Jurnal Inovasi dan Kreativitas
Beranda Jurnal: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: jurnaljoecy@gmail.com

Fakultas Pendidikan
Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Daring)
ISSN 2962-570X **(Dicetak)**
5 (2) 2025, page : 15583-15589

Implementasi Perancangan Green Energi Pada Desain Bangunan Berkelanjutan Studi Kasus Banten International Stadium

Erwan, Darmawan[1], Edna, Maryani [2], Wakyudi [3] , Iwa, Nugraha [4],Lani,Febriani [5], Nurjaman [6]
[1,4]Prodi Teknik Elektro,Fakultas Sains dan Teknik ,Universitas Faletehan
[2] Prodi Teknik Industri,Fakultas Sains dan Teknik ,Universitas Faletehan
[3] Prodi Arsitrektur,Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Faletehan
[5] Prodi Kesehatan Masyarakat,Fakultas I,mu Kesehatan ,Universitas Faletehan
[6] Prodi Bahasa Inggris,Fakultas Ilmu Keguruan dan Pendidikan , Universitas Faletehan

Corresponding Author: Erwan , darmawan e-mail: darmawan.erwan@gmail.com

Published: july , 2025

ABSTRACT

Penerapan konsep green energy dalam arsitektur modern menjadi kebutuhan mendesak untuk menjawab tantangan krisis energi dan perubahan iklim. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dan menganalisis implementasi perancangan green energy pada desain bangunan berkelanjutan, dengan studi kasus pada Banten International Stadium (BIS). Pendekatan yang digunakan bersifat deskriptif-kualitatif dengan metode studi literatur, observasi lapangan, dan wawancara kepada pihak terkait. Fokus kajian mencakup efisiensi energi, pemanfaatan energi terbarukan (seperti panel surya), pengelolaan air, ventilasi alami, serta pemilihan material ramah lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa BIS telah mengadopsi beberapa prinsip desain berkelanjutan, seperti pencahayaan alami, sistem sirkulasi udara pasif, dan potensi integrasi sistem energi surya. Namun demikian, implementasinya masih memerlukan optimalisasi dalam aspek manajemen energi dan keberlanjutan operasional. Penelitian ini merekomendasikan penguatan strategi green energy pada tahap perencanaan dan operasional bangunan untuk mencapai target efisiensi energi dan mendukung pembangunan berkelanjutan di Provinsi Banten.

Keywords: green energy, desain berkelanjutan, stadion, energi terbarukan, Banten International Stadium

ABSTRACT

The application of green energy concepts in modern architecture is an urgent need to address the challenges of the energy crisis and climate change. This study aims to examine and analyze the implementation of green energy design in sustainable building design, using the Banten International Stadium (BIS) as a case study. The approach used is descriptive-qualitative, utilizing literature, field observations, and interviews with relevant stakeholders. The study focuses on energy efficiency, renewable energy utilization (such as solar panels), water management, natural ventilation, and the selection of environmentally friendly materials. The results indicate that BIS has adopted several sustainable design principles, such as natural lighting, passive air circulation systems, and the potential integration of solar energy systems. However, their implementation still requires optimization in terms of energy management and operational sustainability. This study recommends strengthening green energy strategies at the planning and operational stages of the building to achieve energy efficiency targets and support sustainable development in Banten Province.

Keywords: green energy, sustainable design, stadium, renewable energy, Banten International Stadium

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Undang-Undang No. 30 Tahun 2007 tentang Energi, Kebijakan Energi Nasional (KEN) disusun dengan berdasarkan pada prinsip berkeadilan, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan guna mendukung terciptanya kemandirian energi dan ketahanan energi nasional. Implikasi dari

kebijakan ini adalah perlunya diversifikasi energi untuk memenuhi kebutuhan energi dalam negeri, salah satunya dengan mengembangkan energi baru terbarukan (EBT).(Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2025)

