



Penerapan Energi Nuklir sebagai Pembangkit Listrik Indonesia pada Tahun 2035

Muhammad Fakhrudin Ar Rozi¹⁾; Irsyad Mahmudi²⁾; Maulina Hanum³⁾; dan Juwita Puspa Dewi⁴⁾

^{1,2,3,4}Program Pascasarjana Universitas Pamulang
Email : pendekar.kerens@gmail.com;

Abstract

Primary energy supply in Indonesia is still dominated by fossil energy sources such as oil, coal and gas, while supply from New and Renewable Energy (EBT) is still low. Given Indonesia's limited fossil energy reserves, it is deemed necessary to immediately optimize the utilization of EBT sources. The method used in this research is a reference study on secondary data obtained from various library materials, publications and documentation. Based on the data obtained, a comparison was made between the various sources of the literature and carried out qualitatively on several indicators or parameters (among other things the target of primary energy supply, utilization of EBT, and provision of power plants) that have been determined by laws and regulations and other applicable provisions. The use of nuclear as a source of clean and safe energy for power generation offers significant potential in responding to global energy challenges. Through an analysis of the advantages and disadvantages of nuclear energy, we can achieve a more comprehensive understanding of its role and impact in achieving sustainable energy goals. The advantages of nuclear energy, such as its high energy density and low greenhouse gas emissions, make it an attractive option for generating electricity with relatively low fuel consumption. In addition, new generation reactor technology and enhanced safety measures have reduced the risk of nuclear accidents and increased overall system safety

Keyword: Renewable energy; nuclear: power plant

Abstrak

Pasokan energi primer di Indonesia masih didominasi oleh sumber energi fosil seperti minyak bumi, batubara, dan gas, sedangkan pasokan dari Energi Baru Terbarukan (EBT) masih rendah. Mengingat cadangan energi fosil Indonesia yang terbatas maka dipandang perlu untuk segera mengoptimalkan pemanfaatan sumber EBT. Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa studi referensi atas data sekunder yang diperoleh dari berbagai bahan pustaka, publikasi, dan dokumentasi. Berdasarkan data yang diperoleh selanjutnya dilakukan komparasi antara berbagai sumber pustaka tersebut dan dilakukan kualitatif atas beberapa indikator atau parameter (antara lain target penyediaan energi primer, pemanfaatan EBT, dan penyediaan pembangkit tenaga listrik) yang telah ditetapkan oleh peraturan perundangan dan ketentuan lainnya yang berlaku. Pemanfaatan nuklir sebagai sumber energi bersih dan aman untuk pembangkit listrik menawarkan potensi yang signifikan dalam menjawab tantangan energi global. Melalui analisis kelebihan dan kekurangan energi nuklir, kita dapat mencapai pemahaman yang lebih komprehensif tentang peran dan dampaknya dalam mencapai tujuan energi berkelanjutan. Kelebihan energi nuklir, seperti kepadatan energi yang tinggi dan emisi gas rumah kaca yang rendah, menjadikannya

sebagai opsi yang menarik untuk menghasilkan listrik dengan konsumsi bahan bakar yang relatif rendah. Selain itu, teknologi reaktor generasi baru dan langkah-langkah keselamatan yang ditingkatkan telah mengurangi risiko kecelakaan nuklir dan meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan

Kata kunci: Energi terbarukan; nuklir: pembangkit listrik

PENDAHULUAN

Pasokan energi primer di Indonesia masih didominasi oleh sumber energi fosil seperti minyak bumi, batubara, dan gas, sedangkan pasokan dari Energi Baru Terbarukan (EBT) masih rendah. Mengingat cadangan energi fosil Indonesia yang terbatas maka dipandang perlu untuk segera mengoptimalkan pemanfaatan sumber EBT. Berdasarkan beberapa studi diketahui bahwa ketergantungan terhadap energi fosil secara terus menerus akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dalam bentuk pencemaran lingkungan, perubahan iklim, dan pemanasan global (Ruslan, 2021). Perlunya peningkatan pemanfaatan EBT dalam pemenuhan kebutuhan energi nasional salah satunya adalah untuk mengurangi dampak gas rumah kaca (GRK) yang disebabkan oleh pembangkit bahan bakar fosil. Apalagi berdasarkan UU Nomor 16 Tahun 2016 tentang Pengesahan Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change (Persetujuan Paris atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa mengenai Perubahan Iklim), pemerintah Indonesia berkomitmen menurunkan GRK sebesar 29% (tanpa bantuan) dan 41% (dengan bantuan internasional) dari total seluruh sektor pada tahun 2030.

