

GREEN BUILDING BERBASIS TEKNOLOGI UNTUK PRODUKTIVITAS YANG LEBIH HIJAU: MANFAAT DAN TANTANGAN

Dian Widiyati^{1*}, Juniati Gunawan², Etty Murwaningsari³

*1*Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Pamulang, Indonesia

*2,3*Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Trisakti, Indonesia

* Penulis Korespondensi : juniatigunawan@trisakti.ac.id

Abstrak

Bangunan hijau adalah bagian penting dari konsep keberlanjutan. Desain bangunan hijau dilakukan sedemikian rupa sehingga lingkungan dan gaya hidup kita menjadi lebih baik dan ditingkatkan dengan mengurangi pencemaran lingkungan, menggunakan penggunaan sumber daya alam yang efisien dan meningkatkan produktivitas kesehatan. Menggunakan teori difusi inovasi yang berfokus pada pemahaman bagaimana, mengapa dan pada tingkat apa ide dan teknologi inovatif menyebar dalam sistem sosial. Bay View adalah kampus positif air bersih serba listrik dengan salah satu instalasi panas bumi terbesar di Amerika Utara. Kulit surya skala naga pertama dari jenisnya di Bay View dan ladang angin terdekat akan menyalakannya pada energi bebas karbon 90% dari waktu. Sementara, San Francisco telah menjadi pemimpin nasional dalam tuan tanah, pembangun, dan penyewa kantor yang mengadopsi praktik keberlanjutan. Selama bertahun-tahun, standar utamanya adalah LEED dari U.S. Green Building Council. Salesforce Tower meraih leed platinum — level tertinggi. Membangun efisiensi energi adalah kunci untuk mendapatkan keberlanjutan, yang dapat mengurangi emisi CO₂ dan menurunkan masalah polusi udara. Konsekuensi yang direncanakan dari bangunan hijau diidentifikasi sebagai manajemen bencana dan keseimbangan lingkungan, sementara, untuk saat ini, gangguan dalam regulasi politik dan lingkungan pasar tidak direncanakan dan negatif. Dalam implikasi biaya untuk bangunan hijau, biaya konstruksi lebih tinggi pada tahap awal, sedangkan siklus hidup dan biaya pemeliharaan lebih murah.

Kata Kunci: Produktivitas Hijau, Keberlanjutan, Teknologi

Abstract

Green buildings are an important part of the sustainability concept. The design of green building is performed in such a way that our environment and lifestyles get better and upgraded by reducing environmental pollution, using efficient uses of natural resources and improving health productivity. Using innovation diffusion theory that focuses on understanding how, why and at what rate innovative ideas and technologies spread in a social system. Bay View is an all-electric, net water positive campus with one of the largest geothermal installations in North America. Bay View's first-of-its-kind dragon scale solar skin and nearby wind farms will power it on carbon-free energy 90% of the time. While, San Francisco has been a leader nationwide in landlords, builders and office tenants adopting sustainability practices. For years, the main standard was LEED from the U.S. Green Building Council. Salesforce Tower achieved LEED platinum — the highest level. Building energy efficiency is the key to obtaining sustainability, which can reduce CO₂ emission and lower air pollution issues. The planned consequences of green building were identified as disaster management and environmental balance, while, for the time being, disruption in political regulation and market environments were unplanned and negative ones. In the cost implications for a green building, the construction cost is higher at the initial stage, whereas the lifecycle and maintenance costs are cheaper.

Keywords: Green Productivity, Sustainability, Technology

1. PENDAHULUAN

Konsep keberlanjutan menjadi sangat signifikan (Osabuohien-Irabor dan Drapkin, 2022) dan salah satu konsepnya adalah bangunan hijau. Konsep bangunan hijau mengharuskan semua sumber daya kita digunakan dalam proporsi yang seimbang, tanpa menggunakannya secara ekstensif dan juga akan meningkatkan kondisi lingkungan dan gaya hidup kita. Pengoperasian bangunan hijau mempromosikan lingkungan yang sehat dengan mengurangi beban pada air, tanah dan sumber daya energi. Terdapat tujuh komponen utama green building, terkait Life Cycle Assessment; efisiensi desain situs dan struktur; bahan yang efisien; peningkatan kualitas udara dalam ruangan; efisiensi energi; efisiensi air; dan pengurangan limbah. Menurut Environmental Protection Agency (EPA), "bangunan hijau mengacu pada menciptakan struktur dan menggunakan proses yang ramah lingkungan dan hemat sumber daya sepanjang siklus hidup bangunan, dari lokasi ke desain, konstruksi, operasi, pemeliharaan, pembaruan dan dekonstruksi.

Praktik bangunan hijau merancang bangunan klasik seperti itu yang menjaga ekonomi, daya tahan utilitas, dan kenyamanan dalam perhatian". Bangunan Hijau juga disebut "bangunan berkelanjutan atau berkinerja tinggi". Desain bangunan hijau dilakukan sedemikian rupa sehingga lingkungan dan gaya hidup kita menjadi lebih baik dan ditingkatkan dengan mengurangi pencemaran lingkungan, menggunakan penggunaan sumber daya alam yang efisien dan meningkatkan produktivitas kesehatan. Diharapkan pemanfaatan teknologi energi terbarukan pada bangunan dengan perencanaan yang tepat akan memberikan solusi berkelanjutan bagi Bidang bangunan hijau. Bangunan hijau adalah praktik yang ramah lingkungan, meningkatkan kesehatan penghuni, mendaur ulang dan menggunakan kembali bahan yang berkelanjutan, mengurangi CO₂ dan emisi gas berbahaya lainnya serta mendorong lebih banyak perkebunan dan penghijauan (Koranteng et al., 2023).

Diperkenalkan pada tahun 1962, teori Difusi Inovasi disetel oleh Rogers (1995). Teori difusi inovasi berfokus pada pemahaman bagaimana, mengapa dan pada tingkat apa ide dan teknologi inovatif menyebar dalam sistem sosial. Dalam hal teori perubahan, teori Difusi Inovasi mengambil pendekatan yang berlawanan untuk mempelajari perubahan. Alih-alih berfokus pada membujuk individu untuk berubah, ia melihat perubahan terutama tentang evolusi atau "penemuan kembali" produk dan perilaku sehingga mereka menjadi lebih cocok untuk kebutuhan individu dan kelompok (Lundblad, 2003). Dalam difusi inovasi, bukan orang yang berubah, tetapi inovasi itu sendiri. Di sisi lain, difusi adalah proses di mana suatu inovasi dikomunikasikan melalui saluran tertentu dari waktu ke waktu di antara anggota sistem sosial. Difusi sebagai proses di mana

teknologi menyebar ke seluruh populasi organisasi. Konsep difusi inovasi biasanya mengacu pada penyebaran ide dari satu masyarakat ke masyarakat lain atau dari fokus atau institusi dalam masyarakat ke bagian lain dari masyarakat itu.

Kontradiksi antara pertumbuhan ekonomi dan degradasi lingkungan menjadi semakin menonjol, penelitian tentang inovasi teknologi hijau secara bertahap muncul. Mirip dengan difusi teknologi umum, difusi teknologi hijau dapat memaksimalkan nilai penerapan hasil R&D eco-innovation. Pada saat yang sama, difusi inovasi hijau juga memiliki arti praktis