Potensi energi terbarukan yang dimiliki Indonesia untuk ketenagalistrikan mencapai 443 GW, meliputi panas bumi, air dan mikro-mini hidro, bioenergi surya, angin, dan gelombang laut. Potensi tenaga surya di Indonesia memiliki porsi terbesar, lebih dari 207 MW, disusul dengan air dan angin. Energi merupakan salah satu isu utama dalam perancangan dan pengoperasian bangunan, terutama bangunan besar seperti stadion. Penggunaan energi yang efisien penting untuk mengurangi dampak lingkungan dan biaya operasional. Dalam konteks stadion, konsumsi energi mencakup pencahayaan, pendinginan atau pemanasan, serta operasional perangkat elektronik selama acara.(Mitigation Branch, 2025) Banten International Stadium sebagai salah satu stadion modern di Indonesia memiliki potensi besar untuk menerapkan prinsip-prinsip efisiensi energi dan keberlanjutan. Dengan kapasitas besar dan aktivitas intensif, stadion ini menjadi objek yang relevan untuk penelitian mengenai bagaimana penggunaan energi dapat dioptimalkan, termasuk penerapan teknologi ramah lingkungan. Green building adalah konsep perancangan dan pengelolaan bangunan yang berfokus pada efisiensi energi, pengurangan emisi karbon, dan pengelolaan sumber daya yang berkelanjutan. Dalam konteks BIS, penerapan konsep *green building* dapat mencakup penggunaan energi terbarukan seperti panel surya, desain bangunan yang memaksimalkan ventilasi alami dan pencahayaan, pengelolaan air hujan, serta penggunaan bahan ramah lingkungan. *Banten International Stadium* (BIS) merupakan stadion yang terletak di Kelurahan Kemanisan, Kecamatan Curug, Kota Banten. Stadion ini sendiri dibangun pada Juli 2020 dan dibuka pada Mei 2022. Stadion ini sendiri sudah berstandar FIFA dan memiliki desain unik dengan motif Batik Baduy dan motif bambu untuk tampilannya. (Muhammad Mirza Harera, 2022)

Stadium Banten ini dirancang mempunyai 5 lantai dengan kapasitas 30.038 kursi yang diperuntukkan untuk penonton dan juga menyediakan area khusus untuk penonton berkebutuhan khusus. Selain itu, Banten international Stadium juga terletak di kawasan pusat olahraga Provinsi Banten terintegrasi dengan fasilitas sarana cabang olahraga lainya selain cabang olahraga sepak bola yang menggunakan langsung fasilitas stadion. Dengan keadaan dan potensi pengguna kawasan stadion tersebut juga membutuhkan penggunaan energi listrik yang cukup besar. Oleh karenanya perlu dilakukan penelitian berbagai faktor seperti *Energy Efficiency and Conservation* (EEC), *Water Conservation* (WAC), *Material Resource and Cycle* (MRC) sehingga bangunan ini dapat memenuhi pencapaian green building dan berkelanjutan.(Eva Rianti, 2022)

METODE PENELITIAN

A. Jenis Peneilitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan studi kasus untuk mengeksplorasi dan menganalisis penerapan prinsip-prinsip energi hijau (green energy) dalam desain bangunan berkelanjutan, khususnya pada *Banten International Stadium*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yang melibatkan analisis data, observasi langsung, dan pemodelan.

1. Pendekatan Kualitatif dengan Studi Kasus

a. Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus untuk memfokuskan perhatian pada *Banten International Stadium* sebagai objek utama. Metode studi kasus memungkinkan untuk mendapatkan pemahaman mendalam mengenai implementasi konsep green energy dalam desain dan operasional stadion tersebut.
b. Studi ini akan mengkaji aspek teknis dan non-teknis dari penerapan *green energy* di dalam bangunan berkelanjutan, termasuk efisiensi energi, penggunaan energi terbarukan, dan pengelolaan sumber daya alam di sekitar stadion.

2. **Pengumpulan Data**

a. **Studi Dokumentasi:** Mengumpulkan data sekunder berupa dokumen perencanaan, desain, dan laporan teknis mengenai pembangunan *Banten International Stadium*. Ini termasuk informasi tentang material yang digunakan, penggunaan teknologi energi terbarukan, serta konsep keberlanjutan yang diterapkan dalam desain.
b. **Wawancara:** Melakukan wawancara dengan perancang, arsitek, dan ahli energi yang terlibat dalam proyek pembangunan stadion untuk mendapatkan pandangan mereka tentang implementasi green energy dalam desain stadion.
c. **Observasi Lapangan:** Observasi langsung terhadap penggunaan energi di stadion, termasuk sistem energi terbarukan (misalnya, panel surya, turbin angin, dan sistem pengelolaan air hujan) serta penerapan desain yang mendukung efisiensi energi.

3. **Analisis Data**

a. **Analisis Kualitatif:** Data yang dikumpulkan melalui wawancara dan observasi akan dianalisis dengan pendekatan kualitatif untuk mengidentifikasi tema-tema utama terkait dengan penerapan green energy, tantangan yang dihadapi, dan keberhasilan yang dicapai dalam desain bangunan berkelanjutan.
b. **Analisis Perbandingan:** Melakukan perbandingan antara konsep green energy yang diterapkan di *Banten International Stadium* dengan stadion-stadion berkelanjutan lainnya untuk memahami praktik terbaik dan kelemahan yang ada.

4. **Evaluasi Penerapan Green Energy**

a. **Penilaian Efisiensi Energi:** Menggunakan alat bantu simulasi energi untuk mengevaluasi efisiensi penggunaan energi di stadion. Ini meliputi analisis penggunaan energi terbarukan, pengurangan jejak karbon, serta penggunaan material ramah lingkungan.
b. **Modeling dan Simulasi:** Melakukan pemodelan energi menggunakan perangkat lunak simulasi bangunan berkelanjutan untuk mengukur dampak dari penerapan teknologi green energy dalam desain stadion terhadap konsumsi energi dan pengurangan emisi.
c. **Pengukuran Dampak Lingkungan:** Menghitung pengurangan emisi karbon dan dampak lingkungan dari penerapan energi terbarukan di stadion melalui perhitungan siklus hidup dan analisis dampak lingkungan (LCA - *Life Cycle Assessment*).

5. **Pengembangan Rekomendasi**

Berdasarkan analisis dan evaluasi, penelitian ini akan menghasilkan rekomendasi terkait desain bangunan berkelanjutan dengan penerapan green energy yang dapat diadopsi untuk proyek stadion serupa di masa depan. Rekomendasi akan mencakup desain energi efisien, penggunaan material ramah lingkungan, serta integrasi sistem energi terbarukan.

6. **Validasi dan Verifikasi**

a. **Validasi oleh Ahli:** Rekomendasi dan hasil analisis akan divalidasi oleh para ahli di bidang arsitektur berkelanjutan dan energi terbarukan untuk memastikan akurasi dan relevansi hasil penelitian.
b. **Penyebaran Temuan:** Hasil penelitian akan disebarluaskan melalui seminar atau publikasi ilmiah untuk memberi wawasan lebih luas tentang implementasi green energy dalam desain bangunan berkelanjutan di Indonesia. Metode penelitian ini akan menghasilkan pemahaman komprehensif tentang bagaimana prinsip green energy diterapkan dalam desain *Banten International Stadium* dan kontribusinya terhadap keberlanjutan bangunan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan desain stadion berkelanjutan dengan teknologi energi terbarukan yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan dapat diadaptasi di berbagai lokasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Deskripsi Objek