Energi nuklir diturunkan dari reaksi nuklir, yang melibatkan pemecahan atau penggabungan inti atom. Proses ini menghasilkan energi dalam jumlah besar, yang dapat digunakan untuk menghasilkan listrik melalui reaktor nuklir. Salah satu keunggulan utama dari energi nuklir adalah kepadatan energi yang tinggi. Sejumlah kecil bahan bakar nuklir dapat menghasilkan jumlah energi yang jauh lebih besar dibandingkan dengan sumber energi konvensional seperti batu bara atau gas alam. Hal ini menjadikan energi nuklir sebagai opsi yang efisien dalam pembangkitan listrik, dengan konsumsi bahan bakar yang relatif rendah. Selain itu, energi nuklir juga dianggap sebagai sumber energi bersih karena tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca secara signifikan. Reaktor nuklir tidak menghasilkan karbon dioksida atau gas polutan lainnya yang berkontribusi pada perubahan iklim. Dalam era perubahan iklim yang semakin mendesak, energi nuklir dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam mengurangi emisi gas rumah kaca dan membantu mencapai target keselamatan lingkungan.

Dalam hal keberlanjutan energi, energi nuklir memiliki potensi untuk memberikan pasokan energi yang stabil dan berkelanjutan dalam jangka panjang. Pasokan bahan bakar nuklir yang melimpah, seperti uranium dan thorium, dapat memenuhi kebutuhan energi global untuk berabad-abad. Selain itu, pengembangan teknologi reaktor generasi baru, seperti reaktor cepat dan reaktor pembiak, dapat meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar nuklir dan mengurangi limbah radioaktif yang dihasilkan.

Salah satu aspek penting dalam pemanfaatan energi nuklir adalah peningkatan keamanan. Setelah insiden kecelakaan nuklir Chernobyl dan Fukushima, industri nuklir telah mengambil langkah-langkah yang signifikan dalam memperkuat desain reaktor, melatih personel dengan standar yang lebih tinggi, dan meningkatkan sistem pengawasan dan pengendalian. Seiring dengan kemajuan teknologi, reaktor generasi baru memiliki fitur keselamatan yang lebih baik, termasuk fitur pasif yang memungkinkan reaktor mati dengan sendirinya tanpa campur tangan manusia dalam situasi kegagalan sistem.

Pemanfaatan energi nuklir sebagai pembangkit listrik telah merupakan bagian penting dari program listrik nasional berbagai negara terutama untuk mengantisipasi semakin menipisnya sumber energi fosil. Dalam kurun waktu 60 tahun terakhir telah tercapai kemajuan yang meyakinkan dalam pengembangan dan pemanfaatan teknologi nuklir tidak saja di negara-negara maju seperti Amerika Serikat, negara Eropa Barat dan Jepang, tetapi juga di beberapa negara-negara berkembang seperti Korea Selatan, China, Argentina, Brazil, dan India. Negara-negara Asia adalah negara yang sedang berkembang, serta ditandai dengan padatnya penduduk dan konsumsi energi per kapita, konsumsi listrik per kapita maupun pendapatan per kapita yang relatif rendah.

Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) merupakan salah satu jenis pembangkit yang memiliki kelebihan dalam menghasilkan kapasitas listrik yang besar, stabil dan murah. Kelebihan tersebut menjadikan PLTN sebagai salah satu pilihan untuk memenuhi tuntutan ketersediaan listrik yang besar agar dapat menunjang perekonomian berbasis industri di Indonesia

KAJIAN LITERATUR

Permasalahan energi yang dihadapi Indonesia dewasa ini antara lain mencakup permintaan dan konsumsi energi dan tersedianya sumber energi serta masih besarnya ketergantungan pada minyak. Permasalahan energi yang tidak merata disebabkan oleh kepadatan penduduk Indonesia yang terdiri dari beribu-ribu pulau, sebanyak 60% penduduknya mendiami pulau Jawa. Pulau Jawa memerlukan energi yang besar, sedang penyediaan energi minim, dan untuk di luar pulau Jawa sebaliknya. Begitu pula pertumbuhan penduduk dan peningkatan kualitas hidup dari tradisional ke modern akan meningkatkan laju permintaan energi. Terlihat peranan bahan bakar minyak masih besar, penggunaan minyak bumi sebagai sumber daya energi di dalam negeri terus meningkat, sedangkan cadangan relatif terbatas. Dewasa ini Indonesia tidak lagi mengekspor minyak dan sudah menjadi pengimpor minyak. Dari potensi tenaga air yang terdapat di seluruh wilayah tanah air diperkirakan sekitar 34.000 MW dapat dikembangkan untuk pembangkit listrik. Mengingat lamanya waktu serta pola penyebaran penduduk di Indonesia diperkirakan hanya 4.000 MW yang dapat menghasilkan listrik dalam awal abad 21. Secara akumulatif kapasitas Terpasang Pembangkit Listrik Mini-hydro (50 kW) dan Microhydro (500 kW) diperkirakan mencapai 88 MW, atau 17,2% dari total potensi yang sudah diidentifikasi yang jumlahnya sebesar 500 MW. Kebanyakan sistem Pembangkit Listrik Mini-hydro dan Microhydro tidak terhubung ke grid dan terletak di daerah terpencil. Meskipun demikian, sistem pembangkit tersebut berperan penting dalam memenuhi permintaan listrik pedesaan yang tumbuh dengan pesat. Sayangnya, sejumlah besar proyek-proyek sistem pembangkit mini dan micro-hydro tidak beroperasi seperti yang diharapkan karena keahlian tenaga lokal dalam mengelola masih kurang memadai. Berdasarkan penelitian, potensi energi panas bumi di Indonesia diperkirakan sebesar 10.000 MW dan kapasitas terpasang mencapai sekitar 1.400 MW pada tahun 2013, meskipun tidak sesuai dengan sasaran yang direncanakan pada tahun 2008 yaitu sebesar 2.000 MW. Potensi energi angin kekuatannya tidaklah besar, dengan kecepatan angin rata-rata antara 3 meter per second (m/s) dan 6 m/s, generator energi angin yang cocok untuk di Indonesia adalah yang berukuran kecil (hingga 10 kilowatt (kW)) dan menengah (10 kW sampai 100 kW). Selain itu, kekuatan angin paling produktif di Indonesia berada jauh dari pusat-pusat konsumsi listrik, dan karena itu akan membutuhkan infrastruktur transmisi yang luas. Potensi air laut, energi surya, dan sumber lainnya bisa dimanfaatkan namun masih dalam skala kecil dan dalam proyek peragaan dan biayanya terlalu mahal

Hasil penelitian Herawati, N., & Sudagung, A. D. (2020) menunjukkan bahwa pengetahuan masyarakat Bengkulu tentang nuklir dan PLTN masih sangat terbatas. Hal ini ditunjukkan oleh minimnya wawasan dan pemahaman masyarakat tentang nuklir hampir di semua lapisan. Persepsi masyarakat tentang nuklir pun keliru dengan mengidentikkan nuklir dengan bom dan selalu mengaitkan PLTN dengan bahaya radiasi dan kecelakaan nuklir. Selain itu, ada kecenderungan masyarakat untuk setuju dan menerima rencana pemerintah untuk membangun PLTN dengan catatan pemerintah dapat menjamin keamanan dan masyarakat mendapat keuntungan dan manfaat yang jelas sebagai dampak kehadiran PLTN di wilayahnya. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sikap penerimaan masyarakat tidak sepenuhnya dibangun dari aspek pemahaman publik, namun lebih ditentukan faktor kepentingan dan harapan masyarakat untuk memperbaiki kesejahteraannya

