

Meningkatkan pembangunan reaktor nuklir: Menjamin kesehatan di seluruh dunia

Nadilah Dwi Cahyani

Program Studi Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

e-mail: nadilaho306@gmail.com

Kata Kunci:

Reaktor Nuklir, Radiasi, Energi, Perubahan Iklim, Radioisotop

Keywords:

Nuclear Reactors, Radiation, Energy, Climate Change, Radioisotopes

ABSTRAK

Reaktor nuklir memiliki potensi besar dalam menyediakan energi berkelanjutan, stabil, dan ramah lingkungan. Menggunakan bahan bakar uranium dapat menghasilkan energi dalam jumlah besar dengan emisi karbon yang minimal, dan membantu mengurangi dampak perubahan iklim. Selain digunakan untuk energi, teknologi nuklir juga bermanfaat di bidang medis, khususnya dalam diagnosis dan terapi penyakit melalui penggunaan radioisotop, serta dalam sterilisasi alat medis.

Namun, teknologi reaktor nuklir memiliki risiko yang berbahaya, seperti kebocoran radiasi yang dapat berdampak buruk bagi kesehatan dan lingkungan. Maka dari itu reaktor nuklir dilengkapi dengan berbagai sistem keamanan, termasuk pendinginan darurat, containment vessel, dan protokol pemantauan radiasi yang ketat. Standar keselamatan internasional dari badan seperti IAEA wajib diikuti, dan pendidikan kepada masyarakat diperlukan agar mereka memahami cara menanggulangi apabila terjadi risiko yang kemungkinan terjadi. Bekerja sama dengan organisasi kesehatan dunia sangat di perlukan untuk sosialisasi manfaat nuklir, agar dapat meningkatkan keyakinan masyarakat terhadap energi nuklir sebagai solusi energi berkelanjutan di masa depan.

ABSTRACT

Nuclear reactors have great potential in providing sustainable, stable, and environmentally friendly energy. Using uranium fuel can produce large amounts of energy with minimal carbon emissions, and help reduce the impact of climate change. In addition to being used for energy, nuclear technology is also useful in the medical field, especially in the diagnosis and therapy of diseases through the use of radioisotopes, and in the sterilization of medical devices. However, nuclear reactor technology has dangerous risks, such as radiation leaks that can have adverse effects on health and the environment. Therefore, nuclear reactors are equipped with various safety systems, including emergency cooling, containment vessels, and strict radiation monitoring protocols. International safety standards from agencies such as the IAEA must be followed, and education for the public is needed so that they understand how to deal with possible risks. Cooperation with world health organizations is needed to socialize the benefits of nuclear, in order to increase public confidence in nuclear energy as a sustainable energy solution in the future.

Pendahuluan

Teknologi nuklir adalah teknologi yang memanfaatkan reaksi inti atom, seperti fisi (pembelahan inti) dan fusi (penggabungan inti), yaitu memiliki tujuan untuk menghasilkan energi (Komalasari & Saragih, 2024). Penggunaan teknologi reaktor nuklir sebagai sumber energi telah menjadi pilihan strategis dalam memenuhi kebutuhan energi berkelanjutan yang stabil. Teknologi ini tidak hanya memiliki kemampuan menghasilkan energi dalam jumlah besar, tetapi juga unggul dalam



This is an open access article under the CC BY-NC-SA license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

mengurangi emisi karbon, hal ini menjadikan teknologi nuklir sebagai pilihan yang ramah lingkungan dibandingkan dengan pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Keunggulan utama teknologi nuklir adalah mampu menghasilkan listrik yang stabil dan konsisten tanpa dapat mempengaruhi kondisi cuaca, berbeda dengan sumber energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin dapat mempengaruhi kondisi cuaca. Selain sebagai menghasilkan energi, reaktor nuklir memberikan manfaat pada bidang kesehatan, terutama penggunaan radioisotop dalam mendiagnosis dan mengobati penyakit kanker dan gangguan jantung. Teknologi radiasi juga berperan penting dalam sterilisasi alat medis, yang efektif membunuh mikroorganisme tanpa merusak kualitas alat maka tidak memerlukan bahan kimia untuk sterilisasi alat medis.

