

STUDI LITERATUR PERKEMBANGAN *GREEN BUILDING* DI INDONESIA

Kadek Bayu Widiarsa¹, INS Kumara², Rukmi Sari Hartati³

^{1,2}. Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta 80361, Bali

e-mail: ¹)bayu.wdhearsa@gmail.com, ²)satya.kumara@unud.ac.id, ³)rukmisari@unud.ac.id

ABSTRAK

Green building adalah salah satu alternatif untuk mengantisipasi kerusakan bumi akibat aktifitas pembangunan. Penelitian ini mereview perkembangan *green building* di Indonesia dengan menggunakan metode sistematis literatur. Telaah yang dilakukan mencakup regulasi, riset, dan penerapan *green building* di Indonesia. Perkembangan regulasi pemerintah tentang *green building* yang menyaratkan agar setiap bangunan memenuhi kriteria *green building*. Bangunan yang sudah bersertifikat *green building* hingga tahun 2018 sebanyak 20 bangunan dengan katagori *gold* hingga *platinum*. Riset bidang *green building* juga sudah berkembang dengan dengan publikasi ilmiah sebanyak 53 paper. Dari tinjauan mutakhir tersebut diperoleh bahwa penerapan *green building* di Indonesia telah dilakukan pada berbagai aspek bangunan. Ke depan, diperlukan kebijakan strategis dan regulasi di tingkat nasional dan regional yang saling terintegrasi untuk menerapkan bangunan hijau secara menyeluruh di Indonesia.

Kata kunci: *Bangunan hijau, pembangunan berkelanjutan, regulasi*

ABSTRACT

Green building is an alternative to anticipate damage to the earth due to development activities. This study reviews the development of *green building* in Indonesia with a systematic literature method. The review that was carried out included regulations, implementation and implementation of *green building* in Indonesia. The development of government regulations on *green buildings* requires that every building meet the criteria of a *green building*. There are 20 buildings that have been certified *green building* by 2018 with the gold to platinum category. Research in the field of *green building* has also developed with 53 scientific publications. From the latest reviews, it is found that the implementation of *green building* in Indonesia has been carried out in various aspects of the building. In the future, policies and regulations at the national and regional levels are integrated with each other to implement *green building* comprehensively in Indonesia.

1. PENDAHULUAN

Peningkatan aktivitas manusia dan perubahan iklim membawa dampak pemanasan global bagi lingkungan hidup. Peningkatan suhu rata-rata global disebabkan karena efek rumah kaca, yakni meningkatnya gas-gas rumah kaca karna kegiatan manusia. Kandungan karbondioksida di udara cenderung meningkat, terutama dari pertengahan abad ke-20 yang diiringi dengan revolusi industri[1]. Persoalan lingkungan ini mendorong tingkat kesadaran global mengenai lingkungan yang digencarkan di seluruh dunia. Berbagai upaya dan inovasi diciptakan guna mencegah dampak yang lebih serius terhadap kerusakan bumi, salah satunya dalam sektor bangunan.

Sektor bangunan turut menyumbang terjadinya isu kerusakan lingkungan dan perubahan iklim melalui

emisi karbon yang dihasilkan secara signifikan. Sektor pembangunan menghasilkan emisi gas CO₂ mencapai 34% [2]. Observasi *Green Building Council Indonesia* atau GBCI (2013) mencatat sekitar 30% sampai 40% emisi karbondioksida dihasilkan oleh bangunan. Dengan demikian, bangunan memiliki andil yang cukup besar pada proses kerusakan lingkungan.

Salah satu alternatif yang dikembangkan untuk menanggulangi kerusakan alam secara efektif yakni dengan implementasi konsep bangunan hijau atau *green building*. Konsep *green* diaplikasikan pada kegiatan yang berorientasi *zero energy use* dan penggunaan energi terbarukan. Bangunan hijau sangat memerhatikan aspek lingkungan dari awal pembangunannya hingga akhir, mulai perencanaan, pembangunan, pengoperasian, sampai dengan operasional pemeliharaannya (4). Salah satu aspek

yang ditekankan yakni penggunaan material yang memanfaatkan material yang ramah lingkungan dan hemat energi.

Konsep *green building* telah berkembang dan diterapkan di berbagai negara dunia, termasuk kota-kota seperti Jakarta, Surabaya, dan Yogyakarta. Sebagai langkah untuk mendukung aplikasi bangunan hijau di Indonesia, pemerintah telah menerapkan berbagai regulasi terkait *green building*. Salahsatunya melalui Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Gedung Hijau. Meskipun demikian, konsep *green building* belum berjalan seperti yang diharapkan [1]. Penerapan konsep *green building* yang berjalan lambat, salah satunya dikarenakan minimnya minat untuk berinvestasi dari para pengembang pada pembangunan bangunan berkonsep *green building* sebab dugaan kebutuhan biaya yang besar [5].

Berbagai penelitian telah dilakukan dalam menganalisis terkait penerapan *green building* di Indonesia. Namun, perlu adanya kajian yang secara komprehensif mengkaji tentang perkembangan *green building* di Indonesia, baik dari segi regulasi, perkembangan saat ini, hingga potensi dan peluang pengembangan implementasi *green building* yang dilakukan oleh pemerintah atau pihak-pihak lainnya.

Tujuan penelitian ini yakni mendeskripsikan perkembangan *green building* di Indonesia. Untuk menggapai tujuan tersebut, maka dilakukan tinjauan sistematis literatur, termasuk regulasi dan perkembangan penerapan *green building* di Indonesia. Sehingga dapat diketahui penelitian atau penerapan seperti apa yang dapat dilakukan oleh pemerintah di masa depan untuk mengembangkan *green building* di Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

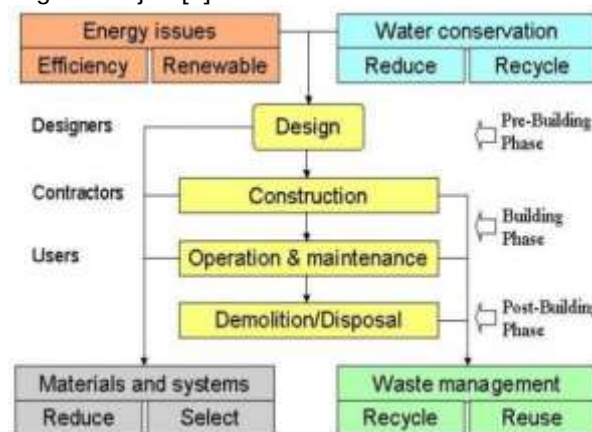
2.1 Green Building

Green building diartikan sebagai perubahan yang disengaja terhadap suatu situs dengan cara meningkatkan, menanam, atau membuat struktur yang secara ideal meningkatkan level ekosistem pada situs tersebut[6]. Merujuk pada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 02/PRT/M/2015, bangunan gedung hijau ialah gedung yang memiliki pemenuhan syarat bangunan gedung serta kinerja yang secara signifikan terukur dari aspek hemat air, energi, dan sumber daya lain melalui implementasi prinsip bangunan gedung hijau. Diterapkannya konsep *green building* menunjukkan bahwa perbaikan perilaku dan teknologi pada bangunan mampu memberikan dampak signifikan untuk mengatasi pemanasan global [7].