Sebuah studi oleh Sujarittam dan Valee (2018) membahas pro dan kontra dari pembangkit listrik tenaga nuklir. Mereka menyimpulkan bahwa energi nuklir menawarkan kelebihan seperti tingkat daya yang tinggi dan emisi gas rumah kaca yang rendah. Keuntungan lainnya adalah efisiensi bahan bakar yang tinggi dan kemampuan untuk memproduksi listrik dalam skala besar dengan konsumsi bahan bakar yang relatif kecil. Namun, studi ini juga mengidentifikasi beberapa tantangan, seperti manajemen limbah radioaktif yang aman dan risiko kecelakaan nuklir. Artikel ini memberikan wawasan yang baik tentang aspek positif dan negatif dari energi nuklir sebagai sumber energi bersih.

Selain itu, Khattak, Abbas, dan Soomro (2018) melakukan analisis perbandingan antara nuklir dan sumber energi lainnya. Mereka menyoroti bahwa energi nuklir memiliki keunggulan dalam hal keberlanjutan, keandalan, dan keefisienan energi. Meskipun energi nuklir memiliki biaya awal yang tinggi untuk pembangunan reaktor, biaya operasional dan produksi listriknya cenderung lebih rendah dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Namun, penulis juga mencatat bahwa pengelolaan limbah radioaktif menjadi tantangan yang perlu diatasi dengan teknologi yang lebih baik.

Studi-studi tersebut memberikan gambaran yang komprehensif tentang pemanfaatan energi nuklir sebagai sumber energi bersih dan aman untuk pembangkit listrik. Dengan memperhatikan kelebihan dan kekurangan energi nuklir, serta melibatkan teknologi yang lebih aman dan efisien dalam pengembangan reaktor nuklir, kita dapat memaksimalkan manfaatnya sambil mengurangi risiko yang terkait

Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) adalah stasiun pembangkit listrik termal yang menggunakan bahan bakar nuklir (uranium) untuk membangkitkan energi. Energi yang dihasilkan oleh reaksi fisi di dalam reaktor nuklir berubah menjadi panas dan air berubah menjadi uap panas dan kemudian diambil tenaganya untuk memutar turbin yang selanjutnya membangkitkan tenaga listrik. Sistem PLTN tergolong teknologi tinggi dan prospektif ke masa depan. PLTN mempunyai karakteristik sumbernya berkelimpahan di alam, bisa dibangkitkan dalam skala besar, ekonomis dalam skala massal, dan ramah lingkungan. Perbedaannya adalah panas yang digunakan untuk membangkitkan uap tidak dihasilkan dari pembakaran bahan fosil, tetapi sebagai hasil dari pembelahan inti atom U-23 yang ditembak dengan neutron. Panas yang dihasilkan dari reaksi pembelahan diangkut keluar dari teras reaktor oleh fluida pendingin, yang secara terus menerus dipompakan ke dalam reaktor melalui saluran pendingin reaktor

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini berupa studi referensi atas data sekunder yang diperoleh dari berbagai bahan pustaka, publikasi, dan dokumentasi. Berdasarkan data yang diperoleh selanjutnya dilakukan komparasi antara berbagai sumber pustaka tersebut dan dilakukan analisa kuantitatif dan kualitatif atas beberapa indikator atau parameter (antara lain target penyediaan energi primer, pemanfaatan EBT, dan penyediaan pembangkit tenaga listrik) yang telah ditetapkan oleh peraturan perundangan dan ketentuan lainnya yang berlaku

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan nuklir sebagai sumber energi bersih dan aman untuk pembangkit listrik telah menjadi topik yang kontroversial dalam beberapa dekade terakhir. Salah satu kelebihan utama energi nuklir adalah bahwa reaktor nuklir dapat menghasilkan daya dengan intensitas yang sangat tinggi. Energi yang dihasilkan dari reaksi nuklir jauh lebih besar dibandingkan dengan sumber energi konvensional seperti batu bara atau gas alam. Hal ini memungkinkan pembangkit listrik nuklir untuk menghasilkan listrik dalam jumlah yang besar dengan menggunakan jumlah bahan bakar yang relatif sedikit. Selain itu, energi nuklir juga dianggap sebagai energi bersih. Reaktor nuklir tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca yang signifikan seperti pembakaran bahan bakar fosil, yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Penggunaan energi nuklir, dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan membantu menjaga kualitas udara yang lebih baik.

