



Studi Keselamatan Penggunaan Kembali Tapak Bekas untuk Instalasi Nuklir

Fery Putrawan Cusmanri¹

¹Department of NPP Engineering, KEPCO International Nuclear Graduate School
658-91 Haemaji-ro, Seosaeng-myeon, Ulju-gun, Ulsan 45014 Korea Selatan

e-mail: feryputrawanc@gmail.com

Makalah Tinjauan

Menyerahkan

16 Oktober 2022

Diterima

24 November 2022

Terbit

5 Desember 2022

ABSTRAK

Penyusutan ketersediaan lahan merupakan salah satu dampak dari pesatnya pertumbuhan penduduk. Ketersediaan lahan yang semakin sedikit diantaranya disebabkan oleh pembangunan kebutuhan manusia seperti pendidikan, industri, energi, kesehatan, dan teknologi. Penggunaan lahan tersebut salah satunya untuk pembangunan instalasi nuklir. Di antara strategi yang sedang dikembangkan adalah penggunaan tapak bekas fasilitas lain. Penggunaan kembali lahan bekas fasilitas pembangkit listrik, industri, ataupun pertambangan telah banyak dilakukan untuk berbagai hal seperti museum, hotel, atau perumahan penduduk. Selain penghematan ruang, strategi ini memiliki beberapa kelebihan yaitu adanya infrastruktur yang telah mumpuni dan telah adanya data tapak. Namun, persoalan keselamatan tetap harus menjadi fokus utama. Berdasarkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir, keselamatan merupakan ketentuan yang harus dipenuhi oleh badan usaha yang ingin melaksanakan pembangunan, pengoperasian, dan dekomisioning instalasi nuklir. Makalah ini disusun untuk mengelaborasi hal-hal yang harus dipertimbangkan dalam penggunaan kembali tapak bekas fasilitas lain untuk pembangunan instalasi nuklir. Dari hasil telaah didapatkan bahwa beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam penggunaan kembali tapak bekas fasilitas lain untuk pembangunan instalasi nuklir adalah potensi sisa residu dari fasilitas yang telah ditutup; kebaharuan data tapak; keandalan struktur, sistem, dan komponen; riwayat kedaruratan fasilitas; dan tata letak fasilitas.

Kata kunci: Instalasi Nuklir, Keselamatan, Desain Instalasi Nuklir, Pembangunan Berkelanjutan

ABSTRACT

The shrinkage of land availability is one of the impacts of rapid population growth. Furthermore, the development of human needs such as education, industry, energy, health, and technology causes less availability of land. One of the uses of the land is for constructing nuclear installations. Among the strategies being developed is repurposing the site of another former facility. Repurposing former power generation facilities, industry, or mining has been done for various things, such as museums, hotels, and residential residents. In addition to saving space, this strategy has several advantages, namely establishing infrastructures and site data presence. However, safety issues should still be the main focus. Based on Government Regulation Number 54 of the Year 2012 regarding the Safety and Security of Nuclear Installations, safety is a requirement that must be met by business entities that want to carry out the construction, operation, and decommissioning of nuclear installations. This paper is prepared to elaborate on the matters that must consider in reusing other former facilities' sites for constructing nuclear installations. The results of the study found that several things must be regarded in reusing the site of other former facilities for the construction of nuclear installations are the potential residual residue from facilities that have been closed; site data updates; reliability of structures, systems, and components; facility emergency history; and facility layout.

Keywords: Nuclear Installation, Safety, Design of Nuclear Installation, Sustainable Development

1. PENDAHULUAN

Penyusutan ketersediaan lahan merupakan salah satu dampak dari pesatnya pertumbuhan penduduk. Ketersediaan lahan yang semakin sedikit diantaranya ditujukan untuk pembangunan kebutuhan manusia seperti pendidikan, industri, energi, kesehatan, dan teknologi. Skala pembangunan yang semakin besar ini berdampak pada semakin sedikitnya lahan yang tersedia untuk beberapa sektor seperti kehutanan [1] dan pertanian [2].

Di antara penggunaan lahan adalah pembangunan instalasi nuklir. Menurut data yang diterbitkan oleh STRATA pada tahun 2017, untuk setiap megawatt yang dihasilkan sebuah PLTN membutuhkan 12,71 hektar lahan [3]. Beberapa strategi telah dikembangkan untuk mereduksi kebutuhan lahan ini atau meningkatkan efisiensi penggunaan lahan untuk pembangunan instalasi nuklir. Di antara strategi yang sedang dikembangkan adalah penggunaan tapak bekas fasilitas lain.

