keselamatan, sistem kejuruteraan dan infrastruktur.

"Keselamatan memang merupakan bahagian penting dalam reka bentuk loji nuklear tetapi ia adalah sebahagian daripada kos pembinaan yang wajib mengikut piawaian antarabangsa seperti ditetapkan oleh Agensi Tenaga Atom Antarabangsa (IAEA).

"Ramai orang menyangka pengurusan sisa radioaktif adalah kos paling besar, tetapi sebenarnya kos ini biasanya hanya sebahagian kecil iaitu kira-kira lima peratus daripada kos keseluruhan elektrik dan telah diperuntukkan dalam pelan operasi loji," jelasnya.

Perkukuh kedudukan hab teknologi tenaga di Asia Tenggara

Pada masa sama, beliau menyatakan bahawa tenaga nuklear juga boleh membantu menstabilkan harga elektrik kerana jumlah bahan api yang diperlukan jauh lebih kecil dan boleh disimpan untuk tempoh yang lama.

Justeru, ia bermaksud, kos elektrik nuklear tidak terlalu terdedah kepada turun naik harga bahan api global seperti gas atau arang batu.

Dalam konteks Malaysia katanya, nuklear berpotensi menjadi salah satu pilihan untuk memastikan bekalan elektrik yang stabil dan kurang bergantung kepada pasaran bahan api antarabangsa.

Pada masa sama, beliau melihat pembangunan tenaga nuklear di negara ini boleh merangsang perkembangan banyak sektor industri berteknologi tinggi.

"Antaranya termasuklah kejuruteraan mekanikal dan elektrik berketepatan tinggi, sistem kawalan dan instrumentasi industri, pembinaan infrastruktur teknikal khusus, teknologi keselamatan dan keselamatan siber industri.

"Selain itu, industri analisis bahan dan makmal sinaran, latihan tenaga kerja berkemahiran tinggi serta penyelidikan universiti dan pembangunan teknologi," ujar beliau.

Tambah Kok Siong, program nuklear biasanya akan mewujudkan rantaian bekalan industri yang

luas, bukan hanya dalam sektor tenaga tetapi juga teknologi dan penyelidikan.

Jelasnya, secara prinsip, pembangunan nuklear boleh membantu Malaysia memperkukuh kedudukan sebagai hab teknologi tenaga di Asia Tenggara.

"Jika dibangunkan dengan perancangan yang teliti dan mengikut piawaian antarabangsa, tenaga nuklear boleh membantu Malaysia membangunkan kepakaran teknologi tinggi dan tenaga kerja mahir.

"Tetapi pembangunan nuklear bukan keputusan yang boleh dibuat dengan cepat. Mengikut pendekatan IAEA, negara yang ingin membangunkan tenaga nuklear biasanya memerlukan 10 hingga 15 tahun persediaan, termasuk pembangunan undang-undang, sistem pengawalseliaan, latihan tenaga pakar dan penerimaan masyarakat.

"Jika semua aspek ini dibangunkan dengan baik, tenaga nuklear boleh menjadi pemangkin kepada ekosistem teknologi tenaga yang lebih maju di rantau ini," tambahnya.

KOMPONEN KOS PALING BESAR LOJI NUKLEAR

- **Pembinaan loji dan pembiayaan projek**
 - > Reaktor nuklear
 - > Bangunan keselamatan
 - > Sistem kejuruteraan
 - > Infrastruktur teknikal



KENAPA NUKLEAR STABILKAN HARGA ELEKTRIK?

- > Bahan api nuklear digunakan dalam jumlah sangat kecil
- > Boleh disimpan untuk tempoh lama
- > Kurang terdedah kepada turun naik harga global

IMPAK KEPADA MALAYSIA

- > Menstabilkan harga elektrik
- > Mengurangkan kebergantungan bahan api import
- > Membangunkan tenaga kerja mahir
- > Mengukuhkan Malaysia sebagai hab teknologi tenaga Asia Tenggara



29 MAR, 2026

Mahal dibina, murah jangka panjang

Sinar Harian, Malaysia



Sektor yang dijangka terjejas.