Penerapan energi nuklir untuk pembangkit listrik di Indonesia memiliki beberapa manfaat potensial yang dapat mendukung pembangunan nasional dan keberlanjutan energi.

Namun, ada juga beberapa kekurangan dalam pemanfaatan energi nuklir. Salah satunya adalah limbah radioaktif yang dihasilkan. Limbah ini membutuhkan penanganan khusus dan penyimpanan jangka panjang yang aman untuk menghindari dampak negatifnya terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Meskipun teknologi penyimpanan limbah radioaktif terus dikembangkan, masalah limbah ini tetap menjadi tantangan yang harus diatasi. Risiko kecelakaan nuklir juga merupakan kekhawatiran yang serius. Bencana Chernobyl pada tahun 1986 dan bencana Fukushima pada tahun 2011 menjadi contoh tragis tentang potensi bahaya yang dapat terjadi jika keamanan reaktor nuklir tidak terjamin. Standar keamanan telah ditingkatkan sejak saat itu, namun risiko kecelakaan nuklir tetap ada. Peningkatan keamanan

dan mengurangi limbah radioaktif terus dikembangkan melalui penelitian dan pengembangan untuk menciptakan reaktor nuklir generasi baru yang lebih aman dan efisien. Penggunaan bahan bakar nuklir yang dapat diperbarui, seperti thorium, juga menjadi fokus penelitian yang sedang dilakukan.

Salah satu aspek penting adalah keberlanjutan pasokan bahan bakar nuklir. Bahan bakar utama yang digunakan dalam reaktor nuklir saat ini adalah uranium. Namun, cadangan uranium yang dapat ditambang secara ekonomis terbatas, dan estimasi sumber daya yang tersedia bervariasi. Beberapa upaya dilakukan untuk menjaga keberlanjutan, seperti pengembangan reaktor generasi baru yang dapat menggunakan sumber daya uranium yang lebih efisien atau bahan bakar nuklir alternatif seperti thorium. Biaya pembangunan dan operasional reaktor nuklir juga menjadi faktor yang signifikan dalam pemanfaatan energi nuklir. Pembangunan reaktor nuklir membutuhkan investasi modal yang besar, serta biaya operasional dan pemeliharaan yang tinggi. Selain itu, proses pengelolaan limbah radioaktif juga membutuhkan sumber daya yang signifikan. Perlu dilakukan analisis komprehensif terkait ekonomi dan efisiensi operasional reaktor nuklir untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang.

Penting juga untuk mempertimbangkan aspek keamanan dan proliferasi nuklir. Penggunaan energi nuklir dapat menimbulkan risiko keamanan jika teknologi dan material nuklir jatuh ke tangan yang salah. Oleh karena itu, pengawasan internasional yang ketat dan kerja sama antar negara diperlukan untuk memastikan bahwa teknologi nuklir hanya digunakan untuk tujuan damai dan mencegah penyebaran senjata nuklir. Dalam konteks pembangkit listrik, energi nuklir juga perlu bersaing dengan sumber energi terbarukan seperti energi surya dan angin yang semakin berkembang pesat. Biaya turunnya teknologi energi terbarukan, bersama dengan kekhawatiran terhadap masalah limbah nuklir dan kecelakaan nuklir, telah membuat beberapa negara beralih ke sumber energi terbarukan sebagai alternatif yang lebih menarik secara ekonomi dan lebih ramah lingkungan.

Penerapan energi nuklir melibatkan banyak faktor politik yang perlu dipertimbangkan. Salah satu faktor yang penting adalah kesadaran masyarakat tentang risiko dan manfaat energi nuklir. Pemahaman yang rendah dan persepsi negatif terhadap nuklir dapat menjadi hambatan dalam memperoleh dukungan politik. Selain itu, faktor ekonomi juga penting, di mana pembangunan reaktor nuklir memerlukan investasi yang besar dan jangka panjang. Pemerintah perlu mengatasi tantangan ini dan meyakinkan masyarakat dan pemangku kepentingan lainnya tentang manfaat jangka panjang energi nuklir.

