

PENERAPAN KONSEP BANGUNAN HIJAU PADA BANGUNAN DAN LINGKUNGAN

M. D. Prasetya¹, W. Triyuly¹

¹Arsitektur, Universitas Sriwijaya, Palembang
Corresponding author: wientytriyuly28@gmail.com

ABSTRAK: Aktivitas pembangunan bangunan memiliki pengaruh terhadap peningkatan pemanasan global yang kemudian berdampak terhadap keberlanjutan kawasan. Aktivitas pembangunan bangunan yang disertai dengan peningkatan penggunaan energi bangunan serta semakin kecilnya lahan yang seharusnya menjadi daerah penghijauan mendorong dibutuhkan suatu konsep penanganan pembangunan. Salah satu konsep penanganan yang dapat digunakan adalah konsep bangunan hijau (*Green Building*). Bangunan hijau mempertimbangkan aspek utama efisiensi energi, air, dan material sebagai bagian penting dari desain, konstruksi, dan operasionalnya. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari jurnal, buku dan website. Pengumpulan data dan analisis data dilakukan berdasarkan kategori definisi dan cara penerapan pada bangunan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan keberlanjutan pembangunan kawasan melalui penerapan bangunan hijau dapat dilakukan dengan mempertimbangkan pemilihan lokasi tepat, peningkatan penggunaan kualitas bahan bangunan, peningkatan dan perencanaan ruang terbuka, peningkatan kualitas lingkungan serta pemanfaatan energi terbarukan. Penerapan konsep bangunan hijau ini memberikan pengaruh signifikan terhadap kenyamanan pengguna dan nilai bangunan serta mengurangi pengaruh terhadap lingkungan untuk menunjang pembangunan berkelanjutan.

Kata Kunci: Bangunan Hijau, Energi, Material, Pembangunan Berkelanjutan, Lingkungan

ABSTRACT: *Building construction activities have an influence on increasing global warming which then has an impact on regional sustainability. Building construction activities accompanied by increased building energy use and the decreasing size of land that should be used as green areas encourage the need for a development management concept. One of the handling concepts that can be used is the green building concept. Green buildings consider the key aspects of energy, water and material efficiency as an important part of their design, construction and operation. The data used in this research comes from journals, books and websites. Data collection and data analysis are carried out based on definition categories and how to apply them to buildings. The research results show that increasing the sustainability of regional development through the implementation of green buildings can be done by considering choosing the right location, increasing the use of quality building materials, improving and planning open space, improving environmental quality and utilizing renewable energy. The application of this green building concept has a significant influence on comfort, building value and reduces the impact on the environment to support sustainable development.*

Keywords: *Green Building, Energy, Material, Sustainable Development, Environment*

PENDAHULUAN

Keberadaan bangunan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap keberlangsungan lingkungan. Pengaruh ini tergantung pada berbagai faktor, termasuk desain, konstruksi, penggunaan energi, dan praktik manajemen. Pengaruh bangunan terhadap lingkungan tidak hanya berasal dari tahap penggunaan bangunan, tetapi juga dari tahap pembangunan, pemeliharaan, dan bahkan pembongkaran.

Selama tahap pembangunan, bangunan membutuhkan berbagai material dan proses pengerjaan yang dapat memiliki dampak signifikan pada lingkungan. Produksi material dari pabrik memiliki pengaruh yang signifikan terhadap lingkungan dan masyarakat, serta dapat mempengaruhi berbagai aspek keberlanjutan. Proses produksi material seringkali menghasilkan polutan seperti gas buang, limbah cair, dan limbah padat. Polutan ini dapat mencemari udara,

air, dan tanah, yang dapat mengancam kesehatan dan ekosistem alami.

Aktivitas pembangunan bangunan disertai dengan peningkatan penggunaan energi bangunan serta semakin kecilnya lahan yang seharusnya menjadi daerah penghijauan mendorong dibutuhkan suatu konsep penanganan pembangunan. Salah satu konsep penanganan yang dapat digunakan adalah konsep bangunan hijau (*Green Building*).

Keberadaan bangunan dengan konsep bangunan hijau mengalami peningkatan namun tidak terlalu signifikan. Kondisi ini disebabkan masih kurangnya pengetahuan dan kesadaran akan pentingnya konsep bangunan hijau. Bangunan yang sudah mendapatkan sertifikat bangunan hijau atau memenuhi kriteria green ship di Indonesia menurut Green Building Council Indonesia (GBCI) hingga tahun 2022 baru mencapai 60 gedung. Kondisi ini masih kecil jika dibandingkan dengan negara-negara Asia seperti Jepang, China, Singapura yang sudah mulai menggunakan konsep bangunan hijau dalam pembangunan bangunan dan kawasan.

Bangunan hijau secara khusus mempertimbangkan efisiensi energi, air, dan material sebagai bagian penting dari desain, konstruksi, dan operasinya. Penerapan strategi pembangunan berdasarkan konsep bangunan hijau ini dapat mengurangi dampak pembangunan terhadap peningkatan pemanasan global serta menunjang keberlanjutan pembangunan dan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif deskriptif. Kajian menggunakan data literatur yang membahas mengenai bangunan hijau. Tahap analisis dilakukan dengan cara membandingkan konsep bangunan hijau dan penerapannya terhadap bangunan dalam hubungan dengan keberlanjutan lingkungan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari jurnal, buku dan *website*. Data dikumpulkan dan disusun berdasarkan kategori definisi dan cara penerapan pada bangunan, sehingga hasil yang dicapai lebih terarah dan sesuai dengan sumber. Validasi sumber diamati dengan cara melihat kesamaan materi bahasan sehingga mempermudah dalam melakukan kegiatan analisis. Pembahasan ditekankan pada pembahasan penerapan konsep bangunan hijau yang kemudian dijadikan sebagai bagian dari konsep bangunan hijau.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembangunan perkotaan mendorong peningkatan perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan kawasan (*Land Use Land Cover-LULC*). Perubahan ini

meningkatkan luasan kawasan terbangun terutama peningkatan luasan kawasan bangunan. Perubahan secara keseluruhan memberikan dampak signifikan terhadap kenaikan emisi gas rumah kaca (Pan et al., 2022), kenaikan temperatur permukaan kawasan (*surface temperature*) dan terbentuknya pulau panas perkotaan (*Urban Heat Island-UHI*). Pembangunan bangunan ini perlu dikendalikan agar pembangunan ini berkelanjutan dan memberikan dampak minimal terhadap lingkungan.

Konsep keberlanjutan sebagai upaya untuk mengendalikan pembangunan bangunan dapat didasarkan pada aspek pengguna dan lingkungan. Konsep pengendalian ini ditujukan untuk mengurangi dampak pembangunan yang akan memberikan pengaruh terhadap perkembangan kota (*urban sprawl*) yang pada akhirnya menyebabkan kota menjadi tidak efisien dan efektif untuk melayani kehidupan dan mencapai kesejahteraan masyarakatnya.

Konsep pengendalian untuk pembangunan berkelanjutan dapat dicapai dengan menerapkan konsep bangunan hijau. Konsep bangunan hijau ini tidak hanya berhubungan dengan pengendalian permasalahan perkotaan secara fisik namun juga memiliki potensi besar untuk mengatasi permasalahan perkotaan dalam hubungannya dengan kenaikan pemanasan global (He, 2022). Lebih lanjut, konsep bangunan hijau ini berhubungan dengan *Urban Heat Mitigation and Adaptation* (UHMA) dalam hubungannya dengan perencanaan lokasi, peraturan kawasan, transportasi, desain bangunan, efisiensi energi, efisiensi air, efisiensi material, kualitas lingkungan dalam ruangan, manajemen operasi, konstruksi, dan pemeliharaan (He, 2022).