Nuklear lebih stabil, rendah karbon dan beroperasi 24/7

Menurut Mohd Idzat, Malaysia tidak lagi mempunyai masa untuk menangguhkan keputusan besar dalam sektor tenaga termasuklah pengenalan tenaga nuklear sebagai sumber baharu.

Jelas beliau, tenaga nuklear sangat stabil, malah kapasiti faktornya melebihi 90 peratus, tidak bergantung kepada cuaca dan boleh beroperasi 24 jam sehari (24/7) selama 60 hingga 80 tahun.

"Tanpa sumber tenaga rendah karbon dan stabil seperti nuklear ini, Malaysia akan mengalami gangguan bekalan tenaga pada masa akan datang dan menyebabkan kerugian yang lebih besar.

"Untuk perbandingan, nuklear menggunakan 300 meter persegi (m²) kawasan bagi penghasilan 1,000MW manakala solar memerlukan hampir 20,000m² bagi kapasiti sama," ujarnya.

Sebagai gambaran mudah, katanya, satu reaktor modular kecil (SMR) bersaiz 300MW boleh membekalkan tenaga kepada sekitar setengah juta isi rumah setiap tahun, hampir menyamai bilangan isi rumah di negeri seperti Melaka.

Menurutnya, walaupun ia tidak menggantikan semua loji kuasa sedia ada, SMR sangat sesuai untuk menyokong kawasan berpenduduk padat atau lokasi terpencil yang perlukan bekalan stabil.

Tambah Mohd Idzat, jika dibandingkan penggunaan tanah pula, tenaga nuklear jauh lebih cekap iaitu satu loji SMR boleh dipasang di kawasan sekecil padang bola sepak tetapi menghasilkan tenaga setara dengan ladang solar seluas beberapa kilometer persegi.

"Bagi negara kecil dengan tanah terhad seperti Malaysia, ini satu kelebihan besar dan paling utama, nuklear tidak mengeluarkan karbon dioksida semasa operasi. Untuk setiap 1 megawatt-jam (MWh) elektrik, loji arang batu menghasilkan hampir 1,000kg karbon dioksida, sementara loji nuklear hampir sifar," ujar beliau.

Jelasnya, Malaysia sebelum ini pernah tiga kali membuat percubaan menggunakan tenaga nuklear sejak 1970-an. Pada 2011, kerajaan menubuhkan Malaysia Nuclear Power Corporation (MNPC) untuk membuat kajian awal.

"Bermula 2024, kerajaan menunjukkan komitmen baharu. Mypower ditubuhkan bagi



meneruskan fungsi MNPC dan dalam Rancangan Malaysia ke-13, kerajaan mengiktiraf nuklear sebagai salah satu pilihan dalam campuran tenaga negara," katanya.

Beliau turut memberikan amaran bahawa menangguhkan pelaksanaan tenaga nuklear selama 10 tahun bermaksud Malaysia akan terus bergantung kepada gas dan mungkin mengimport tenaga untuk memenuhi permintaan puncak.

Selain itu, katanya, peluang mencapai sasaran net-zero 2050 juga bakal terancam, sementara kos tenaga semakin terdedah kepada turun naik harga gas global.

"Dalam erti kata lain, kita mungkin tertinggal dalam peluang untuk membentuk sistem tenaga yang cekap, bersih dan kompetitif dalam pasaran serantau dan global.

"Pembinaan loji nuklear ini mengambil masa lapan hingga 10 tahun. Dalam perancangan tenaga, penangguhan dasar selama 10 tahun boleh menyebabkan kelewatan sehingga 20 tahun sebelum tenaga sebenar dapat dijana kerana projek nuklear memerlukan persediaan kawal selia, pembangunan tenaga kerja, pembiayaan dan pembinaan.

"Malah, ia juga memerlukan sokongan penuh seluruh sistem dan kementerian daripada sumber manusia sehinggalah infrastruktur yang lengkap, semua perlu disediakan dan dipatuhi. Jika kita bersedia sekarang, amatlah sesuai masanya bagi penggunaan tenaga nuklear pada 2035," jelas beliau.