Partai politik memiliki peran yang signifikan dalam menentukan kebijakan energi nuklir. Di Indonesia, beberapa partai politik memiliki pandangan yang berbeda terkait penerapan energi nuklir. Sebagian partai politik mendukung pengembangan energi nuklir sebagai solusi untuk mengatasi krisis energi dan mengurangi emisi gas rumah kaca. Namun, partai politik lain lebih skeptis dan lebih fokus pada pengembangan sumber energi terbarukan. Perbedaan sikap ini mencerminkan berbagai pandangan politik terhadap energi nuklir di Indonesia.

Pemerintah memiliki peran sentral dalam mengembangkan program energi nuklir di Indonesia. Pemerintah harus mengoordinasikan antara berbagai pemangku kepentingan, membangun infrastruktur yang dibutuhkan, dan menyusun kerangka regulasi yang jelas. Selain itu, pemerintah juga harus mengelola risiko keamanan dan keselamatan yang terkait dengan pembangunan dan operasi reaktor nuklir. Oleh karena itu, pemerintah perlu memiliki komitmen yang kuat terhadap energi nuklir serta mengambil langkah-langkah yang transparan untuk memperoleh dukungan politik dan masyarakat.

Pengembangan program energi nuklir di Indonesia juga dihadapkan pada tantangan politik tertentu. Salah satu tantangan tersebut adalah opini publik yang negatif terhadap energi nuklir, yang sering kali dipengaruhi oleh peristiwa bencana nuklir di negara lain. Pemerintah perlu melakukan upaya edukasi yang intensif untuk meningkatkan pemahaman masyarakat tentang energi nuklir dan mengatasi kekhawatiran mereka. Selain itu, tantangan politik lainnya termasuk proses pengambilan keputusan yang panjang dan kompleks, ketergantungan pada teknologi asing, serta adanya tekanan dari kelompok-kelompok lingkungan yang menentang penggunaan energi nuklir.

Namun, tantangan yang perlu diatasi dalam pemanfaatan energi nuklir termasuk pengelolaan limbah radioaktif yang aman dan perlunya peningkatan pengawasan dan

pengendalian. Dalam menghadapi tantangan ini, perkembangan teknologi, pengaturan yang ketat, serta kerja sama internasional dan perjanjian non-proliferasi menjadi penting. Penting untuk terus melakukan penelitian dan inovasi dalam energi nuklir guna memperbaiki aspek-aspek kritis, seperti desain reaktor, efisiensi penggunaan bahan bakar, dan pengelolaan limbah radioaktif. Selain itu, transparansi dan partisipasi masyarakat juga menjadi kunci untuk membangun kepercayaan dan mengatasi kekhawatiran yang mungkin timbul terkait dengan energi nuklir. Dalam rangka mencapai keberlanjutan energi, penting untuk mengintegrasikan energi nuklir sebagai bagian dari portofolio energi yang lebih luas, dengan mempertimbangkan kebutuhan global, kondisi regional, dan preferensi lokal. Dalam konteks ini, pengambilan keputusan yang bijaksana, kerja sama antar negara, dan komunikasi yang efektif akan membantu memastikan bahwa energi nuklir dimanfaatkan dengan cara yang bertanggung jawab, memberikan manfaat yang maksimal, dan menjaga keamanan serta keberlanjutan.