Penggunaan tapak bekas fasilitas lain seperti pembangkit listrik tenaga uap, pembangkit listrik tenaga diesel, manufaktur, dan lainnya telah banyak dibahas pada berbagai referensi. Penggunaan kembali bekas fasilitas ini di antaranya sebagai museum, hotel, pemukiman, penyimpanan, atau bahkan pembangkit listrik baru [4], [5]. Gambar 1 menunjukkan salah satu penggunaan kembali fasilitas pembangkit listrik di Riga, Latvia yang saat ini menjadi sebuah museum [4].



Gambar 1. Bekas Pembangkit Listrik yang Digunakan Kembali Sebagai Museum di Riga, Latvia

Penggunaan kembali tapak bekas fasilitas-fasilitas tersebut sebagai instalasi nuklir juga telah mulai dipelajari di berbagai negara seperti Rumania dan Amerika Serikat.

Strategi penggunaan kembali tapak bekas fasilitas ini dapat diimplementasikan di Indonesia, mengingat Indonesia memiliki banyak fasilitas industri energi, terutama pembangkit listrik. Berdasarkan data PLN pada 2020, terdapat lebih dari 6000 pembangkit listrik di Indonesia [6].

Penggunaan kembali tapak bekas fasilitas lain merupakan strategi yang baik untuk penghematan lahan dan memiliki beberapa keuntungan lainnya. Namun di sisi lain, berdasarkan Peraturan Pemerintah

(PP) Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir, aspek keselamatan tetap harus menjadi perhatian utama pemohon izin pembangunan, pengoperasian, dan dekomisioning instalasi nuklir [7]. Penggunaan kembali beberapa tapak bekas tentu memiliki resiko kecelakaan jika tidak dilakukan dengan baik. Tahap evaluasi tapak harus dilakukan dengan baik untuk mengevaluasi potensi bahaya yang mungkin terjadi pada tapak bekas fasilitas ini [8].

Makalah ini disusun untuk memberikan rekomendasi hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam penggunaan kembali tapak bekas fasilitas lain untuk pembangunan instalasi nuklir. Saat ini Badan Pengawas Tenaga Nuklir (BAPETEN) sedang merevisi PP Nomor 2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir dan PP Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir di mana pertimbangan mengenai tapak juga dibahas dalam kedua peraturan tersebut. Diharapkan makalah ini dapat memberikan masukan-masukan terhadap revisi peraturan-peraturan tersebut atau sebagai masukan terhadap pihak-pihak lainnya yang terkait.

2. LANDASAN TEORI

Gambaran Umum Penggunaan Kembali Tapak Bekas Fasilitas Lain untuk Instalasi Nuklir

Penggunaan kembali tapak bekas fasilitas lain untuk instalasi nuklir pada dasarnya adalah penggunaan kembali lahan dari fasilitas-fasilitas tertentu yang sudah tidak beroperasi lagi. Fasilitas-fasilitas ini mencakup semua jenis pembangkit listrik atau non pembangkit listrik. Namun yang dibahas pada makalah ini adalah fasilitas yang memiliki ukuran dan resiko yang cukup besar di antaranya pembangkit listrik atau industri besar seperti pertambangan atau perminyakan.

Penggunaan lahan seperti yang telah disampaikan dapat berupa penggunaan lahan total atau penggunaan lahan sebagian. Dengan dikembangkannya Sistem Energi Gabungan Nuklir-Energi Terbarukan/*Nuclear-Renewable Hybrid Energy Systems* (NRHES) skema penggunaan kembali sebagian tapak menjadi salah satu opsi yang dapat dipertimbangkan.

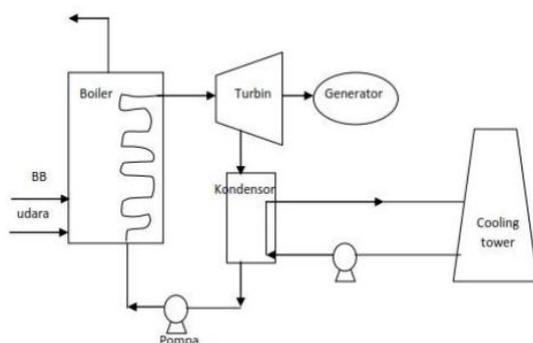
Di samping itu, penggunaan kembali tapak bekas fasilitas lain dapat berupa penggunaan lahan saja atau juga mencakup penggunaan struktur peninggalan fasilitas. Strategi penggunaan struktur dan pondasi peninggalan fasilitas dapat mereduksi *capital cost* namun memiliki resiko yang tinggi dikarenakan struktur telah mengalami penuaan sehingga perlu untuk diperhitungkan secara matang untuk mencegah kecelakaan.

Keuntungan Pemanfaatan Tapak Bekas Fasilitas Lain untuk Instalasi Nuklir

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, keuntungan utama dari pemanfaatan tapak bekas fasilitas lain adalah untuk mengoptimalkan penggunaan lahan sehingga ketersediaan lahan dapat dioptimalkan untuk sektor lain demi pemenuhan kebutuhan manusia. Namun selain itu terdapat juga beberapa manfaat lainnya di antaranya:

Adanya Infrastruktur Pendukung yang Telah Mumpuni

Tidak berlanjutnya fungsi suatu fasilitas terkadang masih meninggalkan beberapa infrastruktur pendukung yang masih dapat digunakan seperti sistem pendingin, sistem demineralisasi, air minum, sistem proteksi kebakaran, *switchyard*, kantor, gudang, dan gedung lainnya[9]. Jika masih dapat digunakan dengan baik, penggunaan kembali infrastruktur ini dapat mengurangi beban *cost* dan waktu pembangunan instalasi nuklir. Keberadaan infrastruktur untuk distribusi listrik juga dapat bermanfaat dalam pengembangan instalasi reaktor daya terkhususnya PLTN. Gambar 2 menunjukkan contoh komponen-komponen yang ada pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) [10].



Gambar 2. Komponen-Komponen PLTU

Telah Adanya Data Terkait Tapak

Studi mengenai kondisi tapak merupakan salah satu tahapan penting dalam pembangunan instalasi nuklir. Tahapan ini bertujuan untuk mengetahui potensi kejadian pada tapak dan sekitar tapak yang dapat berpengaruh pada keselamatan instalasi nuklir [11].

Dalam hal ini, pada saat awal pembangunan suatu fasilitas seharusnya sudah melakukan studi tapak yang biasanya mencakup kondisi meteorologi, populasi penduduk, kegempaan, dan hal lain yang dapat berpengaruh pada keselamatan operasi fasilitas tersebut. Selama menggunakan data yang terbaru, data-data ini bisa saja digunakan kembali untuk pembangunan instalasi nuklir sehingga durasi proses evaluasi tapak dapat lebih optimal.

3. METODE

Makalah ini ditulis dengan metode deskriptif, analitik, dan kualitatif disertai dengan telaah pada peraturan dan standar internasional terkait

keselamatan instalasi nuklir yang dilanjutkan dengan telaah pada beberapa referensi serta pengamatan terkait penggunaan kembali tapak bekas fasilitas lain untuk pembangunan instalasi nuklir.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan telaah terhadap peraturan yang telah terbit, standar internasional dan beberapa referensi terkait dan pengamatan, beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam penggunaan kembali tapak bekas fasilitas lain untuk pembangunan instalasi nuklir adalah:

Potensi Sisa Residu dari Fasilitas yang Telah Ditutup

Pada asalnya, suatu fasilitas yang telah tidak digunakan lagi harus dibebaskan dari segala residu yang mungkin timbul dari kegiatan operasi sebelumnya. Pembersihan ini dimaksudkan untuk mencegah potensi kecelakaan untuk timbul setelah fasilitas tidak lagi beroperasi, terutama jika terdapat rencana penggunaan kembali. Sisa-sisa residu dari pengoperasian fasilitas sebelumnya mungkin saja masih ada, sehingga perlu untuk dilakukan pemantauan lingkungan terutama terhadap bahan-bahan yang bersifat mudah terbakar, korosif, beracun, dan bahan-bahan lain yang dapat membahayakan keselamatan. Keberadaan residu ini dimungkinkan terjadi terutama jika terdapat riwayat insiden atau kecelakaan dimana dimungkinkan adanya lepasan, limbah, atau pencemaran bahan dari fasilitas tersebut.

Kebaharuan Data Tapak

Data kondisi tapak dibutuhkan untuk mengevaluasi potensi bahaya yang mungkin terjadi pada tapak[8]. Data kondisi tapak selanjutnya digunakan untuk desain instalasi nuklir sehingga instalasi nuklir tetap dapat beroperasi dengan selamat selama umur operasi instalasi nuklir [12], [13]. Di antara data tapak yang harus dipertimbangkan adalah potensi kejadian alam dan kejadian akibat ulah manusia[7]. Seharusnya, fasilitas besar seperti pembangkit listrik dan pertambangan telah memiliki studi tapak tersendiri yang mungkin mencakup data-data tapak yang dibutuhkan oleh instalasi nuklir. Salah satunya adalah data terkait kegempaan, dalam hal fasilitas dibangun mengikuti standar desain gedung tahan gempa, di antaranya SNI 1726:2019 : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung [14].