Banten International Stadium (BIS) adalah stadion multi-fungsi berkapasitas 30.000 kursi yang berlokasi di Desa Sindangsari, Kecamatan Pabuaran, Kabupaten Serang, Banten, Indonesia. Stadion ini merupakan bagian dari Pusat Olahraga Banten dan diresmikan pada 9 Mei 2022. BIS diklaim sebagai stadion berstandar internasional yang memenuhi persyaratan FIFA dan World Athletics. BIS yang terletak di kawasan pusat olahraga (Sport Center) Provinsi Banten yang memiliki peruntukkan wilayah sebagai kawasan campuran. Pemilihan lokasi tapak dilakukan berdasarkan adanya potensi penggunaan energi yang cukup besar 1,55 MW

b. Penerapan Green Building TerhadapTepat Guna Lahan

Penerapan *Green Building* terhadap Tepat Guna Lahan (*Appropriate Site Development*-ASD) diterapkan pada konsep tapak kawasan yang teritegrasi dengan venue cabang olahraga lainnya dalam kawasan sport center Banten. Pada konsep tapak, pengaturan area lanskap direncanakan dengan memaksimalkan lahan vegetasi pada dasar permukaan tanah dalam bentuk taman dan RTH. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas iklim mikro pada area kawasan stadion BIS. Dalam rencana lanskap penerapan tepat guna lahan pada kawasan Banten International Stadium belum dilakukan pelaksanaan pekerjaan lanskap sesuai rencana. Penerapan tepat guna lahan di kawasan BIS harus diertakan pemilihan tanaman yang berfungsi untuk menyerap CO2 yang dihasilkan dari kendaraan dan menyumbang peningkatan kualitas iklim mikro guna menciptakan kenyamanan dan mereduksi panas di dalam ruangan gedung stadion BIS.

Selain itu, penerapan Tepat Guna lahan tersedianya aksesibilitas kendaraan bermotor roda dua dan kendaraan bermotor roda 4 serta tersedianya nya akses pejalan kaki berupa pedestrian dan *skybridge*. Upaya dalam mengurangi beban sistem drainase dalam kota diterapkan pengelolaan limpasan air hujan dengan memaksimalkan area penyerapan. Dalam rencana kawasan sekitar BIS terdapat rencana ketersediaan aksesibilitas yang terintegrasi dalam rencana kawasan sport center Banten. Alur sirkulasi kawasan BIS pada tapak direncanakan guna membentuk penggunaan lahan dan ruang yang maksimal dalam tapak.

c. Penerapan Green Building Terhadap Efisiensi dan Konservasi Energi

Penerapan Green Building terhadap Efisiensi dan Koservasi Energi (*Energy Efficiency and Conservation*-EEC) pada bangunan diterapkan pada konsep bentuk dan tampilan serta konsep utilitas bangunan. Pada konsep bentuk dan tampilan, kriteria yang diterapkan adalah dengan memanfaatkan pencahayaan alami. Penerapan Green Bulding terhadap konservasi energi pada bangunan BIS belum memaksimalkan pemanfaatan pencahayaan alami dan utilitas bangunan yang tidak mendukung sirkulasi udara di dalam ruangan. Pencahayaan dan sirkulasi udara pada interior bangunan BIS masih menggunakan pencahayaan lampu listrik dan penggunaan AC sehingga belum menerapkan efisiensi dan konservasi energi.

Penerapan konsep efisiensi dan konservasi energi Pada konsep utilitas bangunan BIS harunya menerapkan sumber listrik utama berasal dari PLN serta jika menggunakan energi matahari sebagai sumber listrik sekunder.Sinar matahari yang diterima oleh panel surya yang terletak di atap bangunan menghasilkan arus listrik DC yang kemudian dialirkan ke inverter untuk diubah menjadi arus listrik AC sehingga dapat digunakan untuk kelistrikan bangunan. Selain itu, arus listrik DC yang diperoleh juga ditampung ke baterai sebagai sumber listrik cadangan. Sumber listrik yang diperoleh tersebut disalurkan menuju *Main Distribution Panel* (MDP) dan dibagi kembali menuju *Sub Distribution Panel* (SDP) sesuai kebutuhan panel. Genset digunakan sebagai sumber cadangan listrik apabila terjadi masalah kelistrikan. Sistem transportasi vertikal yang digunakan di gedung BIS tangga umum dan tangga darurat.

Penerapan sistem pengkondisian udara pada bangunan dibagi menjadi dua jenis yaitu pengkondisian udara alami dan buatan. Pengkondisian udara alami diperoleh dengan sirkulasi

silang yang memanfaatkan ventilasi, jendela, maupun void untuk mengatur sirkulasi udara ruangan. Sedangkan pengkondisian udara buatan menggunakan sistem *Variable Refrigerant Volume* (VRV) untuk penghawaan pada ruangan tertutup yang luas dan sistem AC split untuk ruang privat yang berukuran kecil.

d. Penerapan Green Building Terhadap Konservasi Air

Penerapan Green Building terhadap konservasi penggunaan air (*Water Conservation*-WAC) pada utilitas gedung BIS yang diterapkan dengan memanfaatkan air tanah dan PDAM serta penampungan air hujan untuk penggunaan kebutuhan tanaman lanskap taman dan RTH. Pada sistem plambing, bangunan menggunakan dua sumber air bersih yaitu air PDAM dan air tanah. Pemanfaatan air sumur resapan pada tapak dilakukan dengan sistem pengeboran air tanah. Kemudian air tersebut disalurkan ke tangki penampungan dan disaring kemudian ditampung pada *clean water tank* untuk digunakan sebagai sumber air bersih.

Sistem plambing air kotor terbagi menjadi dua yaitu *grey water* dan *black water*. *Grey water* berupa air kotor bekas dari wastafel dan kamar mandi. *Grey water* tersebut disalurkan melalui sistem drainase dan dialirkan ke sungai terdekat. Air kotor *black water* hasil pembuangan air limbah bekas buang air besar dan kecil yang berasal toilet yang kemudian disalurkan ke *septic tank*. Penggunaan fitur air menyesuaikan kapasitas buangan sebagai upaya penghematan air salah satunya dengan penggunaan alat keluaran air seperti keran wastafel yang berkapasitas <8 liter/menit.

e. Penerapan Green Building Terhadap Kesehatan dan Kenyamanan Dalam Ruang

Penerapan Green Building terhadap kesehatan dan kenyamanan dalam ruang (*Indoor Health and Comfort*-IHC) hanya diterapkan pada konsep peruangan bangunan. Konsep ruang pada bangunan dibagi menjadi 4 Zona yaitu zona , zona Barat yang terdiri dari zona servis dan zona privat yang terletak di bagian barat stadion dan zona umum yang terletak di bagian utara, selatan dan timur Pembagian zona dilakukan untuk memposisikan zona mana yang membutuhkan lebih banyak ketenangan dan yang tidak membutuhkan ketenangan. Salah satu upaya untuk meredam bising dari luar ke tapak dan dari aktivitas luar ruangan ke dalam bangunan adalah dengan penggunaan vegetasi yang mampu meredam bising. Vegetasi tersebut terdiri dari pohon pucuk merah dan lainya. Penerapan Konsep penerapan green building dengan menyediakan ruang khusus merokok di beberapa titik pada bangunan yang berada di area terbuka serta memiliki sirkulasi udara yang baik untuk menciptakan kenyamanan

f. Penerapan Green Building Terhadap Manajemen Lingkungan Bangunan

Penerapan Green Building terhadap Manajemen lingkungan bangunan (*Building Environment Management*-BEM) di kawasan Banten International Stadium (BIS) dilakukan dengan menyediakan bank sampah yang berada di sekitar Pintu Utama Stadion. Sistem pembuangan sampah dari tiap lantai menggunakan shaft sampah yang kemudian akan dikumpulkan pada satu penampungan sampah. Jenis sampah dibagi menjadi dua jenis yaitu sampah organik yang akan dimanfaatkan untuk biopori dan sampah anorganik yang akan dibuang ke TPA setempat.

g. Penerapan Green Bulding Terhadap Efisiensi Energi Secara Umum

Penerapan konsep green building terhadap efisiensi penggunaan energi yang diterapkan pada bangunan Banten International Stadium, selain dari tolak ukur penilaian green building, juga terdapat beberapa poin yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

a. Penggunaan AC dengan performa tinggi, Area yang dikondisikan adalah seluruh area indoor termasuk koridor. Water cooled chiller maksimum **± 600 – 620 kW/TR** dan efisiensi chiller plant **< 0,75 kW/TR.**
b. Penggunaan lampu untuk pencahayaan di dalam ruangan gedung menggunakan LED menghasilkan daya yang lebih hemat dan kualitas pencahayaan memenuhi standard.
c. Renewable energy, sebesar 5.1% dari daya listrik yang dibutuhkan Gedung dapat dipenuhi oleh solar panel adalah **79,05 kW**

KESIMPULAN

Kesimpulan hasil penelitian Implementasi Perancangan Green Energi Pada Desain Bangunan Berkelanjutan Studi Kasus Banten International Stadium sebagai berikut:

a. Penerapan konsep Tepat Guna Lahan pada tapak meliputi pengaturan area lanskap dengan memaksimalkan rencana area hijau berupa taman dan RTH untuk meningkatkan iklim mikro, aksesibilitas direncanakan berdasarkan penggunaan ruang yang terintegrasi dengan kawasan sport center Banten.
b. Penerapan green building terhadap Efisiensi Dan Konservasi Energi yang diterapkan belum pemanfaatan pencahayaan, penghawaan alami serta penggunaan teknologi tepat guna untuk memanfaatkan energi terbarukan berupa sinar matahari yang digunakan pada sistem kelistrikan.
c. Penerapan green building terhadap konservasi air masih mengandalkan air hujan dan PDAM untuk memenuhi air bersih dan air yang digunakan untuk kebutuhan outdoor
d. Penerapan green building terhadap Kesehatan Dan Kenyamanan Dalam Ruang pada konsep peruangan diterapkan pada pembagian zona ruang sesuai dengan kebutuhan
e. Penerapan green building terhadap Manajemen Lingkungan Bangunan dilakukan dengan menyediakan Sistem pembuangan sampah dari tiap lantai menggunakan shaft sampah yang kemudian akan dikumpulkan pada satu penampungan sampah. Jenis sampah dibagi menjadi dua jenis yaitu sampah organik yang akan dimanfaatkan untuk biopori dan sampah anorganik yang akan dibuang ke TPA setempat.
f. Penerapan Green building terhadap efisiensi secara umum pada bangunan BIS terdapat masih menggunakan energi listrik yang tinggi

DAFTAR PUSTAKA

1. International Energy Agency (IEA). Renewable Energy Market: Update Outlook for 2020 and 2021. IEA - Rep 2020;63.
2. Kalogirou SA. Solar Energy Engineering: Processes and Systems. Sol Energy Eng Process Syst 2023;(May):1–885.
3. McKendry P. Energy production from biomass (part 1): Overview of biomass. Bioresour Technol 2002;83(1):37–46.
4. World Bank. Central Asia Water and Energy Program: Annual Report Annual 2018. 2019;Available from:https://www.rtda.gov.rw/fileadmin/templates/documents/Annual_Report_2017_2018_FINAL.pdf;
5. Rodrigo Abarca del Río C authors, Agostini C, Alvear C, Amaya J, Araya P, Arellano N, et al. The Chilean Potential for Exporting Renewable Energy. Cris Silva Carvalho [Internet] 2021;27:6. Available from: www.negro.cl
6. Tvaronavičienė M. Towards Renewable Energy: Opportunities and Challenges. Energies 2023;16(5):24–5.
7. Jacobson MZ, Delucchi MA, Bauer ZAF, Goodman SC, Chapman WE, Cameron MA, et al. 100% Clean and Renewable Wind, Water, and Sunlight All-Sector Energy Roadmaps for 139 Countries of the World. Joule [Internet] 2017;1(1):108–21. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.joule.2017.07.005
8. Lazard. Levelized Cost Of Energy, Levelized Cost Of Storage, and Levelized Cost Of Hydrogen. 2021;1–5. Available from: https://www.lazard.com/perspective/levelized-cost-of-energy-levelized-cost-of-storage-and-levelized-cost-of-hydrogen/
9. Klass A, Macey J, Welton S, Wiseman H. Grid Reliability Through Clean Energy. Stanford Law Rev 2022;74(5):969–1071.
10. Abbass K, Qasim MZ, Song H, Murshed M, Mahmood H, Younis I. A review of the global climate change impacts, adaptation, and sustainable mitigation measures. Environ Sci Pollut Res 2022;29(28):42539–59.
11. Musa MF, Mohammad MF, Yusof MR, Mahbub R. The Green Building Approach towards