Dengan mempertimbangkan semua aspek ini, energi nuklir dapat berperan penting dalam memenuhi kebutuhan energi yang terus meningkat sambil mengurangi emisi gas rumah kaca. Namun, penting untuk terus melakukan penelitian, memperbaiki teknologi, dan meningkatkan pengawasan untuk memastikan bahwa energi nuklir dapat digunakan secara efisien, aman, dan bertanggung jawab dalam mendorong transisi menuju masa depan energi yang berkelanjutan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemanfaatan nuklir sebagai sumber energi bersih dan aman untuk pembangkit listrik menawarkan potensi yang signifikan dalam menjawab tantangan energi global. Melalui analisis kelebihan dan kekurangan energi nuklir, kita dapat mencapai pemahaman yang lebih komprehensif tentang peran dan dampaknya dalam mencapai tujuan energi berkelanjutan. Kelebihan energi nuklir, seperti kepadatan energi yang tinggi dan emisi gas rumah kaca yang rendah, menjadikannya sebagai opsi yang menarik untuk menghasilkan listrik dengan konsumsi bahan bakar yang relatif rendah. Selain itu, teknologi reaktor generasi baru dan langkah-langkah keselamatan yang ditingkatkan telah mengurangi risiko kecelakaan nuklir dan meningkatkan keamanan sistem secara keseluruhan. Dalam pandangan politik di Indonesia, penerapan energi nuklir untuk pembangkit listrik melibatkan banyak faktor yang mempengaruhi keputusan politik. Kesadaran masyarakat, sikap partai politik, peran pemerintah, dan tantangan politik merupakan aspek-aspek yang penting dalam mengembangkan program energi nuklir. Dalam menghadapi tantangan ini, pemerintah perlu mengambil langkah-langkah strategis untuk memperoleh dukungan politik dan membangun kepercayaan masyarakat terkait energi nuklir. Dengan demikian, penerapan energi nuklir yang berkelanjutan dan aman dapat menjadi realitas di Indonesia, yang akan memberikan manfaat dalam jangka panjang dalam memenuhi kebutuhan energi Negara

DAFTAR PUSTAKA

- Alvin, J. (2017). Advantages and Disadvantages of Nuclear Power. *Journal of Electrical Engineering and Automation*, 4(1), 1-5. Diakses dari: https://www.researchgate.net/publication/317696598_Advantages_and_Disadvantages_of_Nuclear_Power
- Firmansyah, R., Budi, S., Pusat, S., Energi, P., Ppen) -Batan, N. (, Kuningan Barat, J., & Prapatan, M. (n.d.). Perhitungan Faktor Emisi CO₂ PLTU Batubara dan PLTN (Rizki Firmansyah Setya Budi dan Suparman) PERHITUNGAN FAKTOR EMISI CO₂ PLTU BATUBARA DAN PLTN. <https://doi.org/10.17146/jpen.2013.15.1.1612>
- Khattak, J. I., Abbas, H. A., & Soomro, M. T. I. (2018). Comparative Analysis of Nuclear and Other Energy Sources. *Energy Reports*, 4, 258-269. <http://doi.org/10.1016/j.egy.2018.01.001>
- Harjanto, N. T. (2016). Dampak lingkungan pusat listrik tenaga fosil dan prospek pltn sebagai sumber energi listrik nasional. *PIN Pengelolaan Instalasi Nuklir*, 1(01).
- Herawati, N., & Sudagung, A. D. (2020). Persepsi Masyarakat dan Potensi Public Acceptance Terkait Wacana Pembangunan PLTN di Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 22(2), 111. <https://doi.org/10.17146/jpen.2020.22.2.6125>



- Hidup, K. L., & Kehutanan, R. I. (2019). Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca dan Monitoring, Pelaporan Verifikasi Tahun 2018.
- Park, J. (2018). Prospects and challenges of advanced nuclear energy systems. *Journal of the Korean Physical Society*, 72(10), 1081-1090. <http://doi.org/10.3938/jkps.72.1081>
- Ruslan, R. (2021). Status Pemanfaatan Energi Baru Terbarukan dan Opsi Nuklir dalam Bauran Energi Nasional. *Jurnal Pengembangan Energi Nuklir*, 23(1), 39. <https://doi.org/10.17146/jpen.2021.23.1.6161>
- Santoso Pusat Teknologi Limbah Radioaktif-BATAN, G. (2004). STUDI PENGELOLAAN LIMBAH RADIOAKTIF PADAT PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA NUKLIR (Vol. 8, Issue 2).
- Suhaemi, T. (2016). Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Nuklir (PLTN) Menopang Kebutuhan Eenergi Listrik Nasional. In Seminar Nasional TEKNOKA_FT UHAMKA.
- Sujarittham, T., & Valee, M. (2018). Pros and cons of nuclear power plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 4265-4276. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2017.10.027>
- World Nuclear Association. (2019). Nuclear Power in the World Today. <https://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx>