

ROSATOM NEWSLETTER

01.

ARTIKEL

Generasi Baru Unit Pembangkit Rute Laut Utara Sepanjang Tahun
Kuis: Apa yang Anda Ketahui tentang PLTN Kecil?



02.

TREN

Uranium: Kekurangan atau Kelebihan?

03.

ARTIKEL DAERAH

Indonesia. Global HackAtom 2025: Bagaimana Acaranya Berlangsung



Generasi Baru Unit Pembangkit

Pada akhir April, tahap pengoperasian fisik dimulai di unit pembangkit No. 1 PLTN Rooppur di Bangladesh. Ini merupakan peristiwa penting bukan hanya bagi negara tersebut, tetapi juga bagi Rosatom dan industri nuklir global. Unit-unit pembangkit Rosatom terus bertumbuh di berbagai penjuru dunia: korporasi negara ini merupakan pemimpin dunia dalam pembangunan PLTN di luar negeri. Berikut kami ceritakan perkembangan terbaru dan menarik yang saat ini berlangsung di lokasi-lokasi konstruksi Rosatom.



PLTN Rooppur (Bangladesh)

Pada akhir April, pemuatan bahan bakar nuklir ke unit pembangkit dimulai di unit No. 1. Ini merupakan salah satu tahap kunci sebelum reaktor mulai dioperasikan. "Hari ini Bangladesh bergabung dengan kelompok negara yang memanfaatkan atom damai sebagai sumber andal bagi pembangunan berkelanjutan. Tidak diragukan lagi, PLTN Rooppur akan menjadi elemen terpenting dalam sistem energi negara. Bagi Rosatom, proyek ini merupakan satu lagi langkah penting dalam pengembangan energi nuklir dunia dan dalam memperkuat hubungan persahabatan dengan para mitra luar negeri kami," ujar Direktur Jenderal Rosatom Alexey Likhachev.



"Proyek PLTN Rooppur merupakan simbol kemajuan ilmiah Bangladesh, yang menunjukkan kesiapan dan kemampuan negara ini untuk menguasai teknologi

maju secara bertanggung jawab dan efektif," kata Menteri Sains dan Teknologi Bangladesh, Fakir Mahub Anam.

Di PLTN ini sedang dibangun dua unit dengan reaktor VVER-1200.

PLTN El Dabaa (Mesir)

Pada Januari, turbin uap untuk unit No. 1 dan jembatan derek polar telah dikirim ke Mesir. Pada Maret, cincin penahan, yaitu elemen peralatan instalasi reaktor, telah dikirim untuk unit pembangkit pertama. Alat gelembung gas, yaitu komponen sistem kompensasi tekanan pada instalasi reaktor, telah dipasang. Pembangunan gedung reaktor terus berlanjut. Tingkat keempat selubung pengungku dalam dan pelapisan poros reaktor sedang dipasang.

Pada unit kedua, pada Januari telah diselesaikan pengecoran pelat lantai gedung reaktor pada elevasi 0,100 m dan pengecoran pelat fondasi jalan layang pintu transportasi; pada Februari dilakukan pemasangan pelindung kering poros reaktor. Pengecoran tingkat keempat selubung pengungku dalam gedung reaktor telah dimulai. Pada Maret, rangka penopang telah dipasang.

Pada unit ketiga, pada Februari telah diselesaikan tahap pertama pengecoran tingkat pertama selubung pengungku dalam.

Di PLTN ini sedang dibangun empat unit dengan

reaktor VVER-1200.

PLTN Akkyu (Turki)

Pada unit No. 1, persiapan untuk uji sirkulasi dingin dan panas dengan simulator rakitan bahan bakar yang telah dimuat hampir selesai. Tugas utama tahun ini adalah beralih ke operasi komisioning, lalu ke operasi pembangkit.

Pada unit No. 2, pada April, tangki hidrolik sistem pasif pembanjiran teras reaktor telah dipasang di gedung reaktor. Setiap tangki akan diisi dengan larutan asam borat. Larutan ini akan secara otomatis dialirkan ke teras reaktor dan mendinginkannya ketika tekanan di sirkuit primer turun. Setelah itu, pemasangan tingkat keenam dan bagian kubah selubung pengungkung dalam akan dimulai.

Pada unit No. 4, pada Maret, rangka penahan telah dipasang di ruang reaktor. Langkah berikutnya adalah mengisi poros reaktor dengan beton berkomposisi khusus.

Di PLTN ini sedang dibangun empat unit dengan reaktor VVER-1200.

PLTN Paks (Hongaria)

Di lokasi konstruksi unit No. 5 PLTN Paks di Hongaria, sejak 5 Februari para spesialis menuangkan beton ke pelat fondasi gedung reaktor. Sejak tanggal tersebut, menurut klasifikasi IAEA, unit ini dianggap sedang dalam tahap pembangunan. Pengecoran akan dilakukan secara berkesinambungan hingga akhir 2026. Untuk pembuatan pelat fondasi, dibutuhkan hampir 9 ribu ton produk tulangan dan 43 ribu meter kubik campuran beton. Pekerjaan akan dikendalikan pada semua tahap untuk menjamin kualitas tertinggi. Tahap berikutnya adalah pembangunan selubung pengungkung dalam dan luar gedung reaktor.



Proyek pembangunan ini mencakup dua unit dengan reaktor VVER-1200.

PLTN Kudankulam (India)

Pada April, proses pengairan sistem keselamatan ke arah reaktor terbuka dimulai di unit No. 3. Dengan cara ini, seluruh pipa dibersihkan dari kontaminan yang tersisa setelah pemasangan, sekaligus memeriksa kinerja unit pompa, sistem keselamatan teknologi, dan sistem operasi normal.

Di PLTN ini sudah beroperasi dua unit dan sedang dibangun empat unit lainnya, semuanya dengan reaktor VVER-1000.

PLTN Uzbekistan (Uzbekistan)

Di lokasi konstruksi di Provinsi Jizzakh, Uzbekistan, dalam rangka pembangunan unit pembangkit dengan reaktor RITM-200N, dilakukan persiapan beton untuk gedung reaktor. Sekitar 900 meter kubik campuran beton telah dituangkan. Pada tahap ini, dasar untuk fondasi gedung reaktor diratakan, serta dilakukan pemasangan lapisan kedap air dan sistem pembumian. Peristiwa kunci berikutnya di lokasi konstruksi, yaitu pengecoran beton pertama ke pelat fondasi gedung reaktor, dijadwalkan pada Juni 2026.

Proyek pembangunan ini mencakup dua unit dengan reaktor VVER-1000 dan dua unit dengan reaktor RITM-200N.

PLTN Tianwan dan Xudapu (Tiongkok)

Pembangunan unit No. 7 PLTN Tianwan dan unit No. 3 PLTN Xudapu mendekati tahap akhir. Para spesialis Tiongkok sedang melakukan pekerjaan komisioning di kedua unit tersebut. Tahap berikutnya adalah pemuatan bahan bakar nuklir ke unit pembangkit No. 7 PLTN Tianwan.

Masing-masing proyek pembangunan mencakup dua unit dengan reaktor VVER-1200 di setiap PLTN. Di PLTN Tianwan, empat unit dengan reaktor VVER-1000 telah beroperasi.

PLTN di Rusia

Rosatom membangun masing-masing dua unit pembangkit di lokasi PLTN Kursk dan PLTN Leningrad, serta satu unit pembangkit dengan reaktor BREST-OD-300 dalam kerangka proyek Proryv. Persiapan sedang berlangsung untuk memulai secara resmi pembangunan unit-unit pembangkit di lokasi PLTN Smolensk, PLTN Beloyarsk, PLTN Primorsk, dan pembangkit listrik tenaga nuklir berdaya kecil Yakutia.

Rute Laut Utara Sepanjang Tahun

Di tengah berbagai masalah dalam pengiriman kargo internasional melalui rute-rute “selatan”, penggunaan rute baru melalui Rute Laut Utara menjadi semakin relevan. Semakin banyak pelaku internasional yang berminat memanfaatkan rute ini untuk angkutan kargo. Rosatom, sebagai operator infrastruktur Rute Laut Utara, terus meningkatkan upayanya agar pelayaran melalui rute tersebut dapat dilakukan sepanjang tahun.



Sejak Februari tahun ini, pasar minyak dan, dalam pengertian yang lebih luas, pasar logistik terus mengalami gejolak. Banyak pengiriman terhambat. Risiko juga muncul pada pengangkutan melalui Selat Bab el-Mandeb. Ingatan tentang kolapsnya transportasi pada 2021 akibat kapal kontainer yang kandas di Terusan Suez masih sangat segar. Semua proses ini mendorong para pengirim barang dan perusahaan logistik untuk mencari rute alternatif dalam pengangkutan antara Eropa dan Asia. Pilihannya adalah memutar melalui Afrika atau menggunakan rute darat lewat jalur kereta api. Namun, ada satu opsi lain, yaitu melalui Rute Laut Utara.

“Semakin banyak negara dan perusahaan yang mulai memikirkan bukan hanya kecepatan dan biaya pengangkutan. Faktor penentunya kini adalah keselamatan dan ketahanan rute transportasi serta rantai logistik yang lebih tidak rentan terhadap krisis, konflik militer, dan risiko eksternal lainnya. Rusia dapat menawarkan solusi semacam itu kepada dunia,” kata Presiden Rusia Vladimir Putin dalam pidato video kepada para peserta Forum Transportasi dan Logistik Internasional pertama, yang berlangsung di Sankt Peterburg pada awal April tahun ini.

Keunggulan utama Rute Laut Utara adalah waktu tempuh yang lebih singkat pada rute antara Asia Timur dan Eropa Barat, yaitu sekitar 20 hari. Sebagai perbandingan, perjalanan melalui Terusan Suez

memakan waktu 30–35 hari, sementara rute memutar melalui Afrika membutuhkan 40–45 hari.



Navigasi Sepanjang Tahun Semakin Dekat

Masalah utama pelayaran di Rute Laut Utara adalah masa navigasi yang singkat, tetapi dalam beberapa tahun terakhir persoalan ini mulai teratasi. Tahun ini, kondisi es di Laut Kara lebih rumit dibandingkan tahun sebelumnya. “Meskipun demikian, navigasi musiman di sektor barat Rute Laut Utara berjalan hampir sesuai jadwal, seperti layanan bus,” ujar Perwakilan Khusus Rosatom untuk Pengembangan Arktik, Vladimir Panov, dalam Forum Transportasi dan Logistik Internasional.

Dengan pengawalan kapal pemecah es bertenaga

nuklir milik Atomflot, telah dilakukan pelayaran eksperimental yang sangat awal dan sangat akhir dari musim navigasi. “Kami secara signifikan memperluas jendela navigasi di sektor timur Rute Laut Utara, dengan mengandalkan pengalaman dan kemampuan kapal pengangkut LNG tipe Christophe de Margerie serta kapal pemecah es,” kata Ketua Dewan Peserta Pelayaran Rute Laut Utara, Sergey Frank, dalam forum tersebut.

“Kami menempatkan kapal-kapal pemecah es dalam status siaga untuk menjamin keselamatan pelayaran kapal, termasuk kapal yang tidak memiliki kelas es. Ada kemungkinan bahwa penguasaan bagian timur Rute Laut Utara dan peralihan menuju navigasi sepanjang tahun akan terjadi bahkan lebih cepat daripada yang kami perkirakan,” ujar Vladimir Panov.

Uji coba akan dilakukan mulai tahun ini. Pada 2026, Sovcomflot berharap menerima dua kapal tanker pengangkut LNG kelas es Arc7 lagi, yang akan melakukan pelayaran sepanjang tahun di seluruh Rute Laut Utara. “Ini akan terjadi untuk pertama kalinya dalam sejarah umat manusia. Pada musim navigasi 2026–2027, direncanakan akan diselenggarakan layanan sepanjang tahun,” kata Direktur Jenderal Sovcomflot, Igor Tonkovidov, dalam Forum Transportasi dan Logistik Internasional. Menurut Sergey Frank, pada 2028–2030 interval pergerakan kapal kelas es tinggi di Rute Laut Utara dapat dipersingkat menjadi 12 jam.



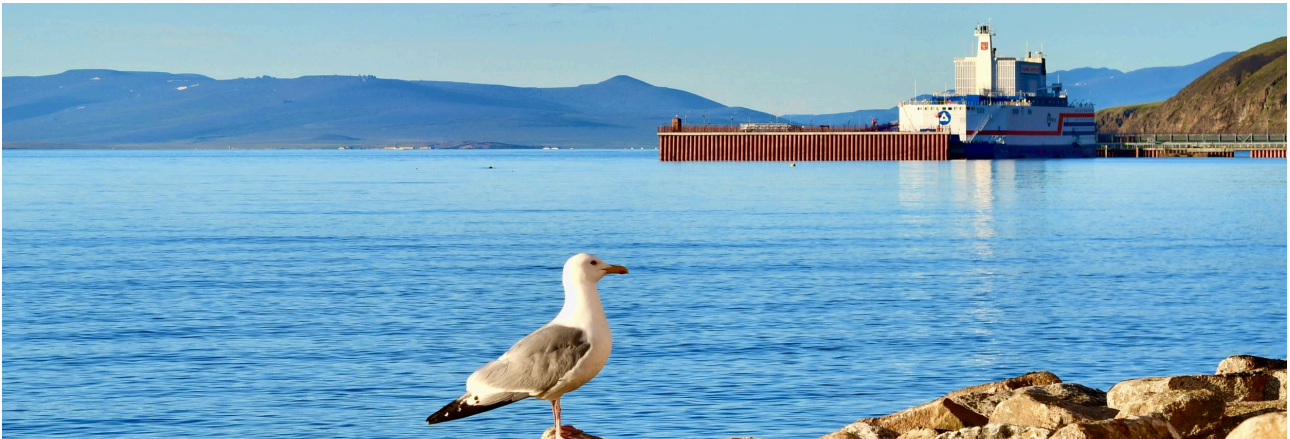
Navigasi sepanjang tahun akan dijamin oleh kapal-kapal pemecah es. Di Arktik saat ini beroperasi delapan kapal pemecah es bertenaga nuklir. Empat di antaranya adalah kapal baru, universal, dari Proyek 22220. Tiga kapal pemecah es dari proyek yang sama, yaitu Chukotka, Leningrad, dan Stalingrad, sedang dibangun. Kapal Rossiya, pemecah es utama proyek 10510, juga sedang dibangun. Kapal ini dirancang khusus untuk navigasi sepanjang tahun di Rute Laut Utara dan akan menjadi yang paling kuat di dunia.

Minat internasional terhadap Rute Laut Utara terus meningkat. Perusahaan-perusahaan Tiongkok telah menjalankan pelayaran kontainer selama beberapa tahun dan meningkatkan volume angkutan kargo. Tahun lalu, untuk pertama kalinya, pelayaran transit dari Tiongkok ke Eropa Barat dilakukan melalui Rute Laut Utara. Negara-negara lain di Asia Timur dan Asia Selatan juga menunjukkan minat yang sangat besar terhadap rute ini. Saat ini, dengan salah satu negara tersebut sedang dibahas pelayaran kontainer pertama, yang untuk sementara dijadwalkan pada September tahun ini.

Volume pengangkutan tahun ini 15% lebih tinggi dibandingkan rekor-rekor sebelumnya, kata Direktur Jenderal Rosatom, Alexey Likhachev, dalam Forum Transportasi dan Logistik Internasional. Ia juga menyampaikan harapan bahwa tahun ini indikator tersebut akan melampaui angka 40 juta ton.

Kuis: Apa yang Anda Ketahui tentang PLTN Kecil?

Pembangkit listrik tenaga nuklir berdaya kecil merupakan salah satu penawaran unggulan Rosatom. Hal ini tidak mengherankan, karena korporasi negara tersebut adalah pihak pertama dan hingga kini satu-satunya dalam sejarah yang berhasil membangun pembangkit listrik tenaga nuklir terapung. Dan tentu saja, ini bukan satu-satunya proyek Rosatom di bidang daya kecil. Mari kita uji sejauh mana pengetahuan Anda tentang PLTN berdaya kecil Rusia.



1. Apa nama satu-satunya PLTN terapung yang beroperasi di dunia?

- a) Arktika
- b) Sevmorput
- c) Akademik Lomonosov
- d) Polyarny Krug
- e) Severny Veter

2. Jenis reaktor apa yang dipasang pada PLTN terapung tersebut?

- a) VVER-1000
- b) RBMK-1000
- c) BN-800
- d) KLT-40S
- e) RITM-200

3. Berapa daya listrik nominal dari dua reaktor pada PLTN terapung tersebut?

- a) 30 MW
- b) 50 MW
- c) 70 MW
- d) 85 MW
- e) 100 MW

4. Istilah geografis apa yang digunakan dalam nama instalasi reaktor berdaya 10 MW yang sedang dikembangkan Rosatom?

- a) Terumbu (Rif)
- b) Paparan (Shelf)
- c) Pulau (Ostrov)
- d) Pantai (Plyazh)
- e) Tanjung (Mys)

5. Reaktor RITM-200 merupakan unggulan Rosatom dalam kategori reaktor modular kecil. Di mana reaktor-reaktor ini telah mencatat lebih dari 400 tahun-reaktor operasi?

- a) Di pusat-pusat penelitian
- b) Di kapal selam nuklir
- c) Di PLTN Bilibino
- d) Pada reaktor-reaktor terbaru armada kapal pemecah es bertenaga nuklir
- e) Reaktor-reaktor tersebut belum mencapai angka operasi sebesar itu

6. Berapa unit dengan reaktor RITM-200N yang akan dibangun Rosatom di Uzbekistan?

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 0
- e) 8

7. Seberapa sering penggantian bahan bakar nuklir direncanakan pada reaktor RITM-200S untuk unit pembangkit terapung?

- a) Setiap tahun
- b) Setiap 2 tahun
- c) Setiap 3 tahun
- d) Setiap 5 tahun
- e) Setiap 10 tahun

8. Rosatom TIDAK mengembangkan instalasi reaktor dengan pendingin apa untuk PLTN berdaya kecil?

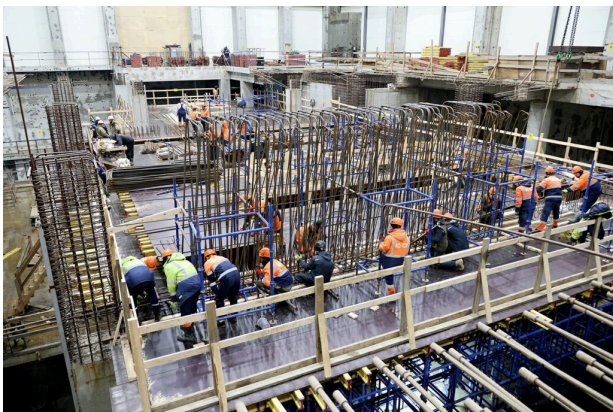
- a) Air berat
- b) Timbal-bismut
- c) Helium
- d) Air ringan
- e) Timbal

9. Jenis reaktor apa yang digunakan dalam proyek BREST-OD-300, yang menurut klasifikasi IAEA termasuk reaktor berdaya kecil?

- a) Reaktor air bertekanan (VVER)
- b) Reaktor air didih (BWR)
- c) Reaktor berpendingin gas (HTGR)
- d) Reaktor neutron cepat dengan pendingin natrium
- e) Reaktor neutron cepat dengan pendingin timbal

10. Keunggulan PLTN berdaya kecil apa yang sangat penting bagi konsumen di wilayah terpencil dan sulit dijangkau?

- a) Tingkat kesiapan pabrik yang tinggi
- b) Ukuran yang kompak
- c) Tidak adanya emisi
- d) Kestabilan produksi listrik dan ketahanan terhadap fluktuasi iklim dan cuaca
- e) Semua jawaban di atas



Jawaban yang benar:

1. **Akademik Lomonosov.** PLTN terapung Akademik Lomonosov adalah satu-satunya pembangkit listrik tenaga nuklir terapung sekaligus pembangkit panas dan listrik tenaga nuklir terapung yang beroperasi di dunia. Unit ini berada di pelabuhan Pevek. Pevek adalah kota paling utara di Rusia, terletak di atas Lingkaran Arktik, di kawasan permafrost. Pembangkit ini dinamai untuk menghormati ilmuwan besar Rusia, akademisi Mikhail Vasilyevich Lomonosov. Untuk pertama kalinya, pembangkit ini tersambung ke jaringan listrik pada 19 Desember 2019.

2. **KLT-40S.** Di atas Akademik Lomonosov terpasang dua reaktor tipe KLT-40S, yaitu reaktor air bertekanan. Reaktor ini melanjutkan sekaligus mengembangkan lini instalasi reaktor KLT yang digunakan pada kapal pengangkut tongkang Sevmorput, serta KLT-40M pada kapal pemecah es bertenaga nuklir Taimyr dan Vaigach.

3. **70 MW.** Dua instalasi reaktor KLT-40S mampu menyalurkan daya listrik sebesar 70 MW dalam mode nominal ke jaringan darat, serta hingga 50 Gkal/jam energi panas untuk memanaskan air sistem pemanas distrik. Kapasitas ini cukup untuk memasok listrik bagi sekitar 100 ribu orang.

4. **Paparan (Shelf).** Rosatom mengembangkan proyek Shelf-M, yaitu instalasi reaktor berdaya kecil sekitar 10 MW untuk memasok energi ke wilayah-wilayah terpencil, termasuk anjungan lepas pantai dan fasilitas pesisir.

5. **Pada reaktor-reaktor terbaru armada kapal pemecah es bertenaga nuklir.** Semua kapal pemecah es bertenaga nuklir terbaru proyek 22220 dilengkapi dengan reaktor RITM-200. Teknologi ini telah terbukti sangat efisien dan aman pada seluruh tahap siklus hidupnya.

6. **Dua unit.** Pada Maret tahun ini, Rosatom dan Uzatom menandatangani perjanjian tambahan atas kontrak, yang menetapkan konfigurasi PLTN baru yang terintegrasi. Proyek ini akan mencakup dua unit pembangkit berdaya besar berbasis reaktor VVER-1000 dan dua unit pembangkit dengan reaktor RITM-200N, masing-masing berdaya 55 MW. Ketika PLTN tersebut beroperasi pada kapasitas penuh, pembangkit ini akan menghasilkan sekitar 17,2 miliar kWh per tahun, sehingga dapat memenuhi hingga 14% dari total konsumsi energi Uzbekistan.

7. **Setiap lima tahun.** Teras reaktor dapat beroperasi hingga lima tahun tanpa pengisian ulang bahan bakar. Di lokasi operasi tidak direncanakan adanya penanganan bahan bakar nuklir; seluruh operasi akan dilakukan di fasilitas khusus.

8. **Air berat.** Rosatom mengembangkan reaktor yang menggunakan air ringan, timbal, timbal-bismut, dan helium sebagai pendingin.

9. **Reaktor neutron cepat dengan pendingin timbal.** BREST-OD-300 adalah reaktor neutron cepat inovatif yang menggunakan timbal sebagai pendingin. Proyek ini menerapkan konsep keselamatan inheren dan siklus bahan bakar nuklir tertutup.

10. **Semua jawaban di atas.** PLTN berdaya kecil memiliki beberapa keunggulan penting dibandingkan PLTN tradisional: tingkat kesiapan pabrik yang tinggi, ukuran yang kompak, tidak adanya emisi berbahaya ke atmosfer, serta pasokan energi yang stabil. Produksi energi di pembangkit semacam ini tidak bergantung pada iklim maupun musim.

Uranium: Kekurangan atau Kelebihan?