Penerapan konsep bangunan hijau memiliki hambatan dalam hubungannya dengan besarnya biaya konstruksi, kebutuhan terhadap ketepatan waktu penyelesaian, kurangnya standar teknis untuk pelaksanaan, serta kurangnya kesadaran masyarakat untuk menerapkan konsep bangunan hijau ini (Chakravarthy et al., 2022). Secara keseluruhan, penerapan konsep bangunan hijau ini harus diikuti dengan kesadaran manfaat konsep bangunan hijau untuk mengendalikan pembangunan bangunan dan kawasan. Kesadaran manfaat pentingnya konsep bangunan hijau untuk bangunan dan lingkungan dalam bentuk kesadaran adanya pengaruh positif terhadap peningkatan kesehatan dan produktivitas pengguna bangunan, penekanan biaya investasi dan operasional bangunan, lingkungan bersih, peningkatan kinerja dan nilai bangunan (Chakravarthy et al., 2022), penurunan dan penghematan penggunaan sumber energi, pengurangan emisi CO₂, pengurangan pemanasan global serta pengurangan dampak terhadap perubahan iklim. Adanya kesadaran ini menunjukkan bahwa penerapan konsep bangunan hijau sangat

berhubungan dengan pengguna bangunan dalam hubungan dengan peningkatan kesehatan, kenyamanan visual dan akustik pengguna bangunan (Elnaklah et al., 2021).

Konsep pengendalian untuk pembangunan berkelanjutan dengan konsep bangunan hijau berhubungan dengan pengguna (*people*), lingkungan (*planet*) dan kesejahteraan (*profit*), dalam hubungannya dengan dimensi lingkungan, sosial dan ekonomi (Chakravarthy et al., 2022; He, 2022). Dimensi lingkungan menjadi dimensi terbesar dibandingkan dimensi sosial dan ekonomi (Braulio-gonzalo et al., 2022).

Penerapan konsep bangunan hijau dapat dilakukan pada saat tahapan sebelum desain (*pra-design*), pelaksanaan desain (*design*) dan setelah desain (*post-design*) (Y. Zhang et al., 2021). Penerapan konsep bangunan hijau pada saat tahapan sebelum desain (*pra-design*) memegang peran penting terhadap proses pembangunan secara keseluruhan (Braulio-gonzalo et al., 2022). Penerapan konsep bangunan hijau pada tahap ini sangat dipengaruhi oleh pemangku kepentingan (*stakeholders*) sebagai pengambil keputusan (Y. Li et al., 2022). Pemangku kepentingan arsitek, insinyur, konsultan, kontraktor dan pemasok memberikan kontribusi pengetahuan, sikap dan praktik (Abdelaal & Guo, 2021) sedangkan perencanaan kebijakan lebih bersifat inklusif dan holistik (Franco et al., 2021).

Penerapan konsep bangunan hijau untuk mengendalikan pembangunan memiliki sejumlah kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan dan pelaksanaannya. Penerapan konsep bangunan hijau mendorong bangunan memiliki sistem ventilasi lebih baik dan penggunaan bahan tidak mengeluarkan polutan udara berbahaya, yang dapat mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan dan kenyamanan pengguna bangunan. Penerapan konsep bangunan hijau ini mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, termasuk pengurangan konsumsi air dan energi, penggunaan bahan lebih ramah lingkungan, dan pengelolaan limbah lebih baik. Pengukuran dampak nyata dari penerapan konsep bangunan hijau ini terkadang sulit dilakukan karena berbagai faktor yang mempengaruhi efisiensi dan dampak lingkungan.

Konsep bangunan hijau ini menggunakan teknologi dan strategi efisien dalam penggunaan energi yang dapat mengurangi biaya operasional jangka panjang dan emisi gas rumah kaca. Implementasi teknologi dan strategi efisiensi energi ini seringkali memerlukan pengetahuan khusus dan perencanaan cermat sehingga dapat meningkatkan kompleksitas proyek. Penerapan konsep bangunan hijau pada bangunan ini menyebabkan bangunan membutuhkan biaya awal perancangan dan

pembangunan lebih tinggi namun penghematan energi dan sumber daya dalam jangka panjang dapat mengimbangi biaya awal, sehingga menghasilkan pengembalian investasi yang baik.

Konsep bangunan hijau ini mengalami sedikit kesulitan penerapannya pada beberapa jenis bangunan. Beberapa teknologi seperti panel surya atau perangkat hemat energi mungkin memerlukan penggunaan sumber daya tambahan selama produksi dan pemeliharaannya. Beberapa lingkungan mungkin tidak mendukung teknologi panel surya, atau memiliki batasan lain yang membatasi penerapan konsep bangunan hijau.

Pada negara-negara besar, konsep bangunan hijau menjadi bagian integral dari industri konstruksi dan perkembangan perkotaan. Hal ini mendorong pengembangan lingkungan yang lebih berkelanjutan, mengurangi dampak lingkungan, dan menciptakan bangunan yang lebih nyaman dan efisien secara energi. Negara-negara besar sering memiliki standar bangunan berkelanjutan yang ketat, seperti LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) di Amerika Serikat atau BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) di Inggris. Standar ini mempromosikan praktik konstruksi yang mengurangi penggunaan energi, air, dan sumber daya lainnya, sehingga mengurangi emisi polutan udara selama tahap konstruksi dan operasional bangunan. Penerapan konsep bangunan hijau secara efektif ini memberikan dampak signifikan dalam mengurangi polusi udara dan menciptakan lingkungan lebih bersih dan sehat bagi penduduknya. Upaya ini juga mendukung perubahan menuju masyarakat yang lebih berkelanjutan secara keseluruhan.

Penerapan konsep bangunan hijau pada bangunan ini mendorong bangunan mendapat sertifikasi bangunan hijau. Sertifikasi ini menyebabkan bangunan memiliki nilai properti lebih tinggi daripada bangunan konvensional, karena popularitasnya yang meningkat dan potensi penghematan biaya.

Strategi pembangunan berdasarkan konsep bangunan hijau ini ditujukan untuk meningkatkan kenyamanan pengguna dan nilai bangunan. Peningkatan kenyamanan pengguna berhubungan dengan keberlangsungan kegiatan dalam bangunan sedangkan peningkatan nilai bangunan berhubungan dengan nilai sertifikasi bangunan hijau yang menyebabkan bangunan ini memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan bangunan tidak bersertifikasi (Porumb et al., 2020). Secara keseluruhan, penerapan strategi pembangunan berdasarkan konsep bangunan hijau ini dapat mengurangi dampak pembangunan terhadap peningkatan pemanasan global serta menunjang keberlanjutan pembangunan dan lingkungan.

Green Building Council Indonesia (GBCI) menetapkan 6 (enam) aspek yang menjadi pertimbangan dalam penerapan konsep bangunan hijau untuk mengendalikan pembangunan. Aspek tersebut:

1. Aspek kesesuaian lahan (*Appropriate Site Development-ASD*), fungsional bangunan mampu menyesuaikan kondisi lahan yang tersedia dengan baik, sehingga memberikan pemanfaatan yang optimal, menghasilkan kecocokan ruang kota dan sejalan dengan kebutuhan komunitas.
2. Kesehatan dan kenyamanan dalam ruang (*Indoor Health and Comfort-IHC*), penggunaan teknologi dalam bangunan memiliki peran dalam menjaga kesehatan dan kenyamanan, dengan memastikan kondisi interior dan sistem yang mendukung kualitas hidup yang baik.
3. Konservasi air (*Water Conservation-WAC*), pengaturan penggunaan air menjadi lebih efisien adalah salah satu aspek kunci dalam konsep bangunan hijau, membantu mengurangi konsumsi air yang berlebihan.
4. Efisiensi dan konservasi energi (*Energy Efficiency and Conservation-EEC*), mengatur penggunaan energi di dalam maupun luar bangunan dapat mengurangi konsumsi energi, memanfaatkan sumber energi terbarukan, dan menghasilkan bangunan yang lebih ramah lingkungan.
5. Sumber dan siklus material (*Material Resources and Cycle-MRC*), efisiensi penggunaan material dapat menghindari pemborosan dan mengoptimalkan penggunaan material bangunan. Tidak hanya itu, material dapat didaur ulang untuk meminimalkan limbah konstruksi.
6. Manajemen lingkungan bangunan (*Building Environment Management-BEM*), pemilihan, pengaturan, dan pemeliharaan lahan vegetasi dapat mengurangi dampak buruk pada lingkungan. Sekaligus sebagai perencanaan jangka panjang agar dapat berkelanjutan seiring berjalannya waktu dan beradaptasi dengan perubahan lingkungan.

Berdasarkan konsep bangunan hijau sebagai konsep perancangan bangunan dengan mempertimbangkan dampak lingkungan dan kesehatan, menghemat sumber daya alam, meningkatkan kualitas udara, dan menciptakan bangunan yang lebih sehat dan nyaman bagi penghuninya serta 6 aspek yang menjadi pertimbangan dalam penerapan konsep bangunan hijau, maka prinsip bangunan hijau yang dapat diterapkan dalam pembangunan, antara lain:

1. Perancangan bangunan untuk mengurangi konsumsi energi dengan menggunakan teknologi dan strategi yang efisien, seperti pencahayaan alami, isolasi termal yang baik, penggunaan perangkat hemat energi, dan sistem HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) yang efisien (Chandraet al., 2020)
2. Penggunaan bahan ramah lingkungan, seperti bahan daur ulang, bahan berkelanjutan, dan bahan dengan emisi rendah. Penggunaan bahan ini bertujuan untuk mengurangi dampak negatif produksi bahan bangunan terhadap lingkungan (Bella & Darmayanti, 2022)
3. Penggunaan air efisien, pengumpulan air hujan, dan pengolahan air limbah untuk mengurangi penggunaan air bersih dan meminimalkan dampak pencemaran air (Handaniet al., 2017)
4. Memperhatikan kualitas udara dalam ruangan dengan mengurangi polutan udara dalam bangunan, meningkatkan ventilasi, dan menggunakan bahan yang tidak mengeluarkan bahan kimia berbahaya (Yasir, 2021)
5. Mengintegrasikan ruang terbuka hijau, seperti taman atap, taman dalam gedung, atau lanskap yang berkelanjutan, untuk meningkatkan kualitas lingkungan sekitar dan memberikan tempat rekreasi bagi penghuninya (Aguspriyanti, 2021)
6. Mempertimbangkan aksesibilitas dan alternatif transportasi berkelanjutan, seperti fasilitas bersepeda, akses ke transportasi umum, dan pengurangan ketergantungan pada mobil pribadi (Agustina & Nurzanah, 2018)
7. Mendorong praktik manajemen limbah yang baik dan daur ulang material untuk mengurangi pembuangan sampah ke tempat pembuangan akhir (Herman, 2011)

Prinsip penerapan konsep bangunan hijau dapat digunakan untuk pembangunan dan mengatasi pemanasan global. Penerapan ini membentuk suatu strategi pembangunan dalam hubungannya dengan keberlanjutan pembangunan bangunan dan lingkungan.

Strategi pembangunan berdasarkan konsep dan prinsip bangunan hijau dapat dilakukan dalam bentuk:

1. Pemilihan lokasi tepat dengan mempertimbangkan iklim dan orientasi bangunan terhadap tapak (Amiri & Ghoreshi, 2011)
2. Meningkatkan kualitas bangunan dan lingkungan (Y. Zhang et al., 2021).
3. Penerapan rencana ruang terbuka dengan konsep *Eco-Spaces* dalam upaya untuk meningkatkan

kualitas lingkungan serta perubahan spasial, sosial dan ekonomi (Paszkowski & Golebiewski, 2017).

4. Penggunaan pohon sebagai bagian dari perencanaan jalur hijau dan ruang terbuka dengan mempertimbangkan jenis dan bentuk pohon (tajuk, tinggi, dan diameter batang) yang memberikan pengaruh (Yuan, Widjaja, et al., 2022).
5. Mempertimbangkan nilai Embodied Energy (EE) material dan material daur ulang dalam pemilihan material bangunan (Ng et al., 2022). Nilai EE ini menjadi pertimbangan untuk mengurangi produksi nilai karbon serta mencapai *Net Zero Carbon*. Pemilihan material dalam hubungannya dengan nilai EE dapat dilakukan dengan mempertimbangkan material dengan nilai EE rendah dan material daur ulang (Ng et al., 2022).
6. Penggunaan energi efisien serta mengoptimalkan energi terbarukan (Su et al., 2021), mengurangi penggunaan energi tidak terbarukan dalam proses pembangunan dan bangunan (Amiri & Ghoreshi, 2011), menyelaraskan alat dan sistem yang digunakan dalam bangunan dengan nilai konsumsi energi (Masood et al., 2017), meningkatkan penggunaan energi matahari, energi angin, dan energi panas bumi untuk operasional bangunan serta meningkatkan kesadaran penggunaan energi dalam bangunan (Amiri & Ghoreshi, 2011; Masood et al., 2017; Y. Zhang et al., 2021).
7. Pemilihan kaca dengan mempertimbangkan luas, jenis kaca (Cesari et al., 2018; Q. Li et al., 2021) serta kontribusi naungan kaca (Cesari et al., 2018).
8. Penggunaan kaca sebagai selubung bangunan (C. Zhang et al., 2022) dengan menggunakan prinsip *green glass space* dan *earth air tunnel* sebagai strategi pasif.
9. Penggunaan insulasi selubung dengan mempertimbangkan penggunaan insulasi dinding luar tebal (Q. Li et al., 2021), bahan insulasi serat selulosa (Ng et al., 2022) serta fasade bangunan photovoltaic (Z. Li et al., 2018).
10. Pemilihan atap dengan mempertimbangkan koefisien transmisi panas (Q. Li et al., 2021) dan atap hijau (Alim et al., 2022). Penggunaan atap hijau mempertimbangkan ketinggian dan indeks luas bidang hijau, semakin tinggi dan besar bidang hijau maka pengaruh terhadap penurunan temperatur semakin besar (Yuan, Patra, et al., 2022).
11. Proses penggunaan air dan proses air untuk digunakan kembali (*recycling water*) (Amiri & Ghoreshi, 2011).
12. Penggunaan material yang memiliki kinerja tinggi untuk menunjang penurunan emisi gas rumah kaca (Tsai & Tsai, 2022).

Dengan menerapkan berbagai strategi dalam desain, konstruksi, dan pengelolaan bangunan, konsep bangunan hijau diharapkan dapat mengurangi emisi polutan udara, yang merupakan kontributor utama terhadap polusi udara di perkotaan dan dapat memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia dan lingkungan. Melalui praktik bangunan hijau yang berkelanjutan, maka diharapkan pembangunan dapat menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat.

Bangunan hijau menggunakan bahan bangunan yang lebih ramah lingkungan, termasuk bahan dengan emisi rendah. Ini mengurangi pelepasan polutan udara berbahaya dari bahan-bahan bangunan yang umumnya terjadi pada bangunan konvensional. Selain itu bangunan hijau biasanya dilengkapi dengan sistem ventilasi yang lebih baik dan efisien. Ini membantu meningkatkan sirkulasi udara dalam ruangan dan mengurangi akumulasi polutan dalam ruangan.

Bangunan hijau sering menggunakan teknologi hemat energi seperti penerangan LED, isolasi yang baik, dan peralatan yang efisien secara energi. Penggunaan energi yang lebih efisien berarti penggunaan bahan bakar fosil yang lebih sedikit untuk pembangkit listrik, yang pada gilirannya mengurangi emisi polutan udara. Banyak bangunan hijau memanfaatkan sumber energi terbarukan, seperti panel surya atau turbin angin kecil. Hal ini membantu mengurangi ketergantungan pada pembangkit listrik konvensional yang dapat menyebabkan polusi udara.

Konsep bangunan hijau juga mencakup edukasi dan peningkatan kesadaran lingkungan di antara penghuninya. Hal ini dapat mendorong praktik berkelanjutan di luar bangunan, seperti penggunaan transportasi berkelanjutan dan pengurangan limbah.

KESIMPULAN

Strategi konsep bangunan hijau menjadi bagian penting dalam upaya menyeluruh untuk mengurangi dampak negatif yang disebabkan bangunan ataupun proses konstruksi bangunan. Pembangunan dengan memperhatikan memperhatikan beberapa aspek dalam konsep bangunan hijau akan menghasilkan pengaruh positif bagi pertumbuhan kota. Pengaruh ini berhubungan dengan penerapan efisiensi energi, air, pengaturan limbah dan daur ulang, pemanfaatan teknologi dan material, serta mengurangi dampak paling buruk yaitu polusi udara. Penerapan konsep ini selain menghasilkan bangunan efisien secara energi, tetapi juga menjaga kualitas udara lebih baik, mengurangi emisi polutan udara, dan berkontribusi pada perlindungan lingkungan serta kesehatan manusia. Penerapan konsep bangunan hijau dalam pembangunan kawasan menjadi

bagian untuk menunjang keberlanjutan pembangunan kawasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agbajor, F. D., & Mewomo, M. C. (2022). Green building research in South Africa: A scoping review and future roadmaps. *Energy and Built Environment*.
- Aguspriyanti, C. D. (2021). Green Corridors: Potensi Peningkatan Ruang Terbuka Hijau Publik Ramah Di Kota Padat (Studi Kasus Kota Malang). *Jurnal Arsitektur Zonasi*, 234-245.
- Agustina, I. D., & Nurzanah, W. (2018). Studi Aksesibilitas Transportasi Berkelanjutan Untuk Penyandang Cacat (Disabilitas) Di Pusat Kota Medan. 50-63.
- Ameur, H. B., Han, X., Liu, Z., & Peillex, J. (2022). When did global warming start? A new baseline for carbon budgeting. *Economic Modeling*, 116.
- Bella, C., & Darmayanti, T. E. (2022). Penerapan Material Ramah Lingkungan Pada Microlibrary Bima Kota Bandung. *Jurnal Waca Cipta Ruang*, VIII, 1-10.
- Bujosa, A., Torres, C., & Riera, A. (2018). Framing Decisions in Uncertain Scenarios: An Analysis of Tourist Preferences in the Face of Global Warming. *Ecological Economics*, 148, 36-42.
- Caniato, M., Marzi, A., Bettarello, F., & Gasparella, A. (2022). Designers' expectations of buildings physics performances related to green timber buildings. *Energy and Buildings*, 276.
- Chandra, W. H., Swamardika, I.B, A., & Pemayun, A.A. (2020). Analisis Penggunaan DDC Pada Sistem HVAC Untuk Meningkatkan Penghematan Konsumsi Energi Di Hotel Langham District 8 SCBD Jakarta. *Jurnal Spektrum*, VII, 1-7.
- Derwent, R. G. (2022). Global warming potential (GWP) for hydrogen: Sensitivities, uncertainties and meta-analysis. *International Journal of Hydrogen Energy*.
- Feng, Y., Duan, Q., Chen, X., Yakkali, S. S., & Wang, J. (2021). Space cooling energy usage prediction based on utility data for residential buildings using machine learning methods. *Applied Energy*, 291, 116814.
- Fitzpatrick, T. J. (2019). Building a new utility business model on a weak green foundation. *The Electricity Journal*, 32 (2), 27-30.
- Gupta, A. (2017). Building a Green Home Using Local Resources and Sustainable Technology in Jammu Region – A Case Study. *Energy Procedia*, 115, 59-69.
- Handani, S. W., Utami, S., & Kusmira, D. (2017). Visualisasi Pencemaran Air Menggunakan Media Animasi Infografis. *Jurnal Telematika*, 1-20.
- Herman, H. (2011). Indikator Partisipasi Masyarakat Dalam Sistem Transportasi Berkelanjutan. *Jurnal Transportasi*, 120-212.
- Lai, F., Zhou, J., Lu, L., Hasanuzzaman, M., & Yuan, Y. (2022). Green building technologies in Southeast Asia: A review. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 55.
- Laksmi, R. A. (2016). Green Building dalam Pembangunan Berkelanjutan Konsep Hemat Energi Menuju Green Building di Jakarta. *Jurnal Teknik Arsitektur Universitas Borobudur*, 44-59.
- Natalia, Z. (2019). Penerapan Green Building sebagai Pencapaian Sustainable Architecture pada Pasar Badung Bali. *Jurnal Seni & Reka Rancang*, II, 127-135.
- Nur, H., Akmalah, E., & Rangga, M. (2016). Menuju Pembangunan Berkelanjutan: Tinjauan Terhadap Standar Green Building di Indonesia dan Malaysia. *Jurnal Institut Teknologi Nasional*, II, 119-129.
- Pazouki, M., Rezaie, K., & Bozorgi-Amiri, A. (2021). A fuzzy robust multi-objective optimization model for building energy retrofit considering utility function: A university building case study. *Energy and Buildings*, 241, 110933.
- Qian, Y., Yu, X.-a., Shen, Z., & Song, M. (2022). Complexity analysis and control of game behavior of subjects in green building materials supply chain considering technology subsidies. *Expert Systems with Applications*, 214.
- Regnier, C., Mathew, P., Shackelford, J., Lee, S. H., Robinson, A., & Walter, T. (2022). Multi-technology building system retrofits for utility incentive programs: Savings, costs and baseline considerations. *Energy and Buildings*, 270, 112270.
- Roshaunda, D., Diana, L., Princhika, L., Khalisa, S., & Septiady, S. (2019). Penilaian Kriteria Green Building Pada Bangunan Gedung Universitas Pembangunan Jaya Berdasarkan Indikasi Green Building Council Indonesia. *Jurnal Widyakala*, VI, 28-46.
- Suripto, Haikal, M., & Hatoguan, E. (2022). Evaluasi Penerapan Green Construction Proyek Pembangunan Gedung Rektorat Kampus UIII. *Jurnal Talenta Sipil*, V, 134-143.
- Verplanken, B., Marks, E., & Dobromir, A. I. (2020). On the nature of eco-anxiety: How constructive or unconstructive is habitual worry about global warming? *Journal of Environmental Psychology*, 72, 101528.
- Yasir, M. (2021). Pencemaran Udara Di Perkotaan Berdampak Bahaya Bagi Manusia, Hewan, Tumbuhan Dan Bangunan. *Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 1-10.

- Yan, H., Fan, Z., Zhang, Y., Zhang, L., & Hao, Z. (2022). A city-level analysis of the spatial distribution differences of green buildings and the economic forces – A case study in China. *Journal of Cleaner Production*, 371.
- Zhang, Z. Q., & Zhai, P. M. (2022). Numerical simulation of the effects of global warming on vegetation in Asia. *Advances in Climate Change Research*, 13 (5), 688-699.