Namun dibalik banyaknya manfaat teknologi nuklir, terdapat risiko keselamatan yang perlu diperhatikan, terutama dapat terjadi kebocoran radiasi yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat dan lingkungan. Maka dari itu, reaktor nuklir dirancang dengan berbagai protokol keselamatan yang sangat ketat, yaitu pada sistem pendinginan, kontrol neutron, serta lapisan perlindungan yang dirancang untuk mencegah pelepasan radiasi. Pengoperasian reaktor ini juga diawasi ketat oleh badan pengawas internasional, seperti Badan Tenaga Atom Internasional (IAEA) dan dilengkapi dengan protokol tanggap darurat untuk menghadapi segala potensi kecelakaan. Maka sangat penting sosialisasi kepada masyarakat mengenai manfaat dan risiko teknologi nuklir, sehingga masyarakat dapat menerima teknologi reaktor nuklir dengan baik dan bijak. Program-program sosialisasi dan dukungan dari organisasi kesehatan internasional, seperti WHO (World Health Organization), dapat membantu mengurangi kekhawatiran masyarakat dan meningkatkan pemahaman tentang pentingnya teknologi nuklir sebagai solusi energi masa depan yang berkelanjutan yang rendah emisi.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pustaka (*library research*) adalah penelitian dilakukan dengan mengumpulkan informasi dan data dengan bantuan berbagai macam buku referensi, artikel, catatan, dan berbagai jurnal yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yang terdapat di artikel ini (Sari & Asmendri, 2020). Kegiatan ini dilakukan dengan usaha secara menyeluruh untuk mengumpulkan, mengolah, dan menyimpulkan data untuk mencari jawaban dari masalah yang dihadapi.

Pembahasan

Mengenal Reaktor Nuklir

Memilih teknologi reaktor nuklir sebagai energi yang berkelanjutan adalah pilihan yang terbaik karena teknologi reaktor nuklir memiliki potensi besar dalam menyediakan energi yang berkelanjutan dan stabil. Teknologi Reaktor nuklir mampu menghasilkan energi dalam jumlah besar dengan menggunakan bahan bakar yang relatif sedikit. Bahan bakar utama yang digunakan yaitu uranium. Kelebihan dari uranium yaitu menghasilkan energi yang jauh lebih besar dibandingkan sumber bahan bakar fosil seperti batubara atau gas alam. Satu kilogram uranium dapat menghasilkan

energi yang setara dengan membakar beberapa ribu ton batubara. Energi nuklir hampir tidak menghasilkan emisi karbon dalam prosesnya, sehingga apabila digunakan dapat membantu mengurangi emisi gas rumah kaca. Hal ini menjadikan reaktor nuklir sebagai salah satu teknologi yang paling ramah lingkungan dibandingkan dengan pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Pembangkit listrik tenaga nuklir dapat menghasilkan energi yang stabil dan tidak dapat mempengaruhi kondisi cuaca, berbeda dengan energi terbarukan seperti tenaga angin atau surya yang dapat mempengaruhi kondisi cuaca. Reaktor nuklir dapat beroperasi setiap saat dan memberikan pasokan listrik yang konsisten, hal ini penting bagi negara yang memiliki permintaan listrik yang tinggi yang terus meningkat.