Enam parameter yang ditetapkan oleh GBCI untuk mencirikan bangunan hijau di Indonesia yakni tepat guna lahan, efisiensi energi dan refrigeran, konservasi air, sumber daya dan siklus material, kualitas dan kenyamanan udara, serta manajemen lingkungan bangunan [8]. Pada sisi lain, Kementerian

Lingkungan Hidup menetapkan parameter bangunan hijau yang mencakup aspek material bangunan ramah lingkungan, konservasi sumber daya air, konservasi dan diversifikasi energi, bahan yang bukan merusak ozon, pengelolaan air limbah domestik, pemilahan sampah, kesehatan bagi penghuninya, dan pengelolaan atapap berkelanjutan.

Berikut bagan yang menjelaskan perihal konsep bangunan hijau [9]:



Gambar 1. Kerangka Konsep Bangunan Hijau [9]

Pada gambar 1 dijelaskan bahwa tiga pelaku utama dalam pembangunan *green building* ialah perancang, kontraktor, dan pengguna. Sedangkan empat aspek yang membangun *green building* yaitu energi, konservasi air, material dan sistem, serta manajemen limbah. Keempat aspek tersebut diaplikasikan kedalam tahapan bangunan mulai dari perancangan, pembangunan, operasional hingga penghancuran bangunan. Pada keempat tahapan tersebut, penting untuk mempertimbangkan aspek regulasi yang ditetapkan oleh pemerintah untuk mengatur pembangunan bangunan hijau di Indonesia[9].

2.2 Regulasi Pemerintah

Pemerintah mempunyai andil dalam menunjang berlangsungnya konsep *green building* di Indonesia. Beberapa regulasi yang diundangkan dan ditetapkan untuk mengatur *green building* di Indonesia antara lain:

1. Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan.
2. Undang-Undang Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi
3. Instruksi Presiden Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2011 tentang Penghematan Energi dan Air
4. Peraturan Gubernur DKI Jakarta Nomor 38 Tahun 2012 tentang Bangunan Hijau
5. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 8 Tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan
6. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 02/PRT/M/2015 tentang Bangunan Gedung Hijau

Indonesia telah bergabung menjadi anggota *World Green Building Council* (WGBC) dengan keanggotaan *Green Building Council Indonesia* (GBCI). Berbagai cara telah ditempuh oleh pemerintah untuk mendukung implementasi *green building*, antara lain melalui peraturan Gubernur, Menteri, hingga Presiden. Salahsatunya tertuang dalam Rencana Aksi Nasional yang diluncurkan dengan berbagai target. Juga gagasan program bangun praja pada tahun 2002 sebagai konsep kota berkelanjutan sebagai langkah pemerintah untuk memfokuskan perhatian pada isu-isu lingkungan [1].

2.3 Sertifikasi *Green Building*

Sebuah bangunan dapat disebut sebagai bangunan hijau atau *green building* jika telah memenuhi persyaratan tertentu atau yang biasa dikenal dengan sertifikasi atau rating. Sistem rating ialah penilaian menggunakan instrumen pengukuran indikator tertentu pada aspek-aspek bangunan *green building* yang telah ditetapkan. Jika jumlah seluruh nilai suatu bangunan telah berhasil dikumpulkan dan mencapai jumlah yang ditentukan, maka bangunan tersebut dapat disertifikasi sesuai tingkatan sertifikasinya[10].

Penilaian sertifikasi di Indonesia meliputi jenis bangunan yang sudah dimanfaatkan, bangunan baru, dan ruang interior dengan perangkat nilai yang berbeda satu sama lain. Setelah memenuhi persyaratan *green building*, maka bangunan yang disertifikasi akan memperoleh sertifikat *greenship*. Sistem rating di Indonesia disusun oleh GBCI yang merupakan organisasi independen dan nirlaba yang berkomitmen pada implementasi praktik pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Pada *Greenship Rating Tools* Terdapat peringkat yang dicapai sesuai persentase dan Point yang dicapai terhadap total point yaitu Bronze (36%), Silver (43 %), Gold (57 %), dan Platinum (73 %).

Berikut merupakan enam item penilaian dalam sertifikasi *green building* oleh GBCI (2020):

- 1) Kesesuaian tata guna lahan
- 2) Efisiensi dan konservasi energi
- 3) Konservasi air
- 4) Sumber dan siklus material
- 5) Kualitas udara dan kenyamanan ruang
- 6) Manajemen lingkungan bangunan

2.4 Pembangunan Berkelanjutan

Paradigma pembangunan yang berkelanjutan sebenarnya telah didengungkan sejak 972 setelah KTT Bumi pertama. Isu lingkungan menjadi agenda internasional tentang urgensi membangun lingkungan guna mendorong peningkatan kualitas idup manusia. Komitmen tersebut diperkuat kembali pada KTT Bumi Ketiga di Brazil pada 2012. Pertemuan tersebut menghasilkan dokumen *The Future We Want*, antara lain a) Ekonomi hijau dalam konteks pembangunan berkelanjutan dan pengentasan kemiskinan; b) Pengembangan

kerangka kelembagaan pembangunan berkelanjutan, dan c) Kerangka aksi dan instrumen pelaksanaan pembangunan berkelanjutan. Tiga isu utama tersebut rencana penerapan pembangunan berkelanjutan. Indonesia turut berperan aktif dalam proses pelaksanaan pembangunan berkelanjutan di mancanegara.

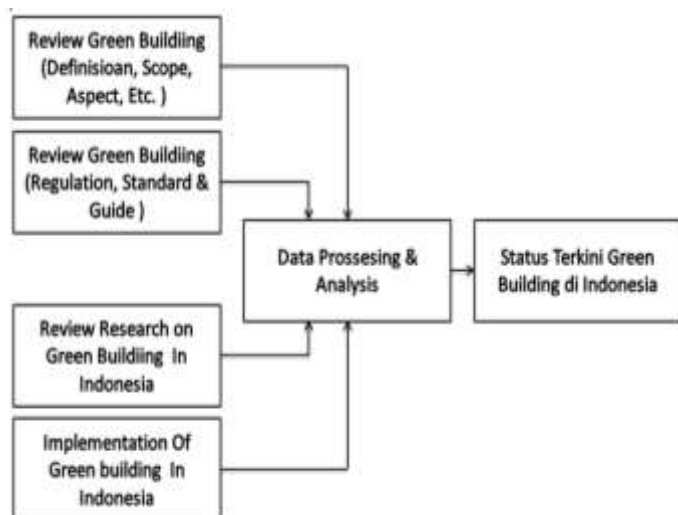
Pembangunan berkelanjutan menimbulkan esensi yakni internalisasi dampak setiap keputusan ekonomi dan sosial pada lingkungan hidup. Hal ini berarti segala perbuatan ekonomi dan sosial perlu mempertimbangkan dampaknya pada kondisi lingkungan hidup dengan tujuan menjaga lingkungan dapat senantiasa melaksanakan fungsinya dalam menyongkong kehidupan sekarang dan di masa mendatang [12].

3 METODE PENELITIAN

Model yang dipakai pada studi ini yakni studi literatur dengan tujuan untuk memperjelas konsep, aspek pengaplikasian, regulasi, perkembangan, serta rencana pengembangan penerapan *green building* di Indonesia.

Data-data untuk menunjang pemaparan hasil studi ini dikumpulkan dari data sekunder, mencakup studi terdahulu, dokumen regulasi pemerintah, buku, jurnal, prosiding, internet, serta sumber informasi lainnya yang membahas *green building*, juga dengan penerapan yang bangunan hijau yang sudah berkembang di Indonesia. Data yang dikumpulkan seperti pengertian, ruang lingkup dan aspek *green building*, dan perkembangan regulasi, standar dari aspek *green building* di Indonesia hingga penerapan *green building* yang kemudian dianalisis hingga mendapatkan hasil status bangunan hijau di Indonesia

Kata kunci yang diterapkan dalam penelusuran literatur yakni: bangunan hijau, *green building*, perkembangan, penerapan, dan Indonesia. Kriteria yang ditetapkan bagi studi terdahulu yakni penelitian dalam bentuk jurnal yang diterbitkan dengan subjek relevan yakni penerapan dan perkembangan *green building* di Indonesia. Berikut adalah kerangka pemikiran studi.



Gambar 2. Kerangka Pemikiran Penelitian

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perkembangan Regulasi Pemerintah tentang *Green Building* di Indonesia

Peraturan pemerintah telah mengatur keenam aspek *green building* di Indonesia. Pertama, kajian aspek tepat guna lahan menurut UU Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung Nomor dan UU 26 Tahun 2007 tentang penataan ruang dan gedung, bahwa suatu bangunan dibangun harus disesuaikan dengan peruntukan gedung tersebut. Tepat guna lahan diaplikasikan untuk menciptakan pembangunan yang berkelanjutan, sebagaimana diatur dalam UU Nomor 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan dan Perlindungan Lingkungan. Dalam UU Penataan Ruang disebutkan perlunya penataan ruang yang harmonis dengan lingkungan, baik alami maupun buatan. Perlu juga dibuat Ruang Terbuka Hijau (RTH) di dalam kota dengan proporsi luas minimal 30%. Adapun transportasi alternatif juga diatur dalam regulasi tersebut.

Kedua, peraturan efisiensi energi dan refrigeran telah diregulasikan melalui UU Nomor 30 Tahun 2007 tentang Energi dan Permen ESDM Nomor 14 Tahun 2012 Tentang Manajemen Energi, PP Nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, Inpres Nomor 13 Tahun 2011 tentang Penghematan Energi dan Air, dan lainnya. Penggunaan energi lebih dari 6000 ton minyak per tahun wajib melaksanakan manajemen energi.

Ketiga, konservasi air diatur dalam UU No 7 Tahun 2014 tentang Sumber Daya Air, PP Nomor 42 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sumber Daya Air, Inpres Nomor 2 Tahun 2008 tentang Penghematan Energi dan Air, dan lainnya. Pada regulasi ini telah diatur rincian penghematan air seperti peralatan saniter, perhitungan kebutuhan air, dan meterair. Instalasi tangki penyimpanan air hujan juga ditetapkan berkapasitas 50% dari jumlah air hujan yang jatuh sesuai curah hujan tahunan menurut BMK. Adapun sumber air yang digunakan seluruhnya tidak

diperkenankan berasal dari sumber air tanah dan/atau PDAM.

Keempat, pengaturan tentang sumber dan siklus material belum terakomodasi secara komprehensif karena cakupan material yang terlalu luas. Salah satu material yang telah diatur yakni bahan perusak ozon atau refrigeran. Pengaturan tersebut disebabkan pentingnya lapisan ozon bagi kehidupan di bumi yang harus senantiasa dijaga. Material lainnya seperti bahan bangunan tidak secara spesifik diatur karena sifatnya yang khusus.

Kelima, kualitas dan kenyamanan udara diatur dalam UU Nomor 36 Tahun 2009 tentang Kesehatan, PP No 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara, dan lain sebagainya. Pemerintah mengatur agar setiap bangunan memiliki persyaratan kesehatan bagi penghuninya demi mewujudkan kualitas lingkungan yang sehat, baik sosial, biologi, kimia, maupun fisik. Pada Kepmenkes 1405 tahun 2002 diatur suhu ruangan secara umum 25 derajat celcius dengan kelembaban relatif 60%.

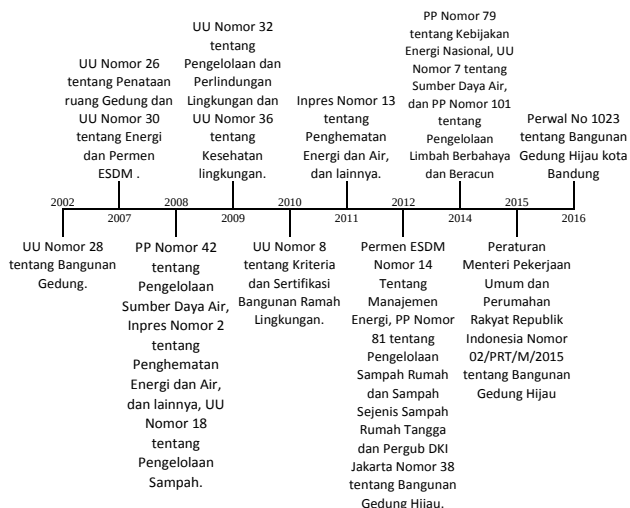
Keenam, manajemen lingkungan bangunan yang berkaitan dengan pengelolaan limbah. Regulasi yang berkaitan dengan ini yaitu UU No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, PP No 81 Tahun 2012 tentang Pengelolaan Sampah Rumah dan Sampah Sejenis Sampah Rumah Tangga, PP No 101 Tahun 2014 tentang Pengelolaan Limbah Berbahaya dan Beracun. Akan tetapi, tidak ada pengaturan yang berkaitan dengan tim proyek bangunan hijau, pelaksanaan, dan survei pengguna sebab sifatnya mendetail.

Ditinjau dari pemberlakuan peraturan yang diterapkan, Indonesia memiliki regulasi terkait bangunan hijau. Permen Lingkungan Hidup No 8 Tahun 2010 tentang Kriteria dan Sertifikasi Bangunan Ramah Lingkungan. Regulasi ini memfokuskan pada sertifikasi serta kriteria yang diperlukan dalam pembangunan gedung ramah lingkungan. Perwal No 1023 Tahun 2016 tentang Bangunan Gedung Hijau kota Bandung, peraturan bangunan gedung hijau yang mewajibkan semua bangunan dari kecil, besar dari rumah sampai gedung untuk lulus sertifikasi hijau. Pergub DKI Jakarta Nomor 38 Tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau, Gubernur DKI Jakarta telah mengatur pengelolaan dan pembangunan bangunan hijau di Jakarta. Sehingga sejak 23 April 2013, bangunan di DKI Jakarta harus memenuhi persyaratan bangunan hijau, baik gedung baru maupun yang telah eksis. Hal ini menjadikan Jakarta sebagai kota pertama di Asia Pasifik yang mewajibkan pembangunan gedung ramah lingkungan [13].

Akan tetapi pada implementasinya, Pergub tersebut masih terhalang beberapa faktor, misalnya persoalan infrastruktur, ketersediaan air bersih, listrik, dan kurangnya sistem drainase di Jakarta. Permasalahan lainnya ialah transportasi umum yang belum memadai sehingga membuat masyarakat memilih kendaraan pribadi yang menimbulkan kemacetan.

Meskipun demikian, peraturan penerapan bangunan hijau sebagaimana diterapkan di DKI Jakarta semestinya diberlakukan secara nasional. Pemberlakuan tersebut juga memerlukan integrasi setiap bangunan dan kebijakan lingkungan yang berkonsep *green building* dan pembangunan berkelanjutan [14]. Maka dari itu, diperlukan kerja sama antara pemerintah lokal, daerah, dan nasional untuk secara bersama membangun *green building* demi pembangunan berkelanjutan.

Pada tahun 2010 Universitas Indonesia berinisiatif melakukan survei online mengenai lingkungan dan regulasi terkini yang berkaitan dengan Kampus Hijau yang berkelanjutan di Universitas di Indonesia bahkan dunia. Program penilaian ini diberi nama *UI Green Matric*. Dengan ini diharapkan para pemimpin universitas dan pemegang saham tertarik untuk memberi lebih banyak perhatian yang diberikan untuk memerangi perubahan iklim global, konservasi energi dan air, daur ulang limbah, dan transportasi hijau [22]. *UI Green Matric* juga telah merancang indikator dan kategori penilaian pemeringkatan agar dapat relevan bagi semua Universitas. Indikator tersebut dikemas menjadi sebuah buku yang dikembangkan dengan tema berbeda tiap tahunnya.



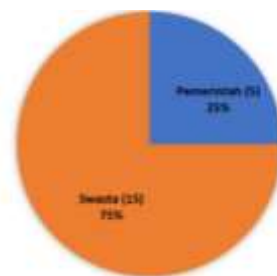
Gambar 3. Grafik Perkembangan regulas dan kebijakan tentang *green building* dari tahun ke tahun

4.2 Penerapan Aspek *Green Building* di Indonesia

Tabel 1. 20 bangunan sertifikasi sejak 2013 hingga 2018

No	NAMA GEDUNG	LOKASI/KOTA	PERINGKAT	JENIS GEDUNG	SERTIFIKASI GREENSHIP
1	AIA Central	Jakarta Selatan	Gold	Swasta / Perkantoran	New Building
2	Gedung Taraskita	Jakarta Timur	Gold	Perkantoran & Hotel	New Building
3	United Tractors Head Office	Jakarta	Platinum	Swasta / Perkantoran	New Building
4	Dusaspun Gunung Putri	Bogor	Platinum	Hotel / Apartement	New Building
5	PT AIA Financial	Jakarta	Platinum	Swasta	Interior Space
6	Distribution Center The Body Shop Indonesia	Jakarta Utara	Gold	Perkantoran	New Building
7	Gedung Waskita	Jakarta Timur	Gold	Pemerintah / perkantoran	Existing Building
8	Santa FE Indonesia Head Office	Jakarta	Gold	Perkantoran	New Building
9	Sequis Center	Jakarta	Gold	Swasta	Existing Building
10	Green Office Park 6	Tangerang	Gold	Perkantoran	New Building
11	Wisma Subyanto	Jakarta timur	Silver	Pemerintah	New Building
12	Main Office Building PT Holcim Indonesia Tuban	Tuban, Jawa timur	Gold	Perkantoran	New Building
13	Alamanda Tower	Jakarta Selatan	Gold	Swasta	New Building
14	PT L'oreal Indonesia	Jakarta	Platinum	Swasta	Interior Space
15	Gedung Pacific Place	Jakarta	Platinum	Mall	Existing Building
16	Kantor Bank Indonesia, Solo	Solo	Gold	Pemerintah / perkantoran	New Building
17	Kementrian PU	Jakarta	Platinum	Pemerintah / perkantoran	New Building
18	Graha Telkomsigma	Jakarta	Gold	Pemerintah / Perkantoran	Existing Building
19	Gedung Sampoerna Strategic Square PT Buana Sakti, Jakarta	Jakarta	Gold	Swasta/ Perkantoran	Existing Building
20	Menara BCA PT Grand Indonesai	Jakarta	Platinum	Pemerintah / perkantoran	Existing Building

Berdasarkan tabel 1 menyatakan bahwa sertifikasi bangunan hijau dari tahun 2013 hingga 2018 masih dalam sekitaran daerah ibukota Jakarta, hal tersebut dikarenakan adanya Pergub DKI Jakarta No 38 Tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau yang mengharuskan bangunan milik swasta maupun pemerintahan harus memenuhi persyaratan bangunan hijau. Peraturan tersebut belum diberlakukan secara nasional. Gambar 4 menunjukkan bahwa kebanyakan gedung hijau di daerah Jakarta didominasi oleh bangunan milik swasta yang telah tersertifikasi hingga 2018 sebanyak 15 gedung milik swasta dan 5 gedung milik pemerintah.



Gambar 4. Perbandingan jumlah gedung tersertifikasi dari kepemilikan swasta dan pemerintah

Menara BCA pada merupakan satu gedung di antara bangunan Grand Indonesia Shopping Town (GIST) yang telah bersertifikat platinum. Sebagaimana hasil penelitian, diketahui bahwa konsumsi energi listrik dari penggunaan gedung GIST mampu menghemat 35%. Penggunaan lampu LED juga menghemat listrik sebesar 70% dibanding lampu lain. Menara BCA ini merupakan gedung tinggi yang memanfaatkan sistem kaca ganda

(*double glazing*) di permukaan luar gedung sehingga beban pemanas dan AC jadi lebih hemat [10].

Bambu dapat digunakan sebagai material bangunan hijau yang terbarukan di Indonesia. Ketersediaan tumbuhan bambu di Indonesia yang merupakan negara tropis cukup banyak. Pemanfaatan material bambu sebagai bahan bangunan diterapkan di sekolah hijau yang ada di Bali[15]. Bambu selama ini dikenal sebagai material yang dipakai oleh masyarakat ekonomi bawah yang menyebabkan masyarakat ekonomi menengah kerap lebih memilih batu bata, baja, kaca, dan sebagainya. Kendati demikian, material bambu lebih ramah lingkungan, dan berkarakteristik kuat, fleksibel, keras, mudah dibentuk, dipisahkan, dan ringan, serta murah. Bambu dapat dijadikan sebagai material alternatif dalam mengurangi penggunaan material yang tidak terbarukan.

Green School didirikan pada Mei 2009 dengan jumlah murid 700 orang dari TK hingga SMA. Konstruksi sekolah didirikan dengan bahan organik dan memanfaatkan energi terbarukan seperti mikro hidropower, solar, dan biodiesel.



Gambar 5 *The Heart of Green School* [15]

Selain *Green School* di Bali, bangunan yang juga menerapkan konsep *green building* ialah Rumah Makan Bamboe Koenig di Bali yang memanfaatkan konstruksi bambu. Lokasi bangunan tersebut yakni di Ubud, Bali yang kerap dipakai sebagai tempat acara pertemuan bisnis, pernikahan, dan tempat berkumpul. Terdapat banyak tanaman yang tidak membutuhkan banyak air sehingga mengurangi kebutuhan irigasi. Bangunan tersebut mampu menciptakan ekologi yang sehat. Selain itu, RM Bamboe Koenig memiliki koneksi yang baik antara *indoor* dengan *outdoor* sehingga para tamu dapat mempunyai akses langsung ke cahaya alam dan sirkulasi udara. Konstruksi bambu atau bahan lokal mampu mengurangi emisi gas rumah kaca.

Arsitektur bangunan yang menerapkan kearifan lokal juga diterapkan dalam rumah tradisional suku Banjar di Kalimantan Selatan [16]. Rumah tradisional Baanjung atau Bubungan Tinggi berdesain rumah panggung yang dapat mencapai tiga lantai. Rumah panggung Baanjung mampu mengurangi dampak banjir dan menampung air hujan dengan pipa yang dipasang menggunakan sistem infiltrasi. Menurut studi yang dilakukan, air hujan yang dapat ditadah dengan struktur bangunan rumah Baanjung yakni 526.954,6 liter per bulan. Bangunan yang

memanfaatkan konsep ini mampu menghemat air dan konservasi energi lebih baik. Di samping itu, ruang terbuka hijau di rumah Baanjung juga mampu dimanfaatkan untuk kebutuhan rekreasi dan penyediaan oksigen bagi penghuni rumah.



Gambar 6 Rumah Baanjung Kalimantan Selatan [16]

Di kabupaten Sukoharjo terdapat bangunan gedung Perpustakaan Anak, digunakan pendekatan arsitektur hijau dengan memanfaatkan panel surya sebagai sumber energi [17]. Sehingga mampu mengefisiensikan energi yang dikonsumsi. Selain panel surya, bangunan perpustakaan juga menerapkan perbedaan level ketinggian lantai dan konstruksi atap yang cukup tinggi sehingga panas dalam bangunan tidak terakumulasi dan memungkinkan sirkulasi udara. Pencahayaan alami juga diterapkan melalui pemanfaatan dinding yang transparan, serta lubang di dinding sehingga matahari dapat masuk ke ruangan.



Gambar 7 Panel Surya di Perpustakaan Anak Kabupaten Sukoharjo [17]

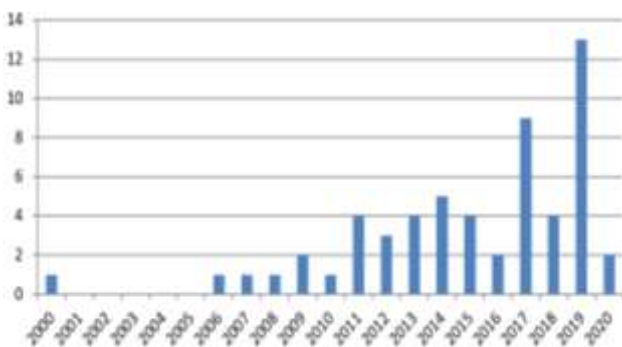
Penerapan *green building* pada bangunan rumah sakit menuju konsep desain *green hospital*, salah satunya di RSUD R. Syamsudin, SH di Sukabumi, Jawa Barat [18]. *Green hospital* yakni suatu konsep bagi rumah sakit yang desain bangunannya dan pengoperasiannya didasarkan pada prinsip kesehatan serta lingkungan yang berkelanjutan. Penerapan *green hospital* pada RSUD R. Syamsudin, SH antara lain menyediakan SPO pengelolaan limbah padat dan cair, penggunaan lampu LED sebesar 27% dari total lampu terpasang, kebijakan hemat air, SPO tentang pengelolaan makanan, dan

pengelolaan farmasi. Tersedia ruang terbuka hijau, gedung juga sudah memiliki panduan SOP tentang pengelolaan lingkungan serta memiliki fasilitas sumur resapan air hujan, memiliki fasilitas lubang resapan biopori, serta menggunakan cat ramah lingkungan. Jumlah sumur biopori yang dimiliki sebanyak 129 biopori tertutup dan 22 sumur biopori terbuka.

Selain *green hospital*, penerapan *green building* juga dilakukan di bangunan kampus atau disebut *green campus*. Kampus didesain sebagai kawasan yang mengintegrasikan ilmu pengetahuan, manajemen, dan kegiatan tridarma perguruan tinggi. Standar yang dipakai di Indonesia yakni UI Greenmetric dikeluarkan oleh Universitas Indonesia. Kriteria yang diterapkan sebagai penilaian yaitu *setting and infrastructure, energy and climate change, waste, water, transportation, dan education*[19].

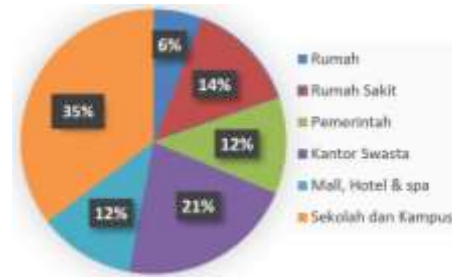
4.3 Penelitian Green Building di Indonesia

Merujuk pada review yang dilakukan peneliti, beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan mengenai pelaksanaan pembangunan *green building* di Indonesia. Berikut merupakan data tentang perkembangan studi mengenai *green building* tiap tahunnya yang didapat melalui Google Scholar, Research gate, Indonesia One Search, dalam penelusuran dengan kata kunci yakni: bangunan hijau, perkembangan berkelanjutan, regulasi penerapan, dan Indonesia. Studi ini menemukan sebanyak 53 buah dokumen yang berkaitan dengan *green building* di Indonesia



Gambar 8 Perkembangan Studi Green Building di Indonesia

Dapat dilihat dari gambar 8 perkembangan studi *green Building* mengalami peningkatan dari tahun ke tahunnya. Penelitian ini dilihat dari review 53 jurnal dan penelitian terdahulu yang diambil dari penelitian tesis/skripsi, jurnal nasional dan jurnal internasional. Ke-53 dokumen tersebut bisa dilihat di daftar pustaka.



Gambar 9 Perbandingan jumlah banyak objek penelitian terdahulu

Dari 53 jurnal yang telah di review dapat dilihat banyaknya penelitian yang dilakukan terdahulu dengan objek penilaian yang bervariasi dari rumah, kampus, perkantoran, hotel hingga gedung pemerintahan. Perbandingan objek penelitian tersebut dapat dilihat pada gambar 10 dimana bangunan yang paling banyak menggunakan bangunan hijau adalah bangunan sekolah dan kampus.

Penelitian dengan bangunan hijau juga membahas kriteria bangunan hijau yang menjadi enam kriteria penilaian dalam sertifikasi bangunan hijau oleh GBCI. Dalam penelitian terdahulu, Setiap penelitian membahas satu kriteria bangunan hijau atau lebih.



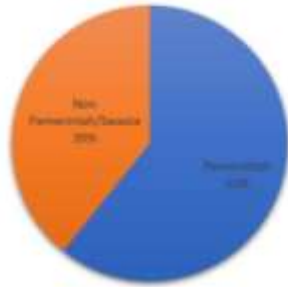
Gambar 10 Perbandingan Pembahasan Kriteria Bangunan Hijau

Dari perbandingan banyaknya kriteria penelitian bangunan hijau pada pendahulunya, kriteria efisiensi dan konservasi energi memiliki persentase lebih banyak dari aspek lainnya. Hal ini dikarenakan gencarnya aspek energi dalam pembangunan di Indonesia [25].

4.4 Pengembangan Penerapan Green Building di Indonesia

Merujuk pada hasil studi literatur yang dilaksanakan *green building* di Indonesia diaplikasikan pada berbagai sektor kehidupan di masyarakat. Konsep *green building* diterapkan pada bangunan komersial seperti hotel, mal, bangunan sekolah, bangunan rumah, bangunan kesehatan seperti rumah sakit, dan kampus. Konsep *green* menjadi landasan bagi pembangunan gedung hijau untuk mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan.

Pemerintah, pihak swasta, bahkan masyarakat telah menerapkan aspek-aspek *green building* pada bangunan, baik privat seperti rumah maupun bangunan untuk publik seperti perpustakaan, rumah sakit, dan sekolah. Hal ini menunjukkan bahwa ke depan, *green building* dapat diintegrasikan antar bangunan dalam suatu wilayah dalam lingkup kawasan yang lebih luas, misalnya *greencity*. Bangunan hijau tidak hanya diterapkan secara parsial, melainkan terintegrasi hingga membentuk suatu kota yang menerapkan konsep pembangunan berkelanjutan.



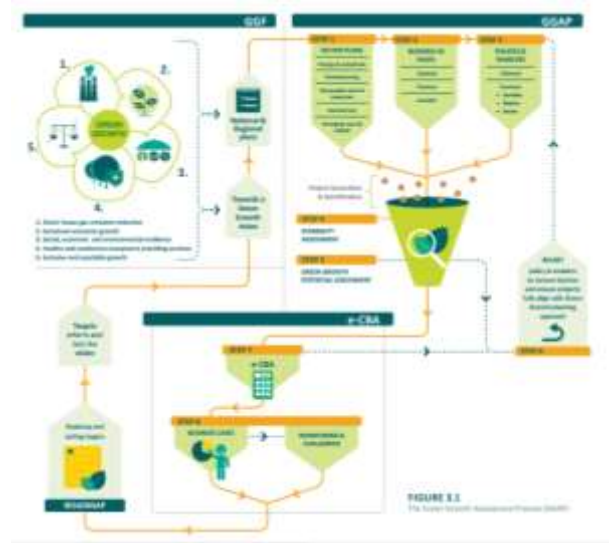
Gambar 11 Perbandingan persentase bangunan hijau antara gedung pemerintah dan swasta

Dilihat dari gambar 11, pada perbandingan penelitian terdahulu, penerapan konsep *green building* banyak dilakukan oleh sektor pemerintahan dalam hal ini meliputi bangunan rumah sakit, sekolah/universitas dan kantor pemerintah dibandingkan dengan non pemerintah/swasta dalam hal ini meliputi gedung hotel, mall, perusahaan swasta hingga bangunan rumah. Perlunya sosialisasi kepada masyarakat dan lembaga swasta tentang pentingnya peran *green building* sebagai penghematan energi sehingga penerapan *green building* diaplikasikan ke lembaga swasta dan masyarakat.

Bangunan hijau sebagai strategi mewujudkan pembangunan berkelanjutan di Indonesia harus mampu memenuhi berbagai sektor dalam kehidupan masyarakat, mulai dari pendidikan, kesehatan, ekonomi, hingga sosial. Pada masa mendatang, ekosistem di daerah pedesaan maupun perkotaan harus saling terintegrasi dan mampu mengatasi perubahan iklim. Sumber daya manusia, infrastruktur, dan teknologi komunikasi diproyeksikan menjadi sektor investasi yang dikembangkan. Anak-anak di daerah pedalaman seperti Maluku, Papua, dan Nusa Tenggara harus sudah dapat merasakan standar hidup yang sama dengan di Jawa, Bali, atau Sumatra.

Perjanjian antara Pemerintah Indonesia dan *Global Green Growth Institute* tentang Kantor *Global Green Growth Institute* di Indonesia telah menerapkan Program *Green Growth Assessment Process* (GGAP) yakni program yang digagas untuk mempercepat pembangunan hijau di Indonesia. Program ini mengimplementasikan indikator-indikator pada setiap level proyek, sektor, wilayah, provinsi, dan nasional untuk menunjang prioritas kebijakan pembangunan hijau. Berikut merupakan kerangka

konsep program GGAP yang digagas pemerintah [20].



Gambar 12 Program Green Growth Assessment Process [20]

Semenjak disahkannya pada tahun 2012, *Program Green Growth Assessment* Indonesia bercita-cita menjadi negara berpenghasilan tinggi pada 2030 dengan mendorong pertumbuhan hijau di Indonesia yang mengakui nilai modal dalam, meningkatkan ketahanan, membangun perekonomian lokal, yang bersifat inklusif dan adil di tiga sektor prioritas yaitu energi berkelanjutan dan infrastruktur berkelanjutan dalam konteks Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) dengan hasil akhir seluruh jajaran institusi pemerintah yang memiliki kapasitas untuk menjalankan dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi hijau dan aliran investasi hijau yang meningkat di sektor prioritas, yang inklusif dan dapat mengurangi emisi serta memastikan ekosistem yang lebih sehat dan produktif. Upaya yang telah dilakukan untuk mewujudkan lingkungan hijau yang berkelanjutan di Indonesia, yakni dengan melaksanakan pembangunan yang memanfaatkan material rendah-karbon, sumber daya terbarukan, dan tidak merusak lingkungan atau kekayaan alam. Empat sektor yang dapat ditumbuhkan dalam rangka mewujudkan pembangunan berkelanjutan melalui bangunan hijau antara lain: a) energi dan ekstraktif; b) manufaktur; c) keterhubungan; d) sumber daya terbarukan [20].

Indonesia merupakan negara yang memiliki pemerintahan daerah di setiap provinsi. Kebijakan yang diterapkan perlu untuk diintegrasikan dengan kebijakan regional dan lokal. Oleh karena itu, perspektif regional dan lokal penting dikembangkan untuk menumbuhkan pembangunan hijau. Hal ini didukung karena setiap daerah memiliki pengetahuan lokal yang kuat tentang sistem inovasi terbaik untuk diterapkan di wilayahnya sehingga mampu memobilisasi masyarakat setempat. Dengan demikian, setiap daerah mampu mengambil kesempatan dan peluang dalam mengembangkan

bangunan hijau dan strategi pembangunan berkelanjutan bagi daerahnya [21].

5 KESIMPULAN

Artikel ini telah membahas perkembangan *green building* di Indonesia. Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan berbagai aturan dalam bentuk UU dan peraturan untuk mendukung perkembangan *green building*. UU Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, UU Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan ruang Gedung yang membahas tentang pembangunan berkelanjutan, hingga peraturan daerah seperti Pergub DKI Jakarta Nomor 38 Tahun 2012 tentang Bangunan Gedung Hijau yang mengharuskan setiap bangunan harus memenuhi persyaratan bangunan hijau.

Penelitian bangunan hijau di Indonesia sudah berkembang dari tahun ke tahun dengan objek penelitian dari rumah hingga gedung pemerintahan. Penerapan *green building* di Indonesia telah dilakukan pada bangunan milik maupun milik swasta. Bangunan hijau juga dikembangkan penerapannya pada rumah tradisional, rumah, dan sekolah yang penerapannya dilakukan dari berbagai aspek mulai dari konservasi energi hingga manajemen lingkungan. Penerapan bangunan hijau dapat dikembangkan dengan pemanfaatan pengetahuan lokal, material terbarukan, konservasi energi, ketepatan guna lahan, konservasi air, kualitas udara, dan manajemen lingkungan yang memadai.

Berbagai program *green building* yang telah diterapkan di Indonesia misalnya *green matrix* oleh Universitas Indonesia yang berinisiatif melakukan survei mengenai kondisi dan kebijakan terkini yang terkait dengan Kampus Hijau dan berkelanjutan di Universitas di seluruh Indonesia bahkan dunia serta *Program Green Growth Assessment Process (GGAP)* program yang digagas untuk mempercepat pembangunan hijau melalui pembangunan berkelanjutan di Indonesia.

6 DAFTAR PUSTAKA

1. Ruhenda HN, Akmalah E, Sururi MR. Menuju Pembangunan Berkelanjutan: Tinjauan Terhadap Standar Green Building di Indonesia dan Malaysia. *Rekacarana*. 2016;2(1):119–30.
2. IEA. *Global Energy Review 2015*. United States; 2015.
3. GBCI. *GreenShip Rating Tools Version 1.2 untuk Bangunan Baru*. Jakarta; 2013.
4. Massie FY. Penerapan Konsep Green Building pada Industri Jasa Konstruksi di Manado. *J Sipil Statik*. 2018;6(8):553–8.
5. Setioko W. Analisis Faktor Pengaruh Penerapan Konsep Green Building terhadap Keputusan Investasi pada Pengembangan Properti Residensial di Surabaya. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*; 2017.
6. Sorvig K, Thompson JW. *Sustainable Landscape Construction: A Guide to Green Building Outdoors*. 3rd ed. Washington DC: Island Press; 2018.
7. Widiati IR. Tinjauan Studi Analisis Komparatif Bangunan Hijau (Green Building) dengan Metode Asesmen sebagai Upaya Mitigasi untuk Pembangunan Konstruksi yang Berkelanjutan. In: *Prosiding Konferensi Nasional Pascasarjana Teknik Sipil (KNPTS) X 2019*. Bandung: Pascasarja Teknik Sipil; 2019. p. 69–76.
8. Hidayat MS. *Perencanaan Lingkungan dan Bangunan Berkelanjutan di Indonesia: Tinjauan dari Aspek Peraturan Perundang-Undangan*. Tata Loka. 2017;19 (1):15–28.
9. *Architecture Decor. Sustainable Architecture [Internet]. Architecture Decorating Ideas*. 2020. Available from: <http://www.architecturedecor.com/995/sustainable-architecture.html/>
10. Widyawati RL. *Green Building dalam Pembangunan Berkelanjutan Konsep Hemat Energi Menuju Green Building di Jakarta*. J Kalibr. 2018;13:43–59.
11. GBCI. *GreenShip Homes Ver 1.0 [Internet]. Green Building Council Indonesia*. 2020. Available from: <http://www.greenshiphomes.org/>
12. Alisjahbana AS, Murninigtas E. *Tujuan Pembangunan Berkelanjutan di Indonesia: Konsep Target dan Strategi Implementasi*. Bandung: Unpad Press; 2018.
13. Triwidiastuti SE. *Model Green Building di Indonesia Berbasis Konsep Kualitas Dmaic Six Sigma*. In: *Optimalisasi Peran Sains dan Teknologi untuk Mewujudkan Smart City*. Tangerang Selatan: Universitas Terbuka; 2017. p. 141–66.
14. Wiryomartono B. *Green building and sustainable development policy in Indonesia since 2004*. *Int J Sustain Build Technol Urban Dev*. 2015;6(2):82–9.
15. Karsono B, Arar MSA, Wahid J, Saleh B. *Bamboo Application in Building Design: Case Study of Green School, Bali, Indonesia*. *Int Trans J Eng Manag Appl Sci Technol*. 2020;11(7):1–8.
16. Saputra MNA, Cahyandito MF, Kurnani TBA. *Green Building Concept of Banjar Traditional House in Kalimantan Selatan*. *Ecodevelopment J*. 2018;1(1):43–7.
17. Winarso JE, Winarto Y, Samsudi. *Aplikasi Pendekatan Arsitektur Hijau pada Bangunan Perpustakaan Anak di Kabupaten Sukoharjo dengan Aspek Efisiensi dan Konservasi Energi*. *J Senthong*. 2019;2(1):193–202.
18. Alatas H, Ayuningtyas D. *Implementasi*

- Green Hospital di RSUD R. Syamsudin, SH dengan Kriteria Kerangka Kinerja Ekselen Malcolm Baldrige. *J ARSI*. 2019;5 (2):85–96.
19. Buana RP, Wimala M, Evelina R. Pengembangan Indikator Peran Serta Pihak Manajemen Perguruan Tinggi dalam Penerapan Konsep Green Campus. *Reka Racana*. 2018;4(2):82–93.
 20. GGGI. National Green Growth Roadmap for Indonesia: A Synthesis for Policymakers. Jakarta; 2015.
 21. Sihite M, Simanjuntak MA. The Competitive Strategy in Green Building for Indonesian Stakeholder's. *Int J Innov Manag Technol*. 2015;6(1):8–15.
 22. UI GreenMetric. Petunjuk Ui GreenMetric World University Ranking 2017 " Kemitraan Global untuk Masa Depan yang Berkelanjutan". Jakarta; 2017
 23. Layanan Konsultasi Greenship Profesional [Internet]. Green Building Exiting Building . Available from: Green Building – Green Building Consultant (bangunanhijau.com)
 24. I. Mayasari, "Konsep Analisa Pengaruh Kriteria Green Building Terhadap Keputusan Investasi Pada Pengembang Properti di Surabaya," no. 2010, pp. 1–5, 2015.
 25. T. Firsani and C. Utomo, "Analisa Life Cycle Cost pada Green Building Diamond Building Malaysia," *Tek. ITS*, vol. 1, no. September (2012), pp. D34–D38, 2012.
 26. R. D. Nur'aini, "Analisis Konsep Green Roof Pada Kampus School of Art, Design and Media Ntu Singapore Dan Perpustakaan Ui Depok," *NALARs*, vol. 16, no. 2, p. 161, 2017.
 27. I. W. S. Putra, I. N. S. Kumara, and I G.D. Arjana, "Studi Terhadap Konservasi Energi Pada Gedung Sewaka Dharma Kota Denpasar Yang Menerapkan Konsep Green Building," *SPEAKTRUM*, vol. 2, no. 4, pp. 7–13, 2015.
 28. T. L. Adi Sucipto, J. U. Dwi Hatmoko, S. Sumarni, and J. Pujiastuti, "Kajian Penerapan Green Building Pada Gedung Bank Indonesia Surakarta," *J. Ilm. Pendidik. Tek. dan Kejuru.*, vol. 7, no. 2, pp. 17–24, 2014.
 29. S. Palaloi, "Audit energi sistem kelistrikan di pabrik gula," *Ilm. Teknol. Energ*, vol. 1, no. 1, pp. 19–33, 2005.
 30. A. Solichan, "Audit Dan Konservasi Energi Sebagai Upaya Pengoptimalan Pemakaian Energi Listrik Di Kampus Kasipah Unimus," *Pros. Semin. Nas. UNIMUS*, vol. 1, no. 1, pp. 309–313, 2010, [Online]. Available: <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/view/95>.
 31. F. X. S. Agus, I. G. N. Janardana, and . M. Suartika, "Audit Dan Analisis Penghematan Energi Listrik Di Hotel Sun Island Ball," *SPEAKTRUM*, vol. 7, no. 1, pp. 62–68, 2020.
 32. J. E. Winarso, Y. Winarto, and Samsudi, "Aplikasi Pendekatan Arsitektur Hijau pada Bangunan Perpustakaan Anak di Kabupaten Sukoharjo dengan Aspek Efisiensi dan Konservasi Energi," *J. Senthong*, vol. 2, no. 1, pp. 193–202, 2019.
 33. F. Rizaldy, B. E. Yuwono, J. T. Sipil, and U. Trisakti, "Building Terhadap Efisiensi Dan Konservasi Energi Gedung Alamanda Tower Analysis of Rating Improvement of Green Building Certification on Energy Efficiency and Conservation," no. April, pp. 9–13, 2019.
 34. N. Busaeri, "Analisis Level Kesiapan Universitas Menuju Kampus Hijau Dari Aspek Energi Berdasarkan Tiga Standar Pengukuran," *J. ENERGY Electr. Eng*.
 35. O. E. Hapsari, "Analisis Penerapan Green Building Pada Bangunan Pendidikan (Studi Kasus : Green School Bali)," *Al-Ard J. Tek. Lingkung.*, vol. 3, no. 2, pp. 54–61, 2018.
 36. C. F. Putri, D. Purnomo, and E. Astuti, "Analisis Kesiapan Rumah Sakit Menuju Ramah Lingkungan (Green Hospital) di Kota Malang," *Semin. Nas. Inov. dan Apl. Teknol. di Ind*. 2016, pp. 12–17, 2016.
 37. H. Prasetyo, "Konservasi Energi Listrik pada Industri Otomotif.," *J. Mhs. Tek. Elektro Univ. Indones.*, 2008.
 38. A. Y. Dako, "Konsep, Strategi Dan Implementasi Manajemen Energi Pada Sebuah Industri," *J. Pelangi Ilmu*, vol. 2, no. 5, pp. 167–179, 2009, [Online]. Available: <http://ejurnal.ung.ac.id/index.php/JPI/article/view/598>.
 39. I. P. G. W. Setyawan, R. S. Hartati, and I. N. S. Kumara, "Manajemen Energi Di Rumah Sakit Surya Husadha Denpasar," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 11, no. 2, 2012.
 40. Nasrullah, R. Rahim, B. Hamza, and R. Mulyaddi, "Konservasi Energi Sistem Tata Udara Bangunan Gedung Hotel Berdasarkan Kondisi Iklim Mikro Kota Makassar," *PLANO MADANI*, vol. 8, no. 1 April, pp. 100–113, 2019.
 41. A. Subkiman, D. Larasati, and B. Isdianto, "Pemanfaatan Pencerayaan Siang pada Interior Gedung Kampus PT Dahana sebagai Strategi Penerapan Prinsip Bangunan Berkelanjutan," *Intenas Rekapura*, vol. 2, no. 2, pp. 64–73, 2014.
 42. F. Purbantoro and M. Siregar, "Optimasi Dan Monitoring Peringkat Green Building Pada Gedung Terbangun Di Gedung Sampoerna Strategic Square Jakarta," *J. Bakti Masy. Indones.*, vol. 2, no. 1, pp. 182–190, 2019.
 43. A. Sugiyono and B. Arieschanty, "Peluang

- konservasi energi di industri tekstil,” no. Bakoren 1998, pp. 1–11.
44. I. Giriantari and M. Sumantera, “Penerapan Manajemen Energi Di Hotel Sebagai Usaha Mengurangi Emisi Karbon,” *Bumi Lestari*, vol. 9, no. 2, pp. 268-276–276, 2009.
 45. A.A. Putri, M. A. Rohman, and C. Utomo, “Penilaian Kriteria Green Building Pada Gedung Teknik Sipil ITS,” *Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, pp. 107–112, 2012.
 47. A. C. iNugroho, “Sertifikasi Arsitektur/Bangunan Hijau: Menuju Bangunan Yang Ramah Lingkungan,” *Arsit. Unive Bandar Lampung*, vol. 2, no. 1, pp. 12–22, 2011.
 48. W. Sujatmiko, “Penyempurnaan standar audit energi pada bangunan gedung,” *Pros. PPIS Bandung*, 2008.
 49. Universitas Gajahmada, “Seminar On Aplication and Research In Industrial teknologi smart 2008.pdf,” in *Mobil Cepi.ltd*, 2008.
 50. B. A. Raharjo, U. Wibawa, and H. I Suyono, “Studi Analisis Konsumsi dan Penghematan Energi di PT. P.G. Kreet Baru I,” *J. Mhs. TEUB*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2014.
 51. S. S. Prasetyo and Y. Kusumarini, “Studi Efisiensi dan Konservasi Energi Pada Interior Gedung P Universitas Kristen Petra,” *J. Intra*, vol. 4 , no. 1, pp. 36 – 45, 2016.
 52. H. N. Pratama, R. S. Hartati, and I. N. S. Kumara, “Studi Pengelolaan Energi Listrik di Perusahaan Pengolahan Daging PT. Soejasch Bali,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 16, no. 2, p. 31, 2017, doi: 10.24843 /mite .2017.v16i02p05.
 53. I. N. Yudiyana, I. N. S. Kumara, and R. S. Hartati, “Studi Manajemen Energi Listrik di RSUD Kabupaten Klungkung,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 2, p. 12, 2019.
 54. C. Y. Rachmat, I. N. S. Kumara, and I. A. . Giriantari, “Studi Manajemen Energi di Rumah Sakit Prima Medika Denpasar,” *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 18, no. 1, p. 23, 2019.