Pertanyaan utama yang diajukan oleh semua pihak berkepentingan adalah apakah industri penambangan uranium mampu memenuhi kebutuhan armada PLTN yang terus bertumbuh. Saat ini belum ada jawaban yang pasti: sumber daya uranium memang besar, tetapi produksi tambang bisa tertinggal dari kebutuhan.



Skenario dasar pengembangan armada reaktor yang disusun oleh Asosiasi Nuklir Dunia (WNA) memperkirakan kapasitas akan berlipat ganda dari 372 GW saat ini menjadi 449 GW pada 2030 dan 746 GW pada 2040, dengan laju pertumbuhan tahunan rata-rata sebesar 5,3%. Dibandingkan dengan proyeksi 2023, hingga 2040 diperkirakan ada tambahan pembangunan lebih dari 60 GW. Terutama di negara-negara Asia Timur dan Asia Selatan serta negara-negara pendatang baru di bidang nuklir. Bertambahnya armada PLTN juga akan memicu kenaikan kebutuhan uranium alam sebagai bahan baku utama bahan bakar nuklir. Dalam skenario dasar WNA, kebutuhan tersebut meningkat dari 67 ribu ton saat ini menjadi lebih dari 150 ribu ton per tahun pada 2040. Untuk menilai keseimbangan permintaan dan pasokan uranium alam, perlu diperhitungkan beberapa faktor dari sisi permintaan.

Sumber Daya Tidak Bertambah

Menurut edisi *Uranium. Resources, Production and Demand 2024*, atau "Buku Merah" yang diterbitkan setiap dua tahun oleh IAEA dan OECD, total sumber daya uranium teridentifikasi di dalam tanah mencapai lebih dari 10,7 juta ton. Sumber daya yang dapat diekstraksi, dengan memperhitungkan kehilangan selama penambangan dan pengolahan, mencapai lebih dari 7,9 juta ton.

Sumber daya uranium teridentifikasi di dalam tanah mencapai lebih dari 10,7 juta ton

Secara perkiraan awal, sumber daya tersebut cukup untuk memenuhi kebutuhan unit-unit pembangkit nuklir pada 50 tahun mendatang. Namun, sumber daya uranium dengan biaya produksi di bawah \$80/kg terus menyusut: saat ini jumlahnya sekitar seperempat dari seluruh sumber daya. Jika selama sepuluh tahun cadangan uranium dunia secara keseluruhan meningkat 28%, sumber daya dalam kategori kurang dari \$80/kg justru turun 44%. Selain itu, dalam kategori ini sekitar 90% sumber daya berada di tambang yang sudah beroperasi dan sedang dibangun. Ini dapat berarti bahwa sebagian besar sumber daya belum dieksplorasi dengan baik, bahwa sumber daya dengan biaya produksi di bawah \$80/kg belum ditemukan, atau bahwa sumber daya semacam itu memang tidak ada di alam.

Sumber daya dalam kategori <\$40/kg uranium juga menurun. Setelah penilaian ulang sumber daya di Uzbekistan dan Brasil sebesar 103 ribu ton, volume sumber daya dalam kategori ini turun 20%. Sumber

daya dengan biaya produksi tertinggi, yaitu <\$260/kg, meningkat 2% berkat masuknya sumber daya baru atau yang sebelumnya belum diperhitungkan dari Kamerun, Mesir, India, Pakistan, dan Arab Saudi, tetapi menyusut hampir dalam volume yang sama akibat penilaian ulang oleh perusahaan Orano atas deposit Imouraren di Niger dan Bakuma di Republik Afrika Tengah. Akibatnya, total sumber daya teridentifikasi hampir tidak berubah: kenaikannya hanya 0,2%.

Di antara perusahaan penambang uranium, Rosatom memimpin dari segi total volume sumber daya tereka dan terukur, berkat sumber dayanya di Rusia, Kazakhstan, Tanzania, dan Namibia. Berikutnya adalah Kazatomprom dari Kazakhstan, Orano dari Prancis, Cameco dari Kanada, serta CNNC dan CGN dari Tiongkok. Kazatomprom memiliki volume sumber daya terbesar dengan biaya produksi kurang dari \$80/kg uranium. Rosatom berada di posisi kedua, disusul Cameco, CNNC dan CGN dari Tiongkok, serta Orano dari Prancis.

Di antara perusahaan penambang uranium, Rosatom memimpin dari segi total volume sumber daya tereka dan terukur

Produksi Meningkat

Kazatomprom tetap menjadi pemimpin produksi uranium dunia. Perusahaan ini terus meningkatkan output. Jika pada 2023 Kazakhstan memproduksi 21.109 ton uranium, maka pada 2025 produksinya mencapai rekor 25.839 ton. Angka ini 11% lebih tinggi dibandingkan 2024. Pada 2026, produksi direncanakan berada pada level 27.500–29.000 ton uranium.

Pertumbuhan produksi ini terkait dengan tercapainya kapasitas desain, yaitu 6 ribu ton per tahun, di tambang pada blok 6 dan 7 deposit Budenovskoye. Pada 2025, Kazatomprom memulai operasi uji coba industri proyek Inkai-3, yang memiliki cadangan 83.100 ton uranium. Tahap ini direncanakan berlangsung selama empat tahun. Awal operasi industri dijadwalkan pada 2030–2032, dengan target mencapai kapasitas desain sebesar 4 ribu ton uranium per tahun.

Pada 2025, telah disahkan amandemen terhadap

Kode “Tentang Sumber Daya Mineral”, yang menetapkan bahwa porsi Kazatomprom dalam kontrak-kontrak baru pemanfaatan sumber daya bawah tanah sekurang-kurangnya 75%, dan dalam perpanjangan kontrak yang sudah berlaku sebesar 90%. Mulai 2026, tarif pajak ekstraksi mineral akan bervariasi tergantung pada volume produksi tahunan aktual berdasarkan setiap perjanjian pemanfaatan sumber daya bawah tanah dan harga spot uranium yang berlaku.

Di Kanada, pada 2025 beroperasi dua tambang bawah tanah: McArthur River dan Cigar Lake. Pada pertengahan tahun yang sama, di tambang McClean Lake, entitas Kanada milik Orano mulai menambang uranium dengan menggunakan teknologi penambangan hidrolik melalui lubang bor SABRE (Surface Access Borehole Resource Extraction). Menurut Denison Mines dari Kanada, salah satu pemilik McClean Lake, pada 2025 telah diproduksi 250 ton uranium.

Di Namibia, pada 2024 produksi di tiga tambang, yaitu Husab, Rössing, dan Langer Heinrich, mencapai 7.332 ton, atau 12% dari produksi dunia. Selama tujuh tahun terakhir, Husab dan Rössing mempertahankan tingkat produksi yang stabil. Pada 2024, masing-masing memproduksi 4.437 ton dan 2.205 ton uranium. Pada 2024, tambang Langer Heinrich memproduksi 690 ton uranium, sedangkan pada 2025 sekitar 1,54 ribu ton uranium.

Uzbekistan dalam beberapa tahun terakhir terus meningkatkan volume produksi. Target awal untuk 2025 adalah 6 ribu ton uranium. Pada 2030, negara ini berencana memproduksi lebih dari 7 ribu ton. Basis sumber daya mineral Navoiuran, menurut laporan SRK Consulting, per 1 Januari 2025 mencapai sekitar 116 ribu ton uranium. Namun, dari 40 deposit yang ada, tidak satu pun memiliki sumber daya lebih dari 10 ribu ton uranium. Sumber daya deposit-deposit terbesar berkisar antara 4 ribu hingga 9 ribu ton.

Di Australia, produksi pada 2025 diperkirakan sedikit lebih tinggi dibandingkan 2024. Di tambang Olympic Dam milik BHP Australia, produksi uranium stabil pada kisaran 3–3,4 ribu ton per tahun. Tahun 2025 pada umumnya tidak menjadi pengecualian: produksi pada tahun kalender 2025 mencapai 3.479 ton.

Di Rusia, pada 2024 produksi uranium mencapai 2.738 ton uranium. Rencana produksi perusahaan-perusahaan Rosatom terpenuhi 100%. “Rosatom memiliki basis sumber daya mineral sendiri untuk puluhan tahun ke depan dan menempati posisi terdepan di pasar uranium dunia,” kata Direktur

Jenderal Korporasi Negara Energi Atom Rusia Alexey Likhachev dalam wawancara dengan surat kabar Strana Rosatom.

Di Tiongkok, menurut data awal, produksi uranium mencapai sekitar 2,2 ribu ton. Pada 2025, uranium di Tiongkok ditambang di empat tambang uranium, tiga di antaranya menggunakan metode pelindian bawah tanah in-situ melalui sumur bor, dan satu menggunakan metode tambang bawah tanah. Operasi tiga tambang bawah tanah dihentikan sementara karena biaya produksi yang tinggi. Menurut China National Nuclear Corp., pada 2025 produksi uji coba uranium dimulai di tambang baru "Uranium Nasional No. 1" di Cekungan Ordos. Kapasitas desain fasilitas ini adalah 1 ribu ton uranium per tahun.

Prospek Penutupan

Pertumbuhan produksi tanpa keberhasilan eksplorasi geologi dan pemulihan basis sumber daya akan berarti penutupan tambang-tambang yang beroperasi dalam periode mulai 2030 hingga akhir 2040-an. Pertama-tama, hal ini menyangkut perusahaan-perusahaan yang telah beroperasi sejak awal 2000-an.

Mengingat prospek tersebut, para produsen uranium belakangan ini mengambil langkah-langkah untuk memperbesar basis sumber daya mereka. Rosatom adalah salah satunya. "Tugas utama kami adalah memperbesar basis sumber daya mineral uranium untuk memenuhi kebutuhan industri tenaga nuklir Rusia. Saat ini sudah ada kesepakatan dengan Rosnedra serta Kementerian Sumber Daya Alam dan Ekologi tentang pembentukan kelompok kerja untuk pengembangan basis sumber daya mineral. Pada 2026, kami akan menyelesaikan sebagian besar pekerjaan pertambangan modal di deposit Shirondokuy untuk kemudian menambang sekitar 400 ton uranium di sana mulai 2028. Kami akan memulai pekerjaan penggalian di tambang No. 6 pada Asosiasi Pertambangan dan Kimia Produksi Priargunsky. Kami akan mengerahkan segala upaya untuk mengaktifkan kembali proyek Elkon dari status 'tidur,'" kata Wakil Direktur Jenderal Pertama sekaligus Direktur Eksekutif Rosatom Nedra, Viktor Svyatetsky, kepada majalah Vestnik Atomproma.

Contoh lain adalah Kazatomprom. Pada Januari 2025, perusahaan tersebut menyatakan dalam strategi pengembangan terbarunya untuk 2025–2034 bahwa mereka menargetkan pemulihan dan pemanfaatan basis sumber daya mineralnya secara efektif melalui eksplorasi geologi dan optimalisasi kegiatan operasional.

Dengan demikian, dalam jangka panjang, perusahaan penambang uranium yang akan unggul adalah mereka yang paling baik dalam mengamankan cadangannya sendiri.



Lompatan Berpagar

Pertumbuhan produksi, pengoperasian kapasitas baru, bahkan pelaksanaan kegiatan eksplorasi geologi kerap terhambat oleh masalah ekonomi, regulasi, sosial, dan persoalan lainnya. Semua ini memperpanjang waktu dan meningkatkan biaya persiapan fasilitas baru.

Salah satu masalah utama adalah inflasi. Harga peralatan, bahan bakar diesel, listrik, asam sulfat, serta biaya tenaga kerja terus meningkat. Selain itu, suku bunga juga naik, sehingga memperoleh pembiayaan bank menjadi lebih sulit dan lebih mahal.

Kadang-kadang persoalannya adalah kurangnya pekerja, peralatan, atau reagen. Misalnya, pengaktifan kembali tambang McArthur River di Kanada melambat karena kesulitan merekrut tenaga kerja berkualifikasi dan menjalankan kembali peralatan setelah bertahun-tahun tidak beroperasi. Di Kazakhstan, produksi menurun akibat defisit asam sulfat dan keterlambatan pembangunan infrastruktur pendukung.

Prosedur regulasi yang rumit juga menghambat peluncuran proyek. Di beberapa negara, waktu penerbitan izin dapat melampaui sepuluh tahun. Perusahaan harus memperbarui studi kelayakan teknis dan ekonomi serta menunda jadwal keputusan investasi akhir. Penolakan dari masyarakat setempat dapat berujung pada pembatalan pembangunan tambang. Hal ini, misalnya, terjadi pada proyek di deposit Jabiluka di Australia.

Faktor politik juga berpengaruh. Contoh yang paling menonjol di sini adalah pengambilalihan

tambang-tambang di Niger ke bawah kendali negara dan perselisihan yang menyertainya dengan perusahaan Orano dari Prancis.

Beberapa Kesimpulan

Dalam beberapa dekade mendatang, kebutuhan bahan baku utama industri tenaga nuklir dunia akan dipenuhi oleh produksi primer uranium alam. Menurut estimasi WNA, pada 2040 kebutuhan tersebut mencapai 150 ribu ton. Namun, produksi dari semua sumber yang telah ditentukan pada saat itu hanya akan mencapai hingga 70 ribu ton. Di tambang-tambang yang beroperasi saat ini, akibat menipisnya cadangan, produksi akan berkurang separuh: dari 60,2 ribu ton saat ini menjadi 29,5 ribu ton. Pengoperasian kembali tambang-tambang yang sebelumnya dikonservasi, serta tambang-tambang yang sedang dibangun dan direncanakan, akan mengompensasi kapasitas yang hilang, tetapi hanya sebagian, hingga 50 ribu ton. Peluncuran tambang-tambang prospektif mulai 2030 dapat menambah lagi 20 ribu ton pada 2040, namun masa depan proyek-proyek tersebut berisiko dan tidak pasti.



Pasokan dari sumber sekunder yang telah ditentukan pada periode 2024 hingga 2040 akan menambah sekitar 5 ribu ton uranium lagi.

Dengan demikian, meskipun sumber daya uranium "di dalam tanah" mencukupi, permintaan uranium dapat melampaui pasokan dari sumber-sumber yang telah ditentukan sebesar 75 ribu ton uranium pada 2040. Permintaan ini diperkirakan akan dipenuhi oleh pasokan dari apa yang disebut sumber-sumber yang belum ditentukan. Sumber-sumber tersebut mencakup sumber sekunder yang belum diperhitungkan, serta tambang-tambang yang dikonservasi dan deposit-deposit yang belum dikembangkan, yang sampai saat ini belum memiliki rencana yang dirumuskan secara jelas oleh perusahaan-perusahaan terkait.

Dengan mempertimbangkan keadaan tersebut, diperlukan upaya yang sangat besar di bidang eksplorasi geologi, penerapan teknologi penambangan terbaru, peningkatan investasi, dan perbaikan lingkungan regulasi agar objek-objek uranium baru dapat dilibatkan ke dalam siklus bahan bakar nuklir.

Peran Rosatom

Dinamika basis sumber daya menunjukkan bahwa uranium murah di pasar dunia semakin menipis. Pertumbuhan armada PLTN dunia akan berlangsung di tengah keluarnya proyek-proyek uranium besar dengan biaya produksi rendah serta menyusutnya sumber-sumber sekunder. Dalam konteks ini, Rosatom berada pada posisi yang menguntungkan: korporasi negara tersebut memiliki basis bahan baku uranium berkualitas baik di Rusia maupun di luar negeri. Rosatom mampu menjamin pertumbuhan produksi uranium jangka panjang dan memenuhi kebutuhan siklus bahan bakar nuklir korporasi tersebut.

Secara paralel, Rosatom juga mengembangkan sistem energi generasi ke-4 yang tidak akan membutuhkan uranium alam. Koordinasi seluruh bidang yang berkaitan dengan siklus bahan bakar nuklir kini menjadi tanggung jawab "Dewan Uranium", kata Kepala Rosatom Alexey Likhachev kepada surat kabar Strana Rosatom: "Perluasan lini produk, penciptaan sistem energi generasi ke-4 yang tidak bergantung pada basis bahan baku, serta pembangunan unit-unit pembangkit secara besar-besaran di dalam negeri dan luar negeri akan menuntut pendekatan baru dalam pengelolaan seluruh siklus bahan bakar nuklir dari sistem tenaga nuklir dua komponen dengan reaktor neutron termal dan reaktor neutron cepat. Untuk mengoordinasikan pekerjaan ini, telah dibentuk komite siklus bahan bakar nuklir. Komite ini mencakup hampir seluruh pimpinan tingkat tertinggi korporasi negara. Komite tersebut akan menjadi semacam 'Dewan Uranium' yang menentukan strategi dan taktik di bidang kunci ini," tegas Alexey Likhachev. Rosatom akan mengembangkan kapasitas pengayaan, fabrikasi bahan bakar, dan pengolahan ulang bahan bakar nuklir bekas, serta membentuk program uranium nasional. Program ini memberikan penurunan konsumsi uranium alam tertentu melalui teknologi penutupan siklus bahan bakar nuklir, sekaligus dengan perluasan basis bahan baku untuk meningkatkan porsi pembangkitan nuklir.

Global HackAtom 2025: Bagaimana Acaranya Berlangsung

Juara kedua dalam final kejuaraan internasional Global HackAtom yang digelar pada 2025 berhasil diraih oleh mahasiswa Indonesia. Dalam waktu 24 jam, mereka mengusulkan solusi yang tidak terduga untuk mendukung kesehatan angkasawan dengan bantuan teknologi nuklir. Tim beranggotakan lima orang dengan nama unik Tahu Sumedang bercerita dalam wawancara eksklusif tentang bagaimana final berlangsung dan peluang apa yang terbuka bagi mereka berkat kemenangan ini.



Apa arti nama tim Anda?

Frederick Suhamdy: Dalam bahasa Indonesia, "Tahu Sumedang" berarti tahu goreng. Ini adalah camilan populer yang dijual oleh pedagang kaki lima, terutama di daerah tempat kampus kami berada, yaitu Sumedang. Kami berpikir nama ini akan mudah diingat dan terdengar lucu. Kami ingin memperkenalkan tanah air kami, Indonesia, dan kekayaan budaya kulinernya.

Bagaimana tim Anda terbentuk?

Fathi Ghifari: Kami semua berasal dari satu institusi pendidikan yang sama, yaitu Universitas Padjadjaran. Tentu saja, mencari ide proyek tanpa berdebat itu seperti menonton film tanpa tokoh utama. Masing-masing dari kami berlima mencari ide terbaik, lalu kami mendiskusikannya untuk mengambil keputusan.

Sebelum final di Moskow, ada tahap nasional. Apakah sulit menghadapi persaingan?

Marsha Aziza Wardhana: Saya tidak ingat persis berapa banyak tim yang mengikuti tahap nasional HackAtom, tetapi saya sangat ingat reaksi kami ketika pertama kali melihat daftar finalis: "Tidak, sepertinya kita harus melupakan kemenangan." Kami semua adalah mahasiswa sarjana tahun kedua dan ketiga, dan kami harus berhadapan langsung dengan mahasiswa pascasarjana serta mahasiswa tingkat akhir. Itu benar-benar kompetisi yang sulit.

Selama final, bahasa apa yang Anda gunakan untuk berkomunikasi? Apakah ada kesulitan dalam menerjemahkan istilah teknis?

Richard Kurniawan: Di dalam tim, tentu saja kami berkomunikasi dalam bahasa induk kami, bahasa Indonesia. Dengan peserta Global HackAtom lainnya dan dewan juri, kami menggunakan bahasa Inggris. Untungnya, kami tidak mengalami masalah dalam menerjemahkan istilah teknis, karena di bidang studi kami, kami sebagian besar menggunakan bahasa Inggris.

Proyek Anda adalah salah satu yang paling berpusat pada manusia: Anda mengusulkan konsep penerapan teknologi nuklir untuk menjaga ritme biologis dalam penerbangan luar angkasa. Bisa diceritakan lebih lanjut?

Marsha Aziza Wardhana: Semuanya bermula dari seminar angkasawan uji Rusia Anton Shkaplerov. Ia bercerita bahwa angkasawan rentan mengalami depresi dan perasaan terisolasi. Karena itu, awalnya kami ingin menciptakan sesuatu untuk meningkatkan kesehatan mental angkasawan. Kemudian, mentor kami mengatakan bahwa berbagai masalah yang dialami angkasawan, seperti risiko kardiovaskular, gangguan imunitas, atau bahkan ketidakstabilan suasana hati, dapat memiliki patomekanisme yang sama, yaitu ketidaksinkronan ritme sirkadian atau jam biologis. Dari situlah lahir ide proyek kami.



Dewan juri terdiri dari perwakilan Rosatom dan universitas teknik. Pertanyaan ahli mana yang paling sulit bagi Anda, dan mana yang Anda sukai?

Marsha Aziza Wardhana: Yang paling sulit adalah pertanyaan tentang perencanaan keuangan dan rencana ke depan. Tidak satu pun dari kami memiliki dasar yang kuat dalam ekonomi atau manajemen, jadi angka-angka agak sulit bagi kami. Tetapi saya sangat menyukai pertanyaan tentang proyek kami: isotop apa yang akan kami gunakan, bagaimana mekanisme kerjanya, dan apa perbedaan solusi kami dengan pendekatan yang saat ini digunakan di ISS untuk mengatur ritme sirkadian angkasawan.

Final ini mempertemukan lebih dari 50 peserta dari 10 negara. Apakah Anda merasakan semangat persaudaraan ilmiah internasional?

Frederick Suhamdy: Ketika saya bertemu tim dari negara lain, saya merasa gugup. Itu adalah

pengalaman pertama saya berkomunikasi dengan mahasiswa asing. Saya sangat penasaran untuk mengenal budaya dan proyek mereka.

Krisi Nohan: Kompetisinya berlangsung sengit, tetapi pada saat yang sama kami sempat menjalin pertemanan. Berkat kegiatan yang diselenggarakan oleh Rosatom, kami menjadi lebih dekat dengan perwakilan dari berbagai negara. Secara pribadi, saya berteman dengan tim dari Kazakhstan, dan kami masih berkomunikasi sampai sekarang.

Ketika hasil diumumkan dan Anda menyadari bahwa tim Anda termasuk pemenang, apa yang Anda rasakan?

Fathi Ghifari: Luar biasa. Tidak bisa dipercaya. Rasanya seperti mimpi!

Jika Anda harus menggambarkan Global HackAtom dalam tiga kata, kata apa yang akan Anda pilih?

Fathi Ghifari: Berkesan, memukau, menginspirasi.

Topik final adalah eksplorasi ruang angkasa dengan menggunakan teknologi nuklir. Menurut Anda, seperti apa hal itu dalam masa depan yang dapat kita bayangkan?

Frederick Suhamdy: Saya optimistis. Saya pikir integrasi teknologi nuklir ke dalam wahana antariksa akan terjadi dalam 50 tahun mendatang, karena nuklir adalah salah satu pilihan terbaik dari segi efisiensi dan dampaknya terhadap lingkungan. Sebagai calon dokter, saya berharap dapat berkontribusi pada pengembangan bidang antariksa dengan memastikan kesehatan dan keselamatan angkasawan.

Apa arti kemenangan di Global HackAtom bagi Anda dalam konteks masa depan Anda?

Fathi Ghifari: Banyak anggota tim kami tertarik untuk berkembang di bidang nuklir. Kami berharap di masa depan dapat berkontribusi pada pengembangan kedokteran nuklir di Indonesia.

Marsha Aziza Wardhana: Kemenangan di HackAtom 2025 membuat saya dapat dengan percaya diri mempertimbangkan kedokteran nuklir dan kedokteran kedirgantaraan sebagai kemungkinan bidang spesialisasi di masa depan. Salah satu anggota tim kami, Frederick Suhamdy, bahkan mulai mempertimbangkan praktik kedokteran di Rusia.