Manfaat Radioisotop Medis dari Reaktor Nuklir

Teknologi nuklir tidak hanya bermanfaat untuk menghasilkan energi, tetapi juga memiliki manfaat yang banyak pada bidang kesehatan, khususnya dalam pengendalian dan pengobatan penyakit. Fungsi isotop radioaktif pada bidang kedokteran yaitu untuk mendiagnosis dan mengobati berbagai penyakit. Cara kerjanya yaitu memberikan zat radioaktif ke dalam tubuh yang kemudian dipantau menggunakan alat pemindai seperti PET (Positron Emission Tomography) dan SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography). Proses ini sangat efektif untuk mendeteksi kanker, penyakit jantung, gangguan neurologis, dan melacak aktivitas metabolisme di dalam tubuh. Radioterapi pada Pengobatan Kanker yaitu menggunakan radiasi untuk menghancurkan sel-sel kanker. Terapi radiasi yang digunakan adalah terapi radiasi eksternal (seperti terapi sinar-X atau sinar gamma). Proses menyesterilkan alat medis dan produk farmasi menggunakan Radiasi nuklir, dimana hal ini sangat efektif karena mampu membunuh mikroorganisme dengan tidak mempengaruhi kualitas bahannya. Sehingga ramah lingkungan karena tidak menggunakan bahan kimia untuk menyesterilkan alat medis dan produk farmasi.(Octadamaillah et al., 2023)

Keamanan Reaktor Nuklir untuk Melindungi Kesehatan Publik

Dibalik banyaknya manfaat teknologi reaktor nuklir terdapat risiko tinggi yang berdampak pada manusia maupun lingkungan apabila terjadi kebocoran radiasi. Risiko utama yang terjadi yaitu menyebabkan keracunan radiasi akut, meningkatkan risiko kanker, dan Kerusakan lingkungan karena terkontaminasi radiasi. Apabila suatu daerah terkontaminasi oleh radiasi, dimana kontaminasi ini berlangsung ribuan tahun maka daerah tersebut tidak dapat dihuni untuk jangka panjang. Kebocoran radiasi menimbulkan kerugian ekonomi dan industri, dimana diperlukan biaya evakuasi, pemulihan, pembersihan, kompensasi bagi korban, dan berdampak pada pertanian dan perikanan yang terdampak radiasi.

Maka dari itu reaktor nuklir perlu dirancang dengan sistem protokol keselamatan yang sangat ketat untuk melindungi pekerja, masyarakat, dan lingkungan. Reaktor nuklir dirancang dengan beberapa lapisan perlindungan fisik seperti pelindung inti reaktor, dinding beton bertulang, dan cangkang luar yang tebal, agar mencegah pelepasan radiasi ke lingkungan jika terjadi kerusakan pada alat reaktor nuklir.

containment vessel yaitu wadah tertutup yang terbuat dari baja atau beton bertulang tebal berfungsi untuk menahan tekanan tinggi jika terjadi pelepasan gas radioaktif. Reaktor nuklir memiliki sistem pendinginan utama yang menjaga suhu tetap terkendali. Sistem ini sangat penting untuk mencegah peleburan inti yang dapat menyebabkan kebocoran radiasi. Jika sistem utama gagal, maka ada sistem pendinginan darurat (Emergency Core Cooling System, ECCS) yang secara otomatis aktif untuk mencegah terjadinya kebakaran pada inti reaktor. Reaktor nuklir memiliki batang kendali yang berfungsi untuk menyerap neutron dan mengontrol laju reaksi nuklir di dalam reaktor. Jika terjadi peningkatan suhu atau masalah lain, batang kendali dapat dimasukkan secara otomatis ke dalam inti reaktor untuk menghentikan reaksi nuklir. Pada instansi nuklir harus memiliki detektor radiasi yang dipasang di sekitar area reaktor untuk memantau kadar radiasi secara terus-menerus. Sistem ini terhubung dengan sistem alarm dan pemantauan pusat yang memungkinkan deteksi dini jika terjadi kenaikan kadar radiasi yang melebihi batas.

