

Analisis Dampak dari Pembangunan Green Building: Studi Literatur

The Impact of Green Building: A Literature Review

Nike Meydita Nuur Hidayah¹, Catlya Noer Aime S², Muhammad Hamzah Fansuri³
Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Teknologi Pertahanan
Universitas Pertahanan Republik Indonesia, Bogor, Indonesia, 16820
¹nikemey03@gmail.com

[Diterima 26/03/2025, Disetujui 02/07/2025, Diterbitkan 13/07/2025]

Abstrak

Penerapan konsep *green building* menjadi solusi berkelanjutan dalam menekan dampak negatif terhadap lingkungan sekaligus mengoptimalkan efisiensi penggunaan sumber daya. Penelitian ini menganalisis dampak penerapan konsep tersebut dalam empat aspek utama yaitu lingkungan, ekonomi, kesehatan dan keselamatan, serta efisiensi energi. Dengan memanfaatkan teknologi hemat energi, material ramah lingkungan, serta energi terbarukan, bangunan berkelanjutan mampu mengurangi ketergantungan pada sumber daya yang tidak terbarukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adopsi bangunan berkelanjutan berkontribusi secara signifikan dalam mengatasi perubahan iklim dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat serta lestari. Analisis dilakukan berdasarkan energi efisiensi, dampak lingkungan, dampak ekonomi, serta kesehatan dan keselamatan yang terjadi terhadap pembangunan green building. Studi ini menggunakan pendekatan *systematic literature review*, dengan sumber dari jurnal dan artikel yang terindeks *Scopus* serta *Google Scholar* dalam dua puluh tahun terakhir. Pendekatan dengan metode ini mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam perencanaan dan implementasi bangunan berkelanjutan

Kata kunci: bangunan hijau; ekonomi sirkular; keberlanjutan; penilaian siklus hidup

Abstract

The application of the green building concept is a sustainable solution to reduce negative impacts on the environment while optimizing the efficiency of resource use. This study analyzes the impact of implementing the concept in four main aspects, namely environment, economy, health and safety, and energy efficiency. By utilizing energy-saving technology, environmentally friendly materials, and renewable energy, sustainable buildings can reduce dependence on non-renewable resources. The results of the study show that the adoption of sustainable buildings contributes significantly to overcoming climate change and creating a healthier and more sustainable environment. The analysis was conducted based on energy efficiency, environmental impact, economic impact, and health and safety that occurred in the construction of green buildings. This study uses a systematic literature review approach, with sources from journals and articles indexed by Scopus and Google Scholar in the last twenty year. The use of this method enables more informed and strategic decision-making in the planning and implementation of sustainable building practices.

Keywords: circular economy; green building; sustainability; life cycle assessment

©Jurnal Arsir Universitas Muhammadiyah Palembang
p-ISSN 2580-1155
e-ISSN 2614-4034

Pendahuluan

Di seluruh dunia, pembangunan infrastruktur dan bangunan menggunakan hingga 60% bahan baku yang diambil dari bumi (A O Oluwunmi, 2020), Ignacio Zabalza Bribián (2010)]. Perubahan iklim, peningkatan polusi lingkungan, pertumbuhan populasi dan urbanisasi memicu transformasi menuju pembangunan berkelanjutan (Sustainable buildings) (A O Oluwunmi, 2020). Aktivitas pembangunan dan pembongkaran bangunan menimbulkan kebisingan, debu, polusi air, dan limbah. Selain itu, bangunan berkontribusi pada sektor yang paling banyak menghabiskan energi di dunia dengan total sekitar 35% dari konsumsi energi universal. Selain itu, bangunan juga memberikan kontribusi yang cukup besar terhadap emisi CO₂ (karbon dioksida) ke atmosfer (Jian Zuo, 2013).

Sebagai solusi konsep Green Building (bangunan hijau) muncul, Green Building (Bangunan hijau): “Fasilitas sehat yang dirancang dan dibangun dengan cara yang hemat sumber daya, menggunakan prinsip-prinsip yang berbasis ekologi”. Perlu dicatat bahwa Green Building (bangunan hijau) sering digunakan secara bergantian dengan bangunan berkelanjutan dan bangunan berkinerja tinggi. Oleh karena itu, upaya mengurangi emisi karbon dan konsumsi energi dalam bangunan dapat membantu menekan dampak negatif terhadap lingkungan, ekonomi, dan sosial, sekaligus mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) (Mao Xiaoping, 2009).

Meskipun *Green Buildings* menawarkan banyak manfaat, masih terdapat tantangan yang signifikan dalam pelaksanaannya. Masalah utamanya adalah tingginya anggaran awal yang diperlukan guna membangun dan merenovasi bangunan hijau (Zhang et al., 2020). Selain itu, kurangnya pengetahuan dan pemahaman tentang prinsip-prinsip bangunan hijau di kalangan profesional industri juga menjadi hambatan (Kibert, 2016). Faktor-faktor ini berkontribusi terhadap rendahnya tingkat adopsi praktik bangunan hijau di berbagai daerah. Namun demikian, sebagian besar literatur sebelumnya lebih menekankan pada aspek teknis dan manfaat jangka panjang, sementara kajian yang secara khusus membahas hambatan implementasi dari perspektif lokal dan praktis masih terbatas. Oleh karena itu, penting untuk mengidentifikasi dan mengatasi permasalahan tersebut guna memaksimalkan potensi bangunan hijau. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi secara mendalam berbagai tantangan yang menghambat implementasi bangunan hijau serta mengisi kesenjangan dalam literatur yang ada.

Dampak dari penerapan bangunan hijau (green buildings) sangat luas dan mencakup berbagai aspek, termasuk lingkungan, ekonomi, dan sosial. Dari sisi lingkungan, bangunan hijau berkontribusi terhadap pengendalian perubahan iklim melalui pengurangan emisi gas rumah kaca dan efisiensi penggunaan energi (Zhang & Zhao, 2019). Secara ekonomi, meskipun memerlukan biaya awal yang relatif tinggi, bangunan hijau mampu menurunkan biaya operasional dalam jangka panjang melalui peningkatan efisiensi energi dan pengurangan produksi limbah (Kibert, 2016).

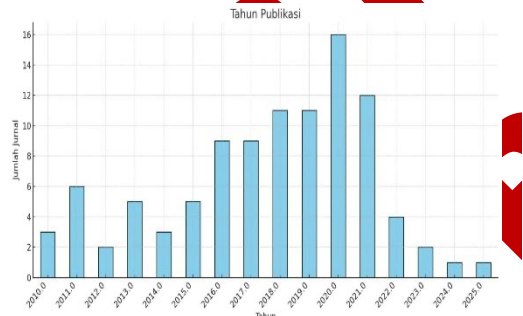
Penyebab utama dari perlunya penerapan Green Buildings adalah meningkatnya kesadaran akan isu-isu lingkungan dan dampak negatif dari pembangunan konvensional. Pertumbuhan populasi dan urbanisasi yang cepat telah menyebabkan peningkatan permintaan akan energi dan sumber daya alam (Zhang & Zhao, 2019). Selain itu, perubahan iklim yang semakin nyata mendorong masyarakat dan pemerintah untuk mencari solusi yang lebih berkelanjutan (Kibert, 2016).

Untuk mengatasi tantangan yang dihadapi dalam penerapan Green Buildings, beberapa solusi dapat diusulkan. Pertama, perlu adanya insentif finansial dari pemerintah untuk mendorong investasi dalam bangunan hijau (Zhang et al., 2020). Ini bisa berupa pengurangan pajak atau subsidi untuk penggunaan material dan teknologi ramah lingkungan. Kedua, pendidikan dan pelatihan bagi profesional di industri konstruksi sangat penting untuk meningkatkan pemahaman tentang prinsip-prinsip bangunan hijau (Kibert, 2016). Selain itu, kampanye kesadaran publik dapat membantu meningkatkan minat masyarakat terhadap bangunan hijau.

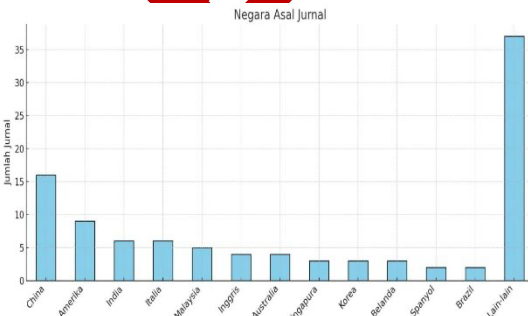
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dampak lingkungan, ekonomi, kesehatan, dan keselamatan dari *Green Buildings* secara komprehensif. Dengan memahami berbagai aspek ini, diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik tentang manfaat dan tantangan yang dihadapi dalam penerapan bangunan hijau (Zhang & Zhao, 2019). Selain itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mengidentifikasi strategi yang efektif dalam meningkatkan penerimaan bangunan hijau di berbagai sektor. Dengan demikian, hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi pengembang pihak terkait, dan masyarakat untuk mendorong pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini juga akan mendorong dilakukannya riset tambahan dalam ranah ini.

Implikasi dari penelitian ini sangat penting bagi pengembangan kebijakan dan praktik dalam industri konstruksi. Dengan memahami dampak dan tantangan yang dihadapi, pemangku kepentingan dapat merumuskan strategi yang lebih efektif untuk mendorong adopsi Green Buildings (Kibert, 2016). Selain itu, penelitian ini dapat memberikan dasar bagi penelitian lebih lanjut mengenai inovasi dalam teknologi bangunan hijau. Implikasi yang dapat diterapkan dari penelitian ini juga mencakup peningkatan kesadaran masyarakat tentang pentingnya keberlanjutan dalam pembangunan. Selain berkontribusi pada literatur akademis, tetapi penelitian ini juga memiliki potensi untuk mempengaruhi praktik industri dan kebijakan publik.

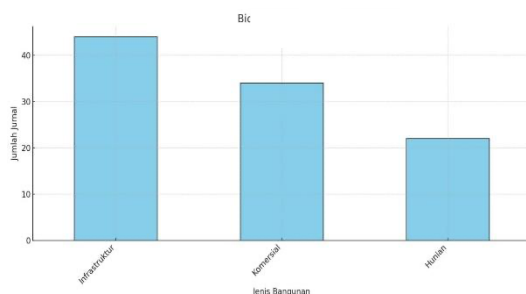
Dalam penelitian ini, data jurnal dikategorikan berdasarkan tahun publikasi, penerbit, bidang konstruksi, dan negara asal. Data jurnal dikategorikan berdasarkan tahun publikasi, penerbit, bidang konstruksi, dan negara asal. Klasifikasi ini menjelaskan distribusi penelitian dan bidang dalam konstruksi. Analisis meneliti tren publikasi temporal, mengidentifikasi penerbit utama, menilai masalah konstruksi utama, dan mencatat negara asal jurnal. Temuan ini diantisipasi untuk meningkatkan pemahaman tentang tren publikasi jurnal dan prioritas penelitian dalam konstruksi. Berikut data jurnal disajikan:



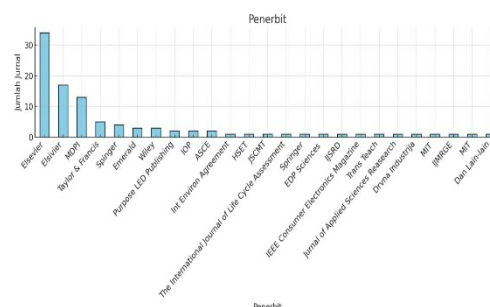
Gambar 3. Tahun Publikasi



Gambar 4. Negara Asal Jurnal



Gambar 6. Bidang Konstruksi



Gambar 5. Penerbit

Distribusi jumlah publikasi berdasarkan tahun pada **Gambar 3**. Tren jumlah publikasi menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam lima tahun terakhir, terutama setelah tahun 2018. Hal ini menandakan peningkatan perhatian para akademisi dan praktisi

terhadap isu-isu keberlanjutan, energi, dan dampak lingkungan dalam bidang konstruksi seiring berkembangnya kebutuhan akan pembangunan yang ramah lingkungan.

Merujuk dari asal negara dari jurnal yang dianalisis, diperoleh hasil jurnal didominasi oleh negara-negara seperti China, United States, dan India sebagai negara asal. Sementara itu, sejumlah negara dengan frekuensi publikasi lebih rendah telah dikelompokkan dalam kategori "Dan Lain-lain". Berdasarkan pada **Gambar 4**, menunjukkan dominasi negara-negara maju dan berkembang dalam kontribusi penelitian terkait bidang yang dianalisis.

Sebagian besar jurnal yang diteliti diterbitkan oleh penerbit-penerbit ternama seperti Elsevier, Springer, dan MIT Press. Berdasarkan **Gambar 5**, Dominasi penerbit-penerbit besar ini menunjukkan pengaruh publisher internasional dalam mendistribusikan hasil penelitian ilmiah. Mayoritas publikasi terkait bidang konstruksi berdasarkan **Gambar 6**, Green Building, Jenis bangunan yang paling banyak dikaji dalam jurnal adalah jenis bangunan gedung tinggi, perkantoran, dan bangunan hijau (green building). Hal ini menunjukkan fokus utama para peneliti pada keberlanjutan dan efisiensi energi dalam bangunan komersial serta infrastruktur perkotaan.

Metode Penelitian

Desain Penelitian

Metodologi penelitian yang kami lakukan menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR) untuk menganalisis dampak lingkungan, ekonomi, kesehatan dan keselamatan, serta efisiensi energi dari pembangunan green buildings. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis temuan dari berbagai studi yang relevan secara sistematis.

Langkah-langkah SLR dalam penelitian ini mencakup identifikasi artikel melalui pencarian literatur di basis data Google Scholar dan Scopus, dengan bantuan perangkat lunak Publish or Perish untuk otomatisasi pencarian. Proses ini melibatkan tahap seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan, analisis tematik terhadap artikel terpilih, dan sintesis temuan untuk menjawab pertanyaan penelitian. Pertanyaan penelitian yang menjadi fokus adalah: "Bagaimana dampak-dampak tersebut berdasarkan literatur terbaru?" Pencarian literatur akan dilakukan melalui basis data *Google Scholar* dan *Scopus*, dengan bantuan perangkat lunak *Publish or Perish* untuk otomatisasi pencarian. Kata kunci yang digunakan mencakup kombinasi istilah "*green building*" dan "*sustainable construction*" yang dihubungkan dengan berbagai dampak yang relevan. Filter pencarian akan dibatasi pada artikel jurnal yang diterbitkan antara tahun 2010 hingga 2025, dalam Bahasa Inggris dan Indonesia.

Variabel Penelitian

Penelitian ini menganalisis berbagai variable yang berperan dalam pembangunan *Green Building* dan dampaknya terhadap berbagai aspek. Variabel yang akan diteliti dalam upaya penelitian mencakup berbagai macam dampak yang signifikan mempengaruhi pembangunan *Green Building*.

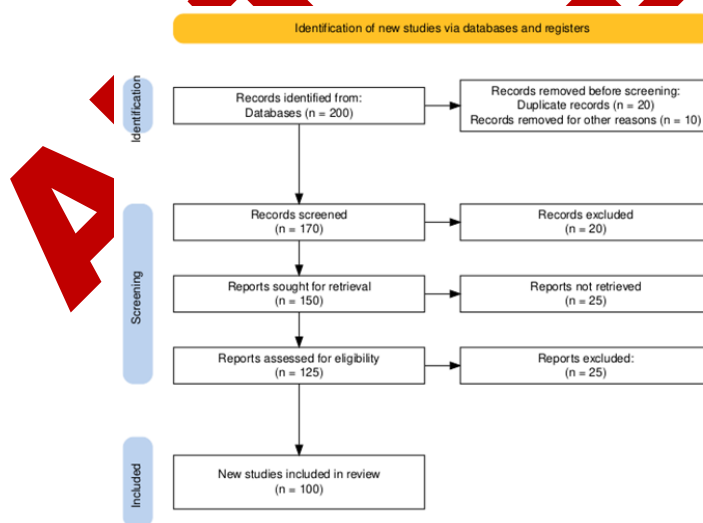
Tabel 1. Variabel Penelitian

Kode	Variabel	Deskripsi	Referensi
V1	Efisiensi Energi	Pemanfaatan sumber daya secara optimal yang mampu mengurangi kebutuhan energi untuk menekan konsumsi energi konvensional.	(Jian Zui, 2013; Sun. C et al., 2019; Saadatian et al., 2012; Alwisy et al., 2018)

Kode	Variabel	Deskripsi	Referensi
V2	Dampak Lingkungan	Pengurangan efek negatif pembangunan terhadap ekosistem melalui penerapan teknologi ramah lingkungan	(Cambier et al., 2021; J. Dobi'a et al., 2014; S. Xu et al., 2019; Manganelli et al., 2019)
V3	Dampak Ekonomi	Analisis biaya dan manfaat dari pembangunan green buildings	(Aditya et al., 2018; Anwar et al., 2015; Vincent et al., 2020)
V4	Dampak Kesehatan dan Keselamatan	Peningkatan kualitas udara dalam ruangan dan pengurangan risiko kesehatan akibat polusi	(Bartie et al., 2021; Zhi-Jiang Liu et al., 2020; Anthony Costello et al., 2021)

Tahapan Pengumpulan Data

Pada penelitian berbasis kajian literatur, proses penelusuran, pemilihan, dan analisis sumber-sumber informasi merupakan tahap penting untuk memperoleh temuan yang terpercaya dan mendalam. Salah satu metode yang sering digunakan untuk memastikan keteraturan serta transparansi proses tersebut adalah *Systematic Literature Review (SLR)*. Untuk menggambarkan alur tahapan penelitian ini secara jelas, digunakan pendekatan diagram *PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)*. Diagram ini membantu memvisualisasikan proses penyaringan literatur, mulai dari identifikasi, screening, hingga tahap akhir pemilihan studi yang relevan, seperti yang ada pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Flowchart PRISMA

Pada tahap pengumpulan data penelitian dapat menyajikan hasil yang lebih objektif dan data yang kuat dengan Proses seleksi akan mengikuti tahapan sesuai **Gambar 1**, yang merupakan diagram *PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)*. Kriteria **inklusi** mencakup artikel jurnal sebagai berikut :

1. Sebanyak 200 artikel awal akan diidentifikasi dan dikumpulkan menggunakan software *Publish of Perish* yang berbasis data *Google Scholar* dan *Scopus*.
2. Data yang diperoleh akan diekstraksi menjadi 4 variabel, seperti : Efisiensi Energi, Dampak Lingkungan, Dampak Ekonomi, Dampak Kesehatan dan Keselamatan.

3. Setelah melakukan ekstraksi data, dilakukan Meta-Analisis Kualitatif untuk membantu memahami seberapa kuat bukti ilmiah terkait suatu dampak
4. Untuk mengidentifikasi pola tematik dan hubungan antar variable digunakan *Vosviewers* sebagai analisis *bibliometrik*

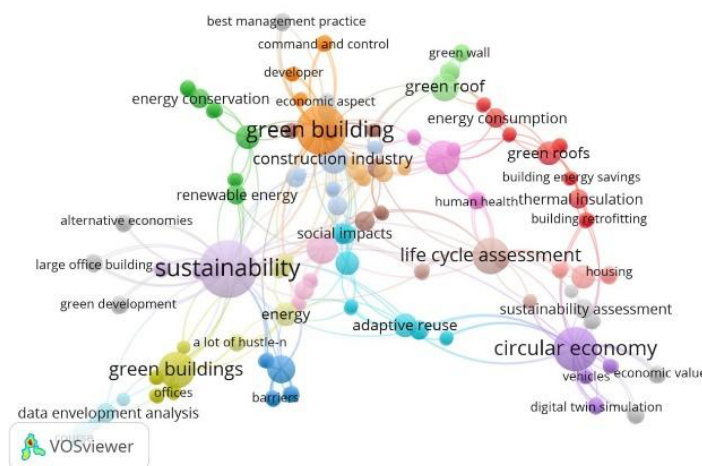
Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah upaya mencari dan menata secara sistematis catatan hasil observasi, wawancara, dan lainnya untuk meningkatkan pemahaman peneliti tentang kasus yang diteliti dan menyajikannya sebagai temuan bagi orang lain. Sedangkan untuk meningkatkan pemahaman tersebut analisis perlu dilanjutkan dengan berupaya mencari makna (Noeng Muhadjir, 1998). Pada tahap ini kami menggunakan teknik pengumpulan data secara kualitatif, analisis data dilakukan dengan mengorganisasikan data, Mengelompokkan informasi ke dalam bagian-bagian, melakukan penggabungan, mengatur dalam pola yang sistematis, menentukan prioritas pembelajaran, dan menarik kesimpulan (Silalahi, 2010). Setelah dilakukan itu pemetaan dengan grafik bibliometrik menggunakan VOSviewers, kemudian dilakukan analisis statik deskriptif yang akan menjelaskan mengenai publikasi pertahun, negara asal jurnal, penerbit, dan bidang konstruksi.

Hasil dan Pembahasan

Analisis Data

Dalam penelitian berbasis kajian literatur, setelah proses identifikasi dan seleksi literatur dilakukan secara sistematis dengan PRISMA SLR dan mengerucutkan jurnal penelitian menjadi 100 jurnal, langkah selanjutnya adalah menganalisis hubungan jurnal-jurnal tersebut dengan negara asal jurnal, tempat publikasi jurnal, tahun publikasi, dan jenis bangunan yang diteliti di dalam jurnal, dalam menganalisis kami menggunakan metode analisis bibliometrik dengan bantuan perangkat lunak VOSviewers seperti yang terlihat pada **Gambar 2**. Analisis bibliometrik adalah metode yang digunakan untuk mengkaji publikasi dalam suatu bidang penelitian dengan tujuan mengidentifikasi tren, konsep, dan kata kunci yang relevan. (Busro et al., 2021).



Gambar 2. VOSviewers

Analisis menggunakan VOSviewers digunakan guna memperoleh pengelompokkan data secara visual untuk mengetahui jaringan bibliometrik yang dibuat menggunakan perangkat lunak VOSviewers. Visualisasi ini menunjukkan hubungan antar kata kunci dalam penelitian terkait *Green Building*, *Sustainability*, *Circular Economy*, dan *Life Cycle Assessment*. Dari visualisasi ini, dapat disimpulkan bahwa topik *sustainability*

dan *green building* memiliki hubungan kuat dengan konsep *life cycle assessment* dan *circular economy*, yang menjadi fokus dalam penelitian keberlanjutan bangunan. **Gambar 2.** menampilkan hasil analisis bibliometrik menggunakan VOSviewers, dengan peta jaringan (network visualization) yang memperlihatkan hubungan antar kata kunci utama dalam topik penelitian. Beberapa poin penting dari hasil tersebut adalah:

1. Hijau (Green Cluster): Fokus pada Green Building, Green Roof, Energy Conservation, dan Construction Industry. Ini menunjukkan adanya banyak studi yang saling terhubung mengenai konsep bangunan hijau serta praktik hemat energi di sektor konstruksi.
2. Ungu (Purple Cluster): Dipusatkan pada tema Sustainability dan Green Buildings, cluster ini berisi topik tentang pembangunan berkelanjutan, pengembangan gedung ramah lingkungan, dan strategi penghematan energi secara umum.
3. Cokelat (Brown Cluster): Mengacu pada topik Life Cycle Assessment (LCA), Thermal Insulation, dan Building Retrofitting. Artinya, banyak penelitian yang membahas bagaimana siklus hidup bangunan mempengaruhi efisiensi energi dan kelestarian lingkungan.
4. Merah (Red Cluster): Terkait dengan Energy Consumption, Green Roofs, dan Housing. Cluster ini menyoroti pengaruh berbagai teknologi hijau terhadap konsumsi energi di sektor perumahan.
5. Biru Muda & Biru Tua (Blue Clusters): Berfokus pada aspek Adaptive Reuse, Barriers, hingga konsep ekonomi seperti Circular Economy dan Economic Value.

Meta-Analysis

Meta-Analysis dalam penelitian ini bertujuan untuk mengungkap pola temuan dari berbagai studi mengenai green building serta dampaknya terhadap lingkungan, ekonomi, dan kesejahteraan manusia. Dengan pendekatan berbasis statistik, metode ini memungkinkan pengolahan data kuantitatif dari berbagai sumber guna menghasilkan kesimpulan yang lebih akurat dan terpercaya.

Tabel 2. Tabel Meta-Analysis

No.	Penulis	Tahun	V1	V2	V3	V4
1	Tianqi Liu <i>et.,al</i>	2025	✓	✓	✓	-
2	G. S. Vyas <i>et.,al</i>	2024	✓	✓	✓	-
3	Fatma S. Hafez <i>et.,al</i>	2023	✓	✓	✓	-
4	Rashmi Manandhar <i>et.,al</i>	2023	✓	✓	✓	-
5	Sara Perotti <i>et.,al</i>	2022	-	✓	✓	✓
6	Abbas Mohajerani <i>et.,al</i>	2022	✓	✓	-	-
7	Swayam Sampurna Panigrahi <i>et.,al</i>	2022	✓	-	✓	-
8	Krzysztof Lewandowski	2022	-	✓	✓	-
9	Patrizia Ghisellini <i>et.,al</i>	2021	-	✓	✓	-
10	Muhammad Shahzad Aslam <i>et.,al</i>	2021	✓	✓	✓	-
11	Gillian Foster	2021	✓	-	✓	-
12	Nuri C. Onat <i>et.,al</i>	2021	✓	✓	✓	-
13	Vincent J.L. Gan <i>et.,al</i>	2021	✓	✓	✓	-
14	Tianqi Liu <i>et.,al</i>	2021	✓	✓	-	-
15	G. S. Vyas <i>et.,al</i>	2021	-	✓	✓	-
16	Fatma S. Hafez <i>et.,al</i>	2021	✓	✓	-	-
17	Rashmi Manandhar <i>et.,al</i>	2021	-	✓	✓	✓

No.	Penulis	Tahun	V1	V2	V3	V4
18	Sara Perotti <i>et.,al</i>	2021	✓	✓	✓	-
19	Abbas Mohajerani <i>et.,al</i>	2021	✓	✓	-	✓
20	Swayam Sampurna Panigrahi <i>et.,al</i>	2021	-	-	-	✓
21	Krzysztof Lewandowski	2020	✓	✓	✓	-
22	Patrizia Ghisellini <i>et.,al</i>	2020	✓	✓	✓	-
23	Muhammad Shahzad Aslam <i>et.,al</i>	2020	-	-	-	-
24	Gillian Foster	2020	✓	✓	-	-
25	Nuri C. Onat <i>et.,al</i>	2020	-	✓	✓	-
26	Vincent J.L. Gan <i>et.,al</i>	2020	-	✓	✓	-
27	Tianqi Liu <i>et.,al</i>	2020	-	✓	-	-
28	G. S. Vyas <i>et.,al</i>	2020	✓	✓	✓	-
29	Fatma S. Hafez <i>et.,al</i>	2020	✓	✓	✓	-
30	Rashmi Manandhar <i>et.,al</i>	2020	✓	-	✓	-
31	Sara Perotti <i>et.,al</i>	2020	-	-	✓	-
32	Abbas Mohajerani <i>et.,al</i>	2020	-	✓	✓	-
33	Swayam Sampurna Panigrahi <i>et.,al</i>	2020	✓	✓	-	-
34	Yayun Shen <i>et.,al</i>	2020	✓	✓	-	-
35	Sayed Meysam Khoshnava <i>et.,al</i>	2020	✓	✓	✓	-
36	A F Abdelfattah	2020	✓	✓	-	-
37	Muhammad Shahzad Aslam <i>et.,al</i>	2019	✓	✓	✓	✓
38	Gillian Foster	2019	✓	✓	✓	-
39	Nuri C. Onat <i>et.,al</i>	2019	✓	✓	✓	-
40	Vincent J.L. Gan <i>et.,al</i>	2019	-	-	✓	-
41	Tianqi Liu <i>et.,al</i>	2019	✓	✓	-	-
42	G. S. Vyas <i>et.,al</i>	2019	✓	✓	✓	-
43	Fatma S. Hafez <i>et.,al</i>	2019	✓	✓	✓	-
44	Vincent J.L. Gan <i>et.,al</i>	2019	✓	✓	✓	-
45	Tianqi Liu <i>et.,al</i>	2019	✓	✓	✓	-
46	Jawad Abbas <i>et.,al</i>	2019	-	✓	-	-
47	Bojana Petrovic <i>et.,al</i>	2019	✓	✓	-	-
48	Tianqi Liu <i>et.,al</i>	2018	-	✓	✓	-
49	G. S. Vyas <i>et.,al</i>	2018	-	✓	✓	-
50	Fatma S. Hafez <i>et.,al</i>	2018	-	-	✓	-
51	Rashmi Manandhar <i>et.,al</i>	2018	-	✓	✓	-
52	Andrea Invidiata <i>et.,al</i>	2018	-	✓	✓	-
53	Gheorghe Asachi <i>et.,al</i>	2018	✓	✓	✓	-
54	Michelle C. Kondo <i>et.,al</i>	2018	-	✓	✓	-
55	Li Zhang <i>et.,al</i>	2018	✓	✓	✓	-
56	Yujie Lu <i>et.,al</i>	2018	✓	✓	-	-
57	Gheorghe Asachi <i>et.,al</i>	2018	-	✓	-	✓
58	Michelle C. Kondo <i>et.,al</i>	2018	-	-	-	✓
59	Fatma S. Hafez <i>et.,al</i>	2017	✓	✓	✓	-
60	Rashmi Manandhar <i>et.,al</i>	2017	-	-	-	✓
61	Sara Perotti <i>et.,al</i>	2017	-	✓	✓	-
62	Abbas Mohajerani <i>et.,al</i>	2017	-	✓	✓	-

No.	Penulis	Tahun	V1	V2	V3	V4
63	Swayam Sampurna Panigrahi <i>et.,al</i>	2017	✓	✓	✓	-
64	Yayun Shen <i>et.,al</i>	2017	✓	✓	✓	-
65	Seyed Meysam Khoshnava <i>et.,al</i>	2017	-	✓	✓	-
66	Yujie Lu <i>et.,al</i>	2017	✓	✓	-	-
67	Dat Tien Doan <i>et.,al</i>	2017	✓	✓	✓	-
68	Yousef Al horr <i>et.,al</i>	2016	-	✓	✓	-
69	K. Vijayaraghavan <i>et.,al</i>	2016	-	✓	✓	-
70	Olanipekun <i>et.,al</i>	2016	-	✓	✓	-
71	Shraddha Pandey	2016	✓	✓	✓	-
72	Yousef Al horr <i>et.,al</i>	2016	✓	✓	-	✓
73	K. Vijayaraghavan <i>et.,al</i>	2016	✓	✓	-	-
74	Olanipekun <i>et.,al</i>	2016	-	-	✓	-
75	Shraddha Pandey	2016	✓	✓	✓	✓
76	Saraju P. Mohanty <i>et.,al</i>	2016	✓	✓	-	-
77	Zhipeng Zhou <i>et.,al</i>	2015	-	-	-	✓
78	M. Santamouris	2015	✓	✓	✓	✓
79	Liu Yang <i>et.,al</i>	2015	✓	✓	-	-
80	Yanan Li <i>et.,al</i>	2015	✓	✓	-	-
81	Jian Zuo <i>et.,al</i>	2015	-	✓	-	✓
82	M. Santamouris	2014	✓	✓	✓	✓
83	Liu Yang <i>et.,al</i>	2014	✓	-	✓	-
84	Yanan Li <i>et.,al</i>	2014	-	✓	-	-
85	Jian Zuo <i>et.,al</i>	2013	-	✓	✓	-
86	Tuan Anh Nguyen <i>et.,al</i>	2013	✓	✓	-	-
87	Bon-Gang Hwang <i>et.,al</i>	2013	-	✓	-	-
88	Piet Eichholtz <i>et.,al</i>	2013	✓	✓	✓	-
89	Sinha <i>et.,al</i>	2013	✓	✓	✓	✓
90	Issa Jaffal <i>et.,al</i>	2012	✓	✓	-	-
91	Nariman Ghodrati <i>et.,al</i>	2012	-	✓	-	✓
92	Luca Guardigli <i>et.,al</i>	2011	✓	✓	-	-
93	Issa Jaffal <i>et.,al</i>	2011	-	✓	✓	-
94	Suresh B. Sadineni <i>et.,al</i>	2011	✓	✓	-	-
95	T. Susca <i>et.,al</i>	2011	-	✓	-	-
96	D. Bradley Rowe	2011	✓	✓	-	-
97	Lauren Bradley Robichaud <i>et.,al</i>	2011	✓	✓	✓	-
98	H.F. Castleton <i>et.,al</i>	2010	✓	✓	-	-
99	Bon-Gang Hwang <i>et.,al</i>	2010	✓	✓	✓	-
100	Piet Eichholtz <i>et.,al</i>	2010	✓	✓	✓	-

Melalui proses sintesis data dari berbagai jurnal, analisis ini bertujuan memberikan gambaran komprehensif mengenai dampak yang paling dominan dari implementasi green building. Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi yang ditampilkan dalam format tabel, mencakup rangkuman frekuensi dampak yang muncul karena pembangunan green buildings, presentasinya, serta peringkat berdasarkan tingkat frekuensi pembahasan seperti pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Persentase Dampak Pembangunan *Green Buildings*

No.	Variabel	N (Jumlah)	%	Ranking
1.	Dampak Lingkungan	84	34%	1
2.	Dampak Ekonomi	71	30%	2
3.	Efisiensi Energi	70	28%	3
4.	Kesehatan dan Keselamatan	16	8%	4
	Jumlah	100	100%	

Setelah menganalisis 100 jurnal yang, teridentifikasi ada 4 dampak utama yang terjadi karena adanya pembangunan green buildings. Dampak lingkungan memperoleh perentase paling banyak dengan 34%, menunjukkan dampak lingkungan sangat terpengaruh. Dampak ekonomi memperoleh hasil 30%, diikuti oleh efisiensi energi 28%, dan yang terakhir adalah dampak kesehatan dan keselamatan yang hasilnya adalah 8%. Setelah melihat hasil dari pengelompokan jurnal-jurnal, dapat disimpulkan bahwa lingkungan dan ekonomi terdampak sangat besar dari pembangunan green buildings. Dapat dilihat bahwa dampak pembangunan *Green Buildings* paling dominan terkait dengan aspek lingkungan, dengan jumlah 84 jurnal. Hal ini menunjukkan bahwa isu lingkungan menjadi perhatian utama dalam pembangunan *Green Buildings*, kemungkinan karena manfaatnya dalam mengurangi emisi karbon, efisiensi penggunaan sumber daya, dan peningkatan kualitas udara.

Selanjutnya, dampak ekonomi juga cukup signifikan, dengan 71 jurnal, yang mengindikasikan bahwa aspek finansial seperti efisiensi biaya operasional dan peningkatan nilai properti turut menjadi faktor penting. Efisiensi energi menempati urutan ketiga dengan 70 jurnal, menandakan bahwa penerapan teknologi hemat energi dalam *Green Buildings* semakin diperhatikan. Sementara itu, dampak terhadap kesehatan dan keselamatan memiliki porsi paling kecil, yaitu hanya 16 jurnal, yang menunjukkan bahwa meskipun aspek ini penting, perhatian terhadapnya masih relatif lebih rendah dibandingkan dengan aspek lainnya. Secara keseluruhan, temuan ini mengindikasikan bahwa pembangunan *Green Buildings* lebih banyak dikaji dari perspektif lingkungan, ekonomi, dan efisiensi energi, sementara aspek kesehatan dan keselamatan masih memerlukan eksplorasi lebih lanjut.

Aspek yang saling berkaitan dalam konteks pembangunan berkelanjutan, terutama dalam sektor konstruksi dan lingkungan. Kata-kata seperti lingkungan, ekonomi, efisiensi energi, dan kesehatan dan keselamatan menjadi sorotan utama pada **Gambar 7**. menunjukkan pentingnya keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi, perlindungan lingkungan, dan kesejahteraan manusia. Hal ini mencerminkan bagaimana isu-isu global terkait perubahan iklim, pengelolaan sumber daya.



Gambar 7. Word Cloud

Hasil word cloud pada **Gambar 7**. mencerminkan keterkaitan antara aspek lingkungan, ekonomi, efisiensi energi, dan kesehatan dan keselamatan dalam konteks pembangunan berkelanjutan. Kata "lingkungan" muncul dengan ukuran paling besar, menunjukkan bahwa isu lingkungan menjadi fokus utama dalam diskusi pembangunan dan

kebijakan. Hal ini mencerminkan perhatian terhadap upaya pelestarian lingkungan, pengurangan polusi, dan penerapan praktik ramah lingkungan dalam berbagai sektor. Kata "ekonomi" juga tampil paling besar kedua setelah kata "lingkungan", menandakan bahwa aspek ekonomi memiliki peran penting dalam mendukung keberhasilan pembangunan berkelanjutan.

Keberhasilan dalam melindungi lingkungan harus sejalan dengan penciptaan nilai ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Istilah "efisiensi energi" menggambarkan pentingnya penggunaan energi yang lebih hemat dan berkelanjutan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil serta menekan emisi karbon. Sementara itu, "kesehatan dan keselamatan" menyoroti perlunya memperhatikan dampak kesehatan dan keselamatan masyarakat dalam proses pembangunan dan pengelolaan lingkungan. Word cloud ini memperlihatkan bahwa untuk mencapai pembangunan yang berkelanjutan, diperlukan keseimbangan antara aspek lingkungan, ekonomi, efisiensi energi, dan kesehatan masyarakat melalui kebijakan yang terintegrasi dan kolaborasi lintas sektor.

Pembahasan

Manajemen Konstruksi adalah bidang yang terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi, peningkatan kebutuhan akan efisiensi, serta tuntutan untuk menerapkan praktik yang lebih berkelanjutan. Dalam beberapa tahun terakhir, berbagai penelitian telah dilakukan untuk mencari dampak dari pembangunan *Green Building*. Hasil ini memberikan gambaran awal mengenai aspek mana yang paling banyak mendapatkan perhatian dalam penelitian *Green Buildings*. Selanjutnya, pembahasan akan mengelaborasi secara lebih mendalam bagaimana masing-masing variabel tersebut berkontribusi dalam pembangunan *Green Buildings*.

1. Dampak Lingkungan

Dampak lingkungan menjadi perhatian utama dalam penelitian terkait green building. Fokusnya adalah pada pengurangan emisi gas penyumbang perubahan iklim, konservasi sumber daya alam, serta pengelolaan limbah konstruksi. Pembangunan green building paling besar dampaknya kepada lingkungan, berdasarkan hasil analisis dampaknya terjadi hingga 34%. Studi oleh Jian Zuo (2013) menyoroti bahwa sektor konstruksi menyumbang sekitar 35% konsumsi energi global dan emisi CO₂ yang signifikan. Sebagai respons terhadap kebutuhan tersebut, Green Building dirancang sebagai fasilitas yang mengedepankan kesehatan, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan berlandaskan prinsip ekologi.

Upaya mengurangi emisi karbon dan konsumsi energi dalam bangunan dapat membantu menekan dampak negatif terhadap lingkungan, dan ekonomi, sekaligus mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) (Jian Zuo, 2013). Oleh karena itu, Implementasi green building menjadi alternative utama untuk keberlanjutan lingkungan. "Bangunan hijau" adalah salah satu pendekatan yang telah diperkenalkan agar dapat mengurangi beban lingkungan yang ditimbulkan oleh bangunan selama siklus hidupnya. Nilai ekonomi bangunan hijau lebih tinggi jika dibandingkan dengan bangunan konvensional, karena emisi karbon yang rendah, penghematan energi, dan manfaat ekonomi yang maksimal selama siklus hidupnya (Sun, C et al, 2019; Saadatian et al, 2012; Alwisay et al, 2018)

2. Dampak Ekonomi

Penelitian tentang dampak ekonomi menyoroti analisis biaya dan manfaat pembangunan green building. Dampak ekonomi menyentuh angka 30% yang merupakan ranking ke-2 untuk dampak yang terjafi akibat pembangunan green buildings. Bagi konsumen dan kontraktor dalam proyek perumahan, investasi awal bangunan hijau bisa lebih tinggi daripada bangunan tradisional namun, investasi ini

dapat dibayar setiap bulan melalui dividen dalam bentuk penghematan tagihan listrik dalam jangka panjang (Windapo, A.O, 2014). Meskipun biaya awal konstruksi lebih tinggi dibandingkan bangunan konvensional, manfaat jangka panjang seperti penghematan energi hingga 71%, peningkatan nilai properti, dan pengurangan biaya operasional menjadi keunggulan utama. Pendekatan life cycle cost analysis (LCCA) digunakan untuk menilai efisiensi biaya secara keseluruhan. Penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis siklus hidup memberikan wawasan penting tentang efisiensi biaya jangka panjang dari bangunan hijau (Cambier et al., 2021).

Dampak ekonomi dapat dikurangi dengan mencapai penghematan biaya dan mengurangi biaya operasional (biaya keras dan lunak) dengan menggunakan penilaian siklus hidup (LCA) (J. Dobi'a et al, 2014), mengembangkan analisis biaya-manfaat (B. Manganelli et al, 2019), menerapkan premi harga hijau, menggunakan metode desain optimal untuk sistem multi-energi di gedung-gedung seperti sistem pembangkit listrik tenaga surya, sistem pemanas air tenaga surya, dan penyimpanan dingin musiman dengan meminimalkan total biaya siklus hidup (S. Xu et al, 2019). Sebuah ukuran analisis biaya-manfaat dikembangkan untuk mengukur perubahan di pasar real estat perumahan Italia dan keuntungan ekonomi dari investasi dalam perbaikan energi bangunan yang ada untuk mendapatkan kinerja energi yang lebih tinggi di bangunan yang baru dibangun kembali (B. Manganelli et al, 2019).

3. Efisiensi Energi

Efisiensi energi merupakan salah satu pilar utama green building. Teknologi hemat energi seperti desain pasif surya, atap hijau, dan integrasi sumber energi terbarukan membantu mengurangi konsumsi energi secara signifikan. Pada analisis di temukan bahwa efisiensi berada pada peringkat ke-3 dengan presentase 28%. Penelitian menunjukkan bahwa bangunan hijau dapat menghemat hingga 5736 kWh/m² selama siklus hidupnya. Penggunaan teknologi seperti Building Information Modeling (BIM) meningkatkan efisiensi energi selama fase konstruksi. (Mao Xiaoping, 2009) Bangunan Hijau adalah konsep pembangunan yang mengutamakan struktur dan proses yang ramah lingkungan serta efisien dalam penggunaan sumber daya selama seluruh siklus hidup bangunan, menggantikan tren bangunan konvensional dalam mendukung kemajuan suatu negara (Aditya et al., 2018).

Dampak industri konstruksi terhadap lingkungan dan menekankan pentingnya penggunaan material bangunan berkelanjutan serta Life Cycle Assessment (LCA) untuk efisiensi energi dan konservasi sumber daya (Anwar et al., 2015). Simulasi dan optimasi komputer dalam mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon selama siklus hidup bangunan, serta menekankan pentingnya pendekatan desain multidisiplin untuk mendukung keberlanjutan dan kesejahteraan manusia (Vincent et al., 2020). Dengan dukungan kebijakan pemerintah dan kesadaran masyarakat, konsep bangunan hijau dapat menjadi standar dalam industri konstruksi di masa depan, sehingga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan manusia.

4. Dampak Kesehatan dan Keselamatan

Peningkatan kualitas udara dalam ruangan dan pengurangan risiko kesehatan akibat polusi menjadi fokus utama dalam kategori ini. Green buildings dirancang untuk menciptakan lingkungan sehat dengan mengurangi polutan udara yang dapat menyebabkan penyakit pernapasan. Selain itu, standar keselamatan kerja selama proses konstruksi juga menjadi bagian penting dari dampak ini, namun persentasenya paling kecil yaitu 8%. Penerapan standar keselamatan kerja selama proses konstruksi juga menjadi bagian penting dari dampak ini. Penelitian menunjukkan bahwa penghuni green buildings melaporkan tingkat kepuasan lebih tinggi terhadap kualitas udara dan pencahayaan dibandingkan dengan penghuni bangunan konvensional. (Bartie et al., 2021)

Konstruksi berkelanjutan (SC) mendukung kesehatan dengan meningkatkan kualitas hidup dan mengurangi dampak negatif pada kesehatan manusia dan lingkungan (Zhi-Jiang Liu et al., 2020). Masalah kesehatan yang dibahas adalah dampak perubahan iklim terhadap kesehatan global, yang akan meningkatkan risiko dan angka kematian di seluruh dunia, terutama di kalangan lansia dan kelompok rentan (Anthony Costello et al., 2010). Masalah kesehatan yang dibahas adalah dampak dari pembangunan berkelanjutan dalam sektor konstruksi, termasuk kebutuhan untuk menciptakan lingkungan yang mendukung kesehatan melalui efisiensi sumber daya dan penerapan prinsip desain ekologis. guna mengurangi polusi dan dampak lingkungan terhadap kesehatan manusia (Mao Xiaoping et al., 2010).

Simpulan

Secara sintesis, hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa penerapan prinsip green building tidak hanya mampu merespons tantangan lingkungan, tetapi juga berperan dalam efisiensi ekonomi dan kesejahteraan masyarakat secara luas. Green building terbukti menjadi pendekatan strategis dalam pembangunan berkelanjutan melalui penerapan teknologi hemat energi, material ramah lingkungan, dan pendekatan siklus hidup bangunan. Kontribusi penelitian ini terletak pada penyajian pemetaan sistematis terhadap arah dan fokus penelitian green building dalam dua dekade terakhir. Temuan ini memberikan refleksi penting terhadap praktik arsitektur dan konstruksi hijau, serta dapat menjadi dasar pertimbangan bagi pengambil kebijakan dan pelaku industri dalam merumuskan strategi pembangunan yang berorientasi pada keberlanjutan. Meskipun demikian, generalisasi temuan perlu dilakukan dengan hati-hati karena keterbatasan konteks geografis dan dominasi penerbit tertentu. Oleh karena itu, studi lanjutan dengan cakupan lebih luas dan pendekatan lintas disiplin sangat diperlukan untuk memperkaya pemahaman terhadap dampak green building di berbagai skenario implementasi.

Penelitian ini menjelaskan bahwa pembangunan green buildings dapat menimbulkan berbagai dampak yang harus diperhatikan untuk pembangunan keberlanjutan di masa depan. Berdasarkan analisis terhadap 100 jurnal yang relevan, didapatkan 4 dampak utama yang paling banyak terjadi akibat pembangunan green building yaitu:

1. Dampak Lingkungan (34%): Penelitian yang berfokus pada dampak lingkungan mendominasi distribusi jurnal, mencerminkan perhatian utama terhadap isu keberlanjutan dan konservasi.
2. Dampak Ekonomi (30%) : Penelitian tentang dampak ekonomi menyoroti analisis biaya dan manfaat pembangunan green building.
3. Efisiensi Energi (28%): Penelitian terkait energi berkelanjutan dan efisiensi energi memainkan peran penting dalam publikasi jurnal, meskipun sedikit lebih rendah dibandingkan dampak.
4. Kesehatan dan Keselamatan (8%): Aspek kesehatan dan keselamatan mendapatkan perhatian yang relatif lebih kecil dibandingkan kategori lainnya, meskipun tetap signifikan dalam konteks penelitian yang diterbitkan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam hal generalisasi karena lebih banyak mengandalkan literatur dari penerbit dan negara tertentu, sehingga representasi globalnya dapat terpengaruh. Hasil yang diperoleh lebih relevan dalam konteks yang diteliti dan belum tentu dapat diterapkan secara luas. Ini menunjukkan bahwa variabel yang digunakan mungkin berdampak berbeda di lingkungan lain. Selain itu, metode penelitian memiliki keterbatasan yang mempengaruhi generalisasi temuan. Misalnya, jika penelitian menggunakan sampel kecil atau kondisi yang sangat terkontrol, hasilnya mungkin tidak mencerminkan situasi nyata. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menguji apakah temuan ini berlaku dalam populasi atau konteks yang lebih luas serta

mengidentifikasi faktor lain yang berpengaruh. Data menunjukkan peningkatan jumlah penelitian hingga mencapai puncak pada 2020, sebelum mengalami penurunan signifikan. Fokus penelitian lebih banyak pada dampak lingkungan, dan efisiensi energi, sementara aspek kesehatan dan keselamatan kurang mendapat perhatian.

Ucapan Terima Kasih

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan nikmat, rahmat, dan kekuatan yang telah diberikan, sehingga tugas ini dapat diselesaikan dengan baik. Hanya kepada-Nya penulis memohon petunjuk dan keberkahan di setiap langkah yang ditempuh. Penulis juga mengucapkan apresiasi yang sebesar-besarnya kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia, khususnya Program Studi Teknik Sipil, atas ilmu, pengalaman, dan pembelajaran berharga yang telah diberikan selama masa studi. Terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada seluruh dosen, staf, dan pimpinan program studi atas dedikasi serta bimbingan yang tiada henti dalam ilmu pengetahuan, wawasan, dan nilai kepemimpinan. Rasa terima kasih yang mendalam juga penulis tuju kepada orang tua tercinta dan teman-teman yang senantiasa menjadi sumber semangat, inspirasi, dan dukungan sepanjang proses ini.

Daftar Pustaka

- Abbas, J., & Sağsan, M. (2019). Impact of knowledge management practices on green innovation and corporate sustainable development: A structural analysis. *Journal of Cleaner Production*, 229, 611–620. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.024>
- Abhijith, K. V., Kumar, P., Gallagher, J., McNabola, A., Baldauf, R., Pilla, F., Broderick, B., Di Sabatino, S., & Pulvirenti, B. (2017). Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments – A review. *Atmospheric Environment*, 162, 71–86. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.05.014>
- Allen, J. G., MacNaughton, P., Satish, U., Santanam, S., Vallarino, J., & Spengler, J. D. (2016). Associations of cognitive function scores with carbon dioxide, ventilation, and volatile organic compound exposures in office workers: A controlled exposure study of green and conventional office environments. *Environmental Health Perspectives*, 124(6), 805–812. <https://doi.org/10.1289/ehp.1510037>
- AL-Nassar, F., Ruparathna, R., Chhipi-Shrestha, G., Haider, H., Hewage, K., & Sadiq, R. (2016). Sustainability assessment framework for low rise commercial buildings: life cycle impact index-based approach. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 18(8), 2579–2590. <https://doi.org/10.1007/s10098-016-1168-1>
- Alves, J. L., Borges, I. B., & De Nadai, J. (2021). Sustainability in complex projects of civil construction: Bibliometric and bibliographic review. *Gestao e Producao*, 28(4), 1–21. <https://doi.org/10.1590/1806-9649-2020v28e5389>
- Aslam, M. S., Huang, B., & Cui, L. (2020). Review of construction and demolition waste management in China and USA. *Journal of Environmental Management*, 264(November 2019), 110445. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110445>
- Bartie, N. J., Cobos-Becerra, Y. L., Fröhling, M., Schlatmann, R., & Reuter, M. A. (2021). The resources, exergetic and environmental footprint of the silicon photovoltaic circular economy: Assessment and opportunities. *Resources, Conservation and Recycling*, 169(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105516>
- Bi, Z., Zhang, Y., Shi, P., Zhang, X., Shan, Z., & Ren, L. (2021). The impact of land use and socio-economic factors on ammonia nitrogen pollution in Weihe River watershed, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(14), 17659–17674. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11960-0>

- Cambier, C., Galle, W., & De Temmerman, N. (2021). Expandable houses: An explorative life cycle cost analysis. *Sustainability (Switzerland)*, 13(12), 1–28. <https://doi.org/10.3390/su13126974>
- Carreras, J., Pozo, C., Boer, D., Guillén-Gosálbez, G., Caballero, J. A., Ruiz-Femenia, R., & Jiménez, L. (2016). Systematic approach for the life cycle multi-objective optimization of buildings combining objective reduction and surrogate modeling. *Energy and Buildings*, 130, 506–518. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.07.062>
- Castleton, H. F., Stovin, V., Beck, S. B. M., & Davison, J. B. (2010). Green roofs; Building energy savings and the potential for retrofit. *Energy and Buildings*, 42(10), 1582–1591. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2010.05.004>
- Chan, J., Bachmann, C., & Haas, C. (2020). Potential economic and energy impacts of substituting adaptive reuse for new building construction: A case study of Ontario. *Journal of Cleaner Production*, 259, 120939. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120939>
- Chang, R. D., Soebarto, V., Zhao, Z. Y., & Zillante, G. (2016). Facilitating the transition to sustainable construction: China's policies. *Journal of Cleaner Production*, 131, 534–544. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.147>
- Chen, Y., & Luo, L. (2020). Analysis of environmental benefits of green buildings from the perspective of carbon emissions. *E3S Web of Conferences*, 145. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014502054>
- Divyadarshi, A., Tiwari, P., Sharma, B., Prava Samal, K., Washington, G., MTEch Student, D., Student, Bt., & Professor, A. (2018). Energy Consumption and Efficiency in Green Buildings. *IJSRD-International Journal for Scientific Research & Development*, 5(January), 2321–0613. <https://www.researchgate.net/publication/322273339>
- Doan, D. T., Ghaffarianhoseini, A., Naismith, N., Zhang, T., Ghaffarianhoseini, A., & Tookey, J. (2017). A critical comparison of green building rating systems. *Building and Environment*, 123, 243–260. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.07.007>
- Dörny, S., & Schulz, C. (2018). Green financing, interrupted. Potential directions for sustainable finance in Luxembourg. *Local Environment*, 23(7), 717–733. <https://doi.org/10.1080/13549839.2018.1428792>
- Eberhardt, L. C. M., Birgisdottir, H., & Birkved, M. (2019). Potential of Circular Economy in Sustainable Buildings. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 471(9). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/471/9/092051>
- Eichholtz, P., Kok, N., & Quigley, J. M. (2010). Doing well by doing good? Green office buildings. *American Economic Review*, 100(5), 2492–2509. <https://doi.org/10.1257/aer.100.5.2492>
- Eichholtz, P., Kok, N., & Quigley, J. M. (2013). The Economics of Green Building - Corporate Engagement. *Review of Economics and Statistics*, 95(1), 50–63. <http://www.corporate-engagement.com/research/21>
- Fishman, T., Heeren, N., Pauliuk, S., Berrill, P., Tu, Q., Wolfram, P., & Hertwich, E. G. (2021). A comprehensive set of global scenarios of housing, mobility, and material efficiency for material cycles and energy systems modeling. *Journal of Industrial Ecology*, 25(2), 305–320. <https://doi.org/10.1111/jiec.13122>
- Foster, G. (2020). Circular economy strategies for adaptive reuse of cultural heritage buildings to reduce environmental impacts. *Resources, Conservation and Recycling*, 152, 104507. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104507>
- Gaballo, M., Mecca, B., & Abastante, F. (2021). Adaptive reuse and sustainability protocols in Italy: Relationship with circular economy. *Sustainability (Switzerland)*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/su13148077>
- Gall, M., Wiener, M., Chagas de Oliveira, C., Lang, R. W., & Hansen, E. G. (2020). Building a circular plastics economy with informal waste pickers: Recyclate quality,

- business model, and societal impacts. *Resources, Conservation and Recycling*, 156(November 2018), 104685. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104685>
- Gan, V. J. L., Lo, I. M. C., Ma, J., Tse, K. T., Cheng, J. C. P., & Chan, C. M. (2020). Simulation optimisation towards energy efficient green buildings: Current status and future trends. *Journal of Cleaner Production*, 254, 120012. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120012>
- Ghisellini, P., Ripa, M., & Ulgiati, S. (2018). Exploring environmental and economic costs and benefits of a circular economy approach to the construction and demolition sector. A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 618–643. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.207>
- Glavi, P. ;, Lesjak, M. ;, Hirsbak, S., Glavič, P., & Lesjak, M. (2012). European Training Course on Eco-Efficiency. *Paper Presented at 15th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production, Bregenz, Austria*. www.prepare-net.com
- González, A., Sendra, C., Herena, A., Rosquillas, M., & Vaz, D. (2021). Methodology to assess the circularity in building construction and refurbishment activities. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 12, 200051. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2021.200051>
- Guardigli, L., Monari, F., & Bragadin, M. A. (2011). Assessing environmental impact of green buildings through LCA methods: A comparison between reinforced concrete and wood structures in the European context. *Procedia Engineering*, 21, 1199–1206. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.2131>
- Hafez, F. S., Sa'di, B., Safa-Gamal, M., Taufiq-Yap, Y. H., Alrifaiy, M., Seyedmahmoudian, M., Stojcevski, A., Horan, B., & Mekhilef, S. (2023). Energy Efficiency in Sustainable Buildings: A Systematic Review with Taxonomy, Challenges, Motivations, Methodological Aspects, Recommendations, and Pathways for Future Research. *Energy Strategy Reviews*, 45(October 2022). <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.101013>
- Hernández-Delgado, E. A. (2015). The emerging threats of climate change on tropical coastal ecosystem services, public health, local economies and livelihood sustainability of small islands: Cumulative impacts and synergies. *Marine Pollution Bulletin*, 101(1), 5–28. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.09.018>
- Hossain, M. S., Fakhruddin, A. N. M., Chowdhury, M. A. Z., & Gan, S. H. (2016). Impact of ship-breaking activities on the coastal environment of Bangladesh and a management system for its sustainability. *Environmental Science and Policy*, 60, 84–94. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.03.005>
- Hu, R. (2019). The state of smart cities in China: The case of Shenzhen. *Energies*, 12(22). <https://doi.org/10.3390/en12224375>
- Huang, N., Bai, L., Wang, H., Du, Q., Shao, L., & Li, J. (2018). Social network analysis of factors influencing green building development in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph15122684>
- Hwang, B. G., & Ng, W. J. (2013). Project management knowledge and skills for green construction: Overcoming challenges. *International Journal of Project Management*, 31(2), 272–284. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.05.004>
- Hwang, B. G., & Tan, J. S. (2012). Green building project management: Obstacles and solutions for sustainable development. *Sustainable Development*, 20(5), 335–349. <https://doi.org/10.1002/sd.492>
- Invidiata, A., Lavagna, M., & Ghisi, E. (2018). Selecting design strategies using multi-criteria decision making to improve the sustainability of buildings. *Building and Environment*, 139, 58–68. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.041>

- Iodice, S., Garbarino, E., Cerreta, M., & Tonini, D. (2021). Sustainability assessment of Construction and Demolition Waste management applied to an Italian case. *Waste Management*, 128(2021), 83–98. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.031>
- Isopescu, D. N. (2018). The impact of green building principles in the sustainable development of the built environment. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 399(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/399/1/012026>
- Jaffal, I., Ouldboukhitine, S. E., & Belarbi, R. (2012). A comprehensive study of the impact of green roofs on building energy performance. *Renewable Energy*, 43, 157–164. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2011.12.004>
- Karakhan, A. A., & Gambatese, J. A. (2017). Identification, Quantification, and Classification of Potential Safety Risk for Sustainable Construction in the United States. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(7). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001302](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001302)
- Kee, T., & Chau, K. W. (2020). Economic sustainability of heritage conservation in Hong Kong: The impact of heritage buildings on adjacent property prices. *Sustainable Development*, 28(1), 308–319. <https://doi.org/10.1002/sd.2004>
- Khan, I. (2020). Impacts of energy decentralization viewed through the lens of the energy cultures framework: Solar home systems in the developing economies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 119(November), 109576. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109576>
- Khawaja, M., Di Milano, P., Le Trung, N., Beyranvand, E., Bucchi, D., Singh, A., & Alam, A. A. (2018). Approaching a nearly zero-energy building in integrated building design by using green roof and double skin façade as major energy saving strategies Integrated Building design View project Building energy modelling and envelope design View project Approac. *Integrated Building Design*, November. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10839.32163>
- Khoshnava, S. M., Rostami, R., Zin, R. M., Štreimikienė, D., Mardani, A., & Ismail, M. (2020). The role of green building materials in reducing environmental and human health impacts. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7). <https://doi.org/10.3390/ijerph17072589>
- Kondo, M. C., Fluehr, J. M., McKeon, T., & Branas, C. C. (2018). Urban green space and its impact on human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/ijerph15030445>
- Lee, S. (2020). Role of social and solidarity economy in localizing the sustainable development goals. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 27(1), 65–71. <https://doi.org/10.1080/13504509.2019.1670274>
- Lewandowski, K. (2025). *Modern Energy Sources for Sustainable Buildings : Innovations and Energy Efficiency in Green Construction*.
- Li, G., & Cui, L. (2017). Analysis of urban green building and sustainable development. *Agro Food Industry Hi-Tech*, 28(3), 1031–1035.
- Li, Y., Yang, L., He, B., & Zhao, D. (2014). Green building in China: Needs great promotion. *Sustainable Cities and Society*, 11, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2013.10.002>
- Li, Y., Ding, R., Cui, L., Lei, Z., & Mou, J. (2019). The impact of sharing economy practices on sustainability performance in the Chinese construction industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 150(December 2018), 104409. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104409>
- Liu, T., Chen, L., Yang, M., Sandanayake, M., Miao, P., Shi, Y., & Yap, P. S. (2022). Sustainability Considerations of Green Buildings: A Detailed Overview on Current Advancements and Future Considerations. *Sustainability (Switzerland)*, 14(21), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su142114393>

- Liu, Z. J., Pyplacz, P., Ermakova, M., & Konev, P. (2020). Sustainable construction as a competitive advantage. *Sustainability (Switzerland)*, 12(15). <https://doi.org/10.3390/SU12155946>
- López-Avilés, A., Veldhuis, A. J., Leach, M., & Yang, A. (2019). Sustainable energy opportunities in localised food production and transportation: A case study of bread in the UK. *Sustainable Production and Consumption*, 20, 98–116. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2019.05.004>
- Lu, Y., Wu, Z., Chang, R., & Li, Y. (2017). Building Information Modeling (BIM) for green buildings: A critical review and future directions. *Automation in Construction*, 83(February), 134–148. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.08.024>
- Macedo, D., Mori Junior, R., & Pimentel Mizusaki, A. M. (2017). Sustainability strategies for dimension stones industry based on Northwest region of Espírito Santo State, Brazil. *Resources Policy*, 52(October 2016), 207–216. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2017.03.005>
- Manandhar, R., Kim, J. H., & Kim, J. T. (2019). Environmental, social and economic sustainability of bamboo and bamboo-based construction materials in buildings. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 18(2), 52–62. <https://doi.org/10.1080/13467581.2019.1595629>
- Mancini, L., & Nuss, P. (2020). Responsible materials management for a resource-efficient and low-carbon society. *Resources*, 9(6), 1–14. <https://doi.org/10.3390/RESOURCES9060068>
- Manso, M., & Castro-Gomes, J. (2015). Green wall systems: A review of their characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 863–871. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.203>
- Markevych, I., Schoierer, J., Hartig, T., Chudnovsky, A., Hystad, P., Dzhambov, A. M., de Vries, S., Triguero-Mas, M., Brauer, M., Nieuwenhuijsen, M. J., Lupp, G., Richardson, E. A., Astell-Burt, T., Dimitrova, D., Feng, X., Sadeh, M., Standl, M., Heinrich, J., & Fuertes, E. (2017). Exploring pathways linking greenspace to health: Theoretical and methodological guidance. *Environmental Research*, 158(February), 301–317. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.06.028>
- Mendoza, J. M. F., Gallego-Schmid, A., & Azapagic, A. (2019). Building a business case for implementation of a circular economy in higher education institutions. *Journal of Cleaner Production*, 220, 553–567. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.045>
- Millward-Hopkins, J., Busch, J., Purnell, P., Zwirner, O., Velis, C. A., Brown, A., Hahladakis, J., & Iacovidou, E. (2018). Fully integrated modelling for sustainability assessment of resource recovery from waste. *Science of the Total Environment*, 612, 613–624. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.211>
- Mohajerani, A., Burnett, L., Smith, J. V., Markovski, S., Rodwell, G., Rahman, M. T., Kurmus, H., Mirzababaei, M., Arulrajah, A., Horpibulsuk, S., & Maghool, F. (2020). Recycling waste rubber tyres in construction materials and associated environmental considerations: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 155(August 2019), 104679. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104679>
- Mohanty, S. P., Choppali, U., & Kougianos, E. (2016). Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of things is the backbone. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 5(3), 60–70. <https://doi.org/10.1109/mce.2016.2556879>
- Mostafavi, F., Tahsildoost, M., & Zomorodian, Z. S. (2021). Energy efficiency and carbon emission in high-rise buildings: A review (2005-2020). *Building and Environment*, 206(August), 108329. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108329>
- Neri, M., Pilotelli, M., Traversi, M., Levi, E., Piana, E. A., Bannó, M., Cuerva, E., Pujadas, P., & Guardo, A. (2021). Conversion of end-of-life household materials into building insulating low-cost solutions for the development of vulnerable contexts: Review and

- outlook towards a circular and sustainable economy. *Sustainability (Switzerland)*, 13(8), 1–21. <https://doi.org/10.3390/su13084397>
- Nguyen, T. A., & Aiello, M. (2013). Energy intelligent buildings based on user activity: A survey. *Energy and Buildings*, 56, 244–257. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.09.005>
- Nigra, M., & Dimitrijevic, B. (2018). Is radical innovation in architecture crucial to sustainability? Lessons from three Scottish contemporary buildings. *Architectural Engineering and Design Management*, 14(4), 272–291. <https://doi.org/10.1080/17452007.2018.1465392>
- Olubunmi, O. A., Xia, P. B., & Skitmore, M. (2016). Green building incentives: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1611–1621. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.028>
- Onat, N. C., Kucukvar, M., Tatari, O., & Egilmez, G. (2016). Integration of system dynamics approach toward deepening and broadening the life cycle sustainability assessment framework: a case for electric vehicles. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 21(7), 1009–1034. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1070-4>
- Pai, J. Te, Hu, D., & Liao, W. W. (2018). Research on eco-efficiency of industrial parks in Taiwan. *Energy Procedia*, 152, 691–697. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.09.232>
- Panigrahi, S. S., Bahinipati, B., & Jain, V. (2019). Sustainable supply chain management: A review of literature and implications for future research. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 30(5), 1001–1049. <https://doi.org/10.1108/MEQ-01-2018-0003>
- Perotti, S., & Colicchia, C. (2023). Greening warehouses through energy efficiency and environmental impact reduction: a conceptual framework based on a systematic literature review. *International Journal of Logistics Management*, 34(7), 199–234. <https://doi.org/10.1108/IJLM-02-2022-0086>
- Petrovic, B., Myhren, J. A., Zhang, X., Wallhagen, M., & Eriksson, O. (2019). Life cycle assessment of building materials for a single-family house in Sweden. *Energy Procedia*, 158, 3547–3552. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2019.01.913>
- Robichaud, L. B., & Anantatmula, V. S. (2011). Greening Project Management Practices for Sustainable Construction. *Journal of Management in Engineering*, 27(1), 48–57. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)me.1943-5479.0000030](https://doi.org/10.1061/(asce)me.1943-5479.0000030)
- Rowe, D. B. (2011). Green roofs as a means of pollution abatement. *Environmental Pollution*, 159(8–9), 2100–2110. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.029>
- Sadineni, S. B., Madala, S., & Boehm, R. F. (2011). Passive building energy savings: A review of building envelope components. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(8), 3617–3631. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.014>
- Salzer, C., Wallbaum, H., Ostermeyer, Y., & Kono, J. (2017). Environmental performance of social housing in emerging economies: life cycle assessment of conventional and alternative construction methods in the Philippines. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 22(11), 1785–1801. <https://doi.org/10.1007/s11367-017-1362-3>
- Santamouris, M. (2014). Cooling the cities - A review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. *Solar Energy*, 103, 682–703. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>
- Santoyo-Castelazo, E., Solano-Olivares, K., Martínez, E., García, E. O., & Santoyo, E. (2021). Life cycle assessment for a grid-connected multi-crystalline silicon photovoltaic system of 3 kWp: A case study for Mexico. *Journal of Cleaner Production*, 316(June), 128314. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128314>
- Sayigh, A. (2024). *Solar and Wind Energy Will Supply More than 50% of World Electricity by 2030*. https://doi.org/10.1007/978-3-031-61660-0_22

- Schlanbusch, R. D., Fufa, S. M., Häkkinen, T., Vares, S., Birgisdottir, H., & Ylmén, P. (2016). Experiences with LCA in the Nordic Building Industry - Challenges, Needs and Solutions. *Energy Procedia*, 96(1876), 82–93. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.106>
- Shen, Y., & Faure, M. (2021). Green building in China. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 21(2), 183–199. <https://doi.org/10.1007/s10784-020-09495-3>
- Shraddha Pandey. (2015). Impact of Green Building Rating Systems on the Sustainability and Efficacy of Green Buildings Case Analysis of Green Building Index , Malaysia. *MIT-UTM Malaysia Sustainable Cities Program*, 1–10.
- Sinha, A., Gupta, R., & Kutnar, A. (2013). Održivi razvoj i zelena gradnja. *Drvena Industrija*, 64(1), 45–53. <https://doi.org/10.5552/drind.2013.1205>
- Susca, T., Gaffin, S. R., & Dell’Osso, G. R. (2011). Positive effects of vegetation: Urban heat island and green roofs. *Environmental Pollution*, 159(8–9), 2119–2126. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.03.007>
- Utsev, T., Tiza, M., Sani, H. A., & Sesugh, T. (2022). Sustainability in the civil engineering and construction industry: A review. *Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies*, 7(1), 30–39. <https://doi.org/10.14744/jscmt.2022.11>
- Uusitalo, T., Rana, P., Granados, M. H., & Macchi, M. (2017). *Value Networks in Manufacturing*. 27–41. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-27799-8>
- Valdivia, S., Backes, J. G., Traverso, M., Sonnemann, G., Cucurachi, S., Guinée, J. B., Schaubroeck, T., Finkbeiner, M., Leroy-Parmentier, N., Ugaya, C., Peña, C., Zamagni, A., Inaba, A., Amaral, M., Berger, M., Dvarionienė, J., Vakhitova, T., Benoit-Norris, C., Prox, M., .. Goedkoop, M. (2021). Principles for the application of life cycle sustainability assessment. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 26(9), 1900–1905. <https://doi.org/10.1007/s11367-021-01958-2>
- Vijayaraghavan, K. (2016). Green roofs: A critical review on the role of components, benefits, limitations and trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 740–752. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.119>
- Vyas, G. S., Jha, K. N., & Rajhans, N. R. (2019). Identifying and evaluating green building attributes by environment, social, and economic pillars of sustainability. *Civil Engineering and Environmental Systems*, 36(2–4), 133–148. <https://doi.org/10.1080/10286608.2019.1672164>
- Wan, S., Ding, G., Runeson, G., & Liu, Y. (2022). Sustainable Buildings’ Energy-Efficient Retrofitting: A Study of Large Office Buildings in Beijing. *Sustainability (Switzerland)*, 14(2), 1–24. <https://doi.org/10.3390/su14021021>