Menurutnya, campuran tenaga nuklear dan sumber tenaga lain sangat sesuai bagi menampung keperluan tersebut.

"Kalau lihat dari perspektif sistem tenaga, sektor paling awal terjejas ialah industri berintensiti tenaga tinggi seperti semikonduktor, kimia dan petrokimia, elektrik dan elektronik, nadir bumi serta automotif akan alami kerugian besar jika trip walaupun sekejab.

"Seterusnya, pusat data, digital dan komunikasi. Pusat komersial dan kawasan bandar besar juga akan alami kesan ekonomi segera. Akhir sekali, isi rumah dan sekolah menyebabkan gangguan aktiviti harian," katanya.

Dalam landskap tenaga semakin tidak menentu akibat konflik global dan lonjakan permintaan domestik, persoalan kini bukan lagi sama ada Malaysia mahu beralih kepada nuklear atau tidak tetapi sejauh mana negara sedia membuat keputusan sebelum jurang tenaga menjadi realiti.

ELEKTRIK MALAYSIA 2024

Malaysia masih bergantung kepada bahan api fosil untuk lebih 75% bekalan elektrik

- Arang batu: **44%**
- Gas asli: **33%**
- Tenaga rendah karbon: **22%**
- Hidro: **18%** (paling dominan dalam tenaga bersih)
- Solar, biofuel dan lain-lain: **4%**

Sumber: Low Carbon Power, 2024

Perkembangan Nuklear Malaysia

- MyPOWER sedang buat penilaian menyeluruh program nuklear negara.
- Libatkan dasar, undang-undang, projek dan pembangunan tenaga mahir.
- Dilantik sebagai NEPIO mengikut garis panduan IAEA.
- Nuklear dimasukkan dalam Rancangan Malaysia Ke-13 (RMK13).

Kenapa sekarang?

- Krisis tenaga global & ketegangan geopolitik
- Gangguan bekalan (contoh: Selat Hormuz)

> Nuklear dilihat sebagai sumber stabil & rendah karbon

ASEAN turut bergerak

| | | |
|-------------------|------------------------|---|
| Filipina: | Sasaran 4,800MW (2050) | Status: Malaysia masih peringkat kajian, belum buat keputusan muktamad |
| Vietnam: | Kembali kepada nuklear | |
| Indonesia: | Kaji SMR (2030) | |

Perbandingan kecekapan ruang

| | |
|--|---|
| Nuklear: 300m ² untuk menjana 1,000MW | Solar: 20,000m ² untuk menjana 1,000MW |
|--|---|

Permintaan tenaga melonjak

| | | |
|----------------------------|---|----------------------|
| Permintaan tertinggi 2024 | : | 20,066MW |
| Kapasiti tersedia | : | 26,000MW |
| Permohonan pusat data 2024 | : | +11,000MW |
| Dijangka 2035 | : | +5,000MW lagi |

Negara bangun tenaga nuklear untuk tenaga

AMERIKA: Amerika Syarikat, Kanada, Argentina, Brazil, Mexico

EROPAH: Belgium, Finland, Perancis, Jerman, Itali, Belanda, Sepanyol, Sweden, Switzerland, Turkiye, United Kingdom, Armenia, Belarus, Bulgaria, Republik Czech, Hungary, Kazakhstan, Lithuania, Poland, Romania, Rusia, Slovakia, Slovenia, Ukraine

ASIA: China, Jepun, Korea, India, Iran, Pakistan, Emiriah Arab Bersatu

AFRIKA: Afrika Selatan **DALAM PEMBINAAN:** Bangladesh, Turkiye, Mesir

Status dan pembangunan program tenaga nuklear dunia

| | | | |
|--|--|--|--|
| SEDANG BEROPERASI 413 reaktor kuasa nuklear Jumlah kapasiti: 377,147MWe | SEDANG DIBINA 69 reaktor kuasa nuklear Jumlah kapasiti: 72,410MWe | DIGANTUNG OPERASI 23 reaktor kuasa nuklear Jumlah kapasiti: 19,687MWe | DITUTUP OPERASI 220 reaktor kuasa nuklear Jumlah kapasiti: 110,809MWe |
|--|--|--|--|