Pada alat Reaktor nuklir yang digunakan menjalani inspeksi dan pemeliharaan berkala untuk memastikan bahwa semua sistem berfungsi dengan baik dan memenuhi standar keselamatan yang ditetapkan. Setiap komponen inti diperiksa dan diuji, dan prosedur pemeliharaan dilakukan sesuai dengan standar ketat dari badan pengawas nuklir. Pengoperasian reaktor nuklir harus mengikuti standar keselamatan dari badan pengawas internasional, seperti Badan Tenaga Atom Internasional (IAEA) dan regulasi lokal. Standar ini mencakup prosedur pengelolaan, pemantauan, dan pelaporan yang memastikan bahwa reaktor beroperasi dengan aman.

Setiap instansi nuklir wajib memiliki protokol tanggap darurat yang dapat merespons segala kemungkinan kecelakaan, termasuk rencana evakuasi, prosedur isolasi radiasi, dan metode penyebaran informasi kepada masyarakat. Para pekerja juga dilatih secara rutin dalam simulasi situasi darurat, sehingga para pekerja siap menghadapi berbagai kemungkinan risiko yang terjadi. Limbah radioaktif dari reaktor nuklir ditangani dengan prosedur khusus agar tidak mencemari lingkungan. Limbah radioaktif dimasukkan dalam wadah khusus dan disimpan di lokasi penyimpanan yang aman, biasanya di simpan di bawah tanah yang kedap radiasi.(Wulandari et al., 2022)

Pendidikan dan Kesadaran masyarakat tentang Manfaat Reaktor Nuklir

Meningkatkan pemahaman masyarakat tentang keuntungan dan risiko reaktor nuklir sangat penting agar masyarakat dapat menerima teknologi reaktor nuklir dengan baik dan bijak. Memberikan edukasi kepada masyarakat dengan baik membantu mengurangi ketakutan yang berlebihan dan membangun kepercayaan terhadap teknologi reaktor nuklir. Dengan pemahaman yang lebih dalam, masyarakat dapat menilai dengan lebih objektif mengenai manfaat dan tantangan dari teknologi nuklir, sehingga masyarakat tidak hanya fokus pada risiko yang dapat ditimbulkan, tetapi juga pada manfaat yang dihasilkan apabila menggunakan teknologi reaktor nuklir. Dalam penyampaian informasi kepada masyarakat secara jelas dapat membantu masyarakat memahami bagaimana cara meminimalkan resiko-resiko yang terjadi dengan melalui regulasi yang ketat, pengawasan teknologi, serta sistem keamanan yang terus diperbarui. Dengan meningkatnya pemahaman masyarakat, maka masyarakat dapat

menjadi lebih menerima menggunakan energi nuklir sebagai bagian dari solusi energi masa depan yang berkelanjutan dan rendah emisi.(Wijaya et al., 2021)

Dukungan Internasional untuk Pembangunan Reaktor Nuklir

Mengajak organisasi kesehatan nasional dan internasional seperti WHO (World Health Organization atau organisasi kesehatan masyarakat lokal dalam sosialisasi kepada masyarakat tentang manfaat nuklir dan informasi yang sebenarnya tentang standar keselamatan, mekanisme pengendalian radiasi, serta dampak kesehatan dari reaktor nuklir akan membantu mengatasi kekhawatiran masyarakat. Program bersama ini bisa berbentuk seminar, lokakarya, atau kampanye kesehatan yang menunjukkan bagaimana energi nuklir mendukung kebutuhan medis dan penelitian. Mengundang masyarakat sebagai perwakilan komunitas dan organisasi kesehatan untuk melihat langsung fasilitas reaktor nuklir yang menerapkan standar keamanan tinggi dapat mengurangi ketakutan akan bahaya nuklir. Melalui pengalaman ini, masyarakat dapat melihat langsung prosedur keamanan yang diterapkan dan memahami manfaat langsung dari teknologi ini.(Sambuaga et al., 2024)

Kesimpulan dan Saran

Reaktor nuklir menawarkan potensi besar sebagai sumber energi berkelanjutan yang stabil dan ramah lingkungan. Dengan penggunaan uranium sebagai bahan bakar, reaktor nuklir dapat menghasilkan energi dalam jumlah besar dengan emisi karbon yang minimal. Keunggulan ini menjadikannya pilihan tepat untuk memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat dan juga mendukung pengurangan emisi gas rumah kaca. Selain manfaat energi, teknologi nuklir juga memberikan kontribusi signifikan di bidang kesehatan melalui penggunaan radioisotop medis, baik untuk diagnosis maupun pengobatan berbagai penyakit. Namun, teknologi ini juga membawa risiko serius, terutama terkait kebocoran radiasi yang dapat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan. Untuk itu, keamanan dalam desain dan pengoperasian reaktor sangat penting. Lapisan perlindungan fisik, sistem pendinginan darurat, dan pemantauan radiasi secara ketat telah diterapkan untuk mencegah serta menanggulangi risiko kebocoran. Pendidikan dan peningkatan kesadaran masyarakat tentang manfaat dan keamanan teknologi nuklir sangat penting agar masyarakat dapat memahami manfaat reaktor nuklir dan menerima teknologi ini sebagai bagian dari solusi energi masa depan yang berkelanjutan. Pemerintah dan instansi perlu melakukan pendekatan yaitu dengan cara sosialisasi kepada masyarakat tentang manfaat energi nuklir dan prosedur keselamatannya melalui kampanye, seminar, dan lokakarya. Setiap fasilitas reaktor nuklir harus mematuhi standar keselamatan yang ditetapkan oleh badan internasional seperti IAEA. Inspeksi berkala, pemeliharaan rutin, dan pelatihan darurat bagi pekerja perlu dilakukan untuk menjamin keamanan maksimal. Program sosialisasi bersama dengan organisasi kesehatan internasional seperti WHO (World Health Organization) dapat meningkatkan transparansi dan memberikan pemahaman yang akurat kepada masyarakat mengenai dampak kesehatan dan keselamatan reaktor nuklir. Pengelolaan limbah radioaktif perlu terus ditingkatkan untuk menghindari kontaminasi lingkungan. Limbah harus disimpan di lokasi yang aman dan kedap radiasi untuk jangka panjang.

Daftar Pustaka

- Komalasari, A., & Saragih, Y. (2024). Sistem Kontrol Temperature Transmitter Pada Reaktor Ap-545 Di Pt. Sintas Kurama Perdana. *Aisyah Journal Of Informatics and Electrical Engineering (A.J.I.E.E)*, 6(1), 27–34. <https://doi.org/10.30604/jti.v6i1.161>
- Octadamaillah, S., Isnaini, A., & Sigit, R. (2023). Urania Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir. *Urania Jurnal Ilmiah Daur Bahan Bakar Nuklir*, 29(1), 21–32. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17146/urania.2023.29.1.6976>
- Sambuaga, T. J., Waha, C. J. J., & Voges, S. O. (2024). “Peranan Organisasi International Atomic Energy Agency (Iaea) Terhadap Penggunaan Nuklir Untuk Tujuan Damai” 1. *Jurnal Fakultas Hukum Universitas Sam Ratulangi*, 13(3). <https://kominfo.jatimprov.go.id/berita/682>
- Sari, M., & Asmendri, A. (2020). Penelitian Kepustakaan (Library Research) dalam Penelitian Pendidikan IPA. *Natural Science*, 6(1), 41–53. <https://doi.org/10.15548/nsc.v6i1.1555>
- Wijaya, A. I., Ariana, P., & Hidayah, R. R. (2021). Public Perception and Readiness for Nuclear Potential as Power Plant. *JPFT (Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online)*, 9(December), 22–28. <http://jurnal.fkip.untad.ac.id/index.php/jpft>
- Wulandari, L., Umar, D. D., Septiani, D., Iskandar, H. H., Safina, M., & Haq, V. A. (2022). Analisis Pengaruh Globalisasi Dan Perkembangan Teknologi Nuklir Terhadap Lingkungan Hidup Yang Berkelaanjutan. *Jurnal Bisnis Dan Manajemen West Science*, 1(01), 36–50.