Achieving Sustainability. Int Colloqium Sci Technol 2014;2014(Icost):91–6.
12. Meena CS, Kumar A, Singh VP, Ghosh A. Sustainable Technologies for Energy Efficient Buildings. 2024.
13. Al Dakheel J, Del Pero C, Aste N, Leonforte F. Smart buildings features and key performance indicators: A review. Sustain Cities Soc [Internet] 2020;61:102328. Available from: https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102328
14. Okedara O, Odubiyi MA. The Role of Smart Buildings and Automated Energy Management Systems in Enhancing Building Energy Efficiency. 2024;(September):0–22.
15. Virah-Sawmy D, Sturmberg B. Socio-economic and environmental impacts of renewable energy deployments: A review. Renew Sustain Energy Rev [Internet] 2025;207(October):114956. Available from: https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114956
16. Ries R, Bilec MM, Gokhan NM, Needy KL. The economic benefits of green buildings: A comprehensive case study. Eng Econ 2006;51(3):259–95.
17 Birny Birdieni. (2021, March 8). Potensi Energi terbarukan Indonesia Mencapai 417 Giga Watt. Https://Www.Gatra.Com/News-505679-Ekonomi-Potensi-Energi-Terbarukan-Indonesia-Mencapai-417-Giga-Watt.Html?Utm_source=chatgpt.Com.
18 Dinda Amalia Ichsani. (2022, May 13). *Jakarta International Stadium Usung Konsep Green Building*. Https://Kfmap.Asia/Blog/Jakarta-International-Stadium-Usung-Konsep-Green-Building/1930?Utm_source=chatgpt.Com.
19. Dinda Amalia Ichsani. (2022, May 13). *Jakarta International Stadium Usung Konsep Green Building*. Https://Kfmap.Asia/Blog/Jakarta-International-Stadium-Usung-Konsep-Green-Building/1930?Utm_source=chatgpt.Com.
20 ` Eva Rianti. (2022, April 30). *Banten International Stadium Bakal Diresmikan 9 Mei 2022*. Https://News.Republika.Co.Id/Berita/Rb58bb428/Banten-International-Stadium-Bakal-Diresmikan-9-Mei-2022?Utm_source=chatgpt.Com.
21 Fitriah Rahmadanti. (2022, May 22). *Peresmian Banten Internasional Stadium Meriah*. Https://Serangkota.Go.Id/Detailpost/Peresmian-Banten-Internasional-Stadium-Meriah?Utm_source=chatgpt.Com.
22 Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. (2025, February 10). *pPentingnya EBT dalam kerangka pembangunan nasional rendah emisi*. Https://Www.Esdm.Go.Id/.
23 Mitigation Branch. (2025, April 25). *Sistem energi menggerakkan ekonomi dan menopang masyarakat. Namun, transformasi dan penggunaan energi adalah satu-satunya kontributor terbesar pemanasan global.* UN Environment Programme.
24 Muhammad Mirza Harera. (2022, May 10). *Banten International Stadium Tak kalah megah dari JIS, Gubernur Wahidin Resmikan Stadion Internasional Banten*. Https://Voi.Id/En/News/165495?Utm_source=chatgpt.Com.