Namun, kebaharuan data tapak yang telah tersedia patut untuk diperhatikan. Pemutakhiran data tapak merupakan salah satu parameter yang masuk ke dalam proses penilaian keselamatan berkala (PKB). PKB sendiri dilakukan setiap 10 (sepuluh) tahun sekali [15], [16]. Apabila data yang tersedia telah terlalu lama maka harus dilakukan evaluasi tapak ulang dikarenakan dalam jangka waktu tersebut terdapat

sejumlah fenomena alam atau perubahan sosial dan ekonomi di tapak dan sekitar tapak sehingga dimungkinkan adanya potensi bahaya yang masih belum dipertimbangkan dalam data tapak yang ada.

Adanya *gap* antara data tapak fasilitas sebelumnya dan yang dibutuhkan oleh instalasi nuklir juga harus diperhatikan. *Gap* dapat terjadi di antaranya dikarenakan adanya perbedaan keluaran energi antara fasilitas sebelumnya dan instalasi nuklir yang akan dibangun atau dikarenakan memang adanya data yang spesifik terkait instalasi nuklir seperti aspek dispersi zat radioaktif [8]. Data tapak yang masih belum tersedia harus dipenuhi secara mandiri oleh pemohon izin.

Keandalan Struktur, Sistem, dan Komponen

Penggunaan kembali sejumlah infrastruktur dari fasilitas lama merupakan salah satu manfaat yang didapatkan dari penggunaan kembali tapak bekas fasilitas lain. Infrastruktur pendukung yang masih dapat digunakan dan dikategorikan sebagai struktur, sistem, dan komponen (SSK) antara lain adalah sistem pendingin dan sistem proteksi kebakaran [9]. Namun, keandalan SSK yang tersedia perlu untuk diuji. Karena telah digunakan dalam waktu yang cukup lama, infrastruktur-infrastruktur ini tentunya telah mengalami penuaan. Uji keandalan serta inspeksi harus dilakukan terutama pada SSK yang penting untuk keselamatan. Dalam melakukan inspeksi beberapa fenomena penuaan yang harus diperhatikan mencakup: korosi, erosi, keretakan, dan kerusakan fisik lainnya [17].

Hasil pengujian dan inspeksi ini selanjutnya dapat menjadi dasar untuk menentukan apakah SSK dapat digunakan kembali, membutuhkan perbaikan, atau sama sekali tidak dapat digunakan lagi.

Riwayat Kedaruratan Fasilitas

Selama umur operasi fasilitas sebelumnya, dimungkinkan telah terjadi sejumlah insiden atau bahkan kecelakaan. Berkaitan dengan bahasan keandalan, kecelakaan terutama pada skala yang besar dapat mempengaruhi keandalan SSK. Informasi mengenai riwayat insiden atau kecelakaan pada fasilitas sebelumnya juga dapat membantu deteksi sisa residu. Karena pada sejumlah kecelakaan dimungkinkan adanya limbah atau adanya misil dari fasilitas yang terlempar atau mencemari lingkungan.

Riwayat kedaruratan fasilitas juga dapat membantu sebagai gambaran dalam penyusunan rencana penanggulangan kedaruratan nuklir. Informasi seperti proses evakuasi dan infrastruktur kedaruratan dapat menjadi masukan yang sangat bermanfaat bagi penyusunan rencana penanggulangan kedaruratan nuklir.

Tata Letak Fasilitas

Dalam penggunaan kembali sebagian atau seluruh infrastruktur fasilitas yang lama perlu juga untuk memperhatikan tata letak fasilitas yang ada. Kecocokan tata letak fasilitas dengan kebutuhan

instalasi nuklir perlu untuk dipertimbangkan terutama untuk isu kedaruratan, dimana rute evakuasi harus disediakan dalam jumlah yang cukup dan dengan akses yang memadai [18]. Tata letak fasilitas juga penting dalam melakukan desain seismik instalasi nuklir dimana dalam desain seismik perlu untuk mempertimbangkan interaksi tanah-struktur dan interaksi antar struktur saat terjadi gempa [19].

5. KESIMPULAN

Kemungkinan penggunaan kembali tapak bekas fasilitas lain untuk pembangunan instalasi nuklir merupakan opsi yang menarik terutama menimbang manfaatnya dalam optimalisasi penggunaan lahan. Namun, faktor keselamatan harus tetap menjadi perhatian utama. Dari telaah terhadap sejumlah referensi, didapatkan faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam penggunaan kembali tapak bekas fasilitas lain adalah:

1. Potensi Sisa Residu dari Fasilitas yang Telah Ditutup;
2. Kebaharuan Data Tapak;
3. Keandalan Struktur, Sistem, dan Komponen;
4. Riwayat Kedaruratan Fasilitas; dan
5. Tata Letak Fasilitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada direktur DP2IBN Haendra Subekti, Koordinator Kelompok Fungsi Pengaturan Reaktor Daya Catur Febriyanto Sutopo, Staf senior, dan personil lain yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, "Direktorat Inventarisasi Dan Pemantauan Sumber Daya Hutan Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan Dan Tata Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Tahun 2021," pp. 1–170, 2021.
- [2] R. B. Prihatin, "Alih Fungsi Lahan Di Perkotaan (Studi Kasus Di Kota Bandung Dan Yogyakarta)," *J. Aspir.*, vol. 6, no. 2, pp. 105–118, 2016, doi: 10.22212/aspirasi.v6i2.507.
- [3] S. Landon, P. Strata, A. Barrett, C. Cowan, K. Colton, and D. Johnson, "The Footprint of Energy : Land Use of U . S . Electricity Production June 2017," 2017, [Online]. Available: <https://www.strata.org/pdf/2017/footprints-full.pdf>
- [4] International Atomic Energy Agency, "Redevelopment and reuse of nuclear facilities and sites: case histories and lessons learned," *IAEA Nucl. Energy Ser.*, pp. 118–123, 2011.
- [5] World Bank Group, "Coal Plant Repurposing for Ageing Coal Fleets in Developing Countries," pp. 1–40, 2021.
- [6] Perusahaan Listrik Negara, "Statistik PLN 2020 (Unaudited)," *Idx.Go.Id*, p. 16, 2021.

- [7] Republik Indonesia, *Peraturan Pemerintah Nomor 54 Tahun 2012 tentang Keselamatan dan Keamanan Instalasi Nuklir*. Jakarta, 2012.
- [8] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, "Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2018 Tentang Ketentuan Keselamatan Evaluasi Tapak Instalasi Nuklir," pp. 1–58, 2018.
- [9] NuScale, "Repurposing U.S. Coal Power Plant Sites and Revitalizing Communities," *NUSCALE Power*, pp. 1–4, 2020, [Online]. Available: <https://www.nuscalepower.com/newsletter/nucleus-fall-2020/featured-topic>
- [10] T. Haryanto, "Analisis Unjuk Kerja Turbin Dan Generator Pada Persentasi Pembebanan Yang Berbeda Di Pembangkit Listrik Tenaga Uap," pp. 6–47, 2016, [Online]. Available: <http://repository.ums.ac.id/handle/123456789/8485>
- [11] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, *Peraturan Pemerintah Nomor 2 Tahun 2014 tentang Perizinan Instalasi Nuklir dan Pemanfaatan Bahan Nuklir*. 2014.
- [12] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, "Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 1 Tahun 2011 tentang Keselamatan Desain Reaktor Nondaya," 2011.
- [13] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, *Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 3 Tahun 2011 tentang Keselamatan Desain Reaktor Daya*. 2011.
- [14] SNI 1726:2019, "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung," *Bsn*, no. 8, p. 254, 2019.
- [15] Badan Pengawas Tenaga Nuklir, "Peraturan Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Nomor 2 Tahun 2015 Tentang Verifikasi Dan Penilaian Keselamatan Reaktor Nondaya," pp. 1–17, 2015.
- [16] International Atomic Energy Agency, "SSG-25 Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants," 2013, [Online]. Available: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1588_web.pdf
- [17] P. Horrocks, D. Mansfield, K. Parker, J. Thomson, T. Atkinson, and J. Worsley, "Managing Ageing Plant," *Heal. Saf. Exec.*, 2012.
- [18] International Atomic Energy Agency, *GSR Part 7 - Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency*, vol. 88, no. 2. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2005. doi: 10.1097/00004032-200502000-00010.
- [19] International Atomic Energy Agency, "SSG-67 Seismic Design for Nuclear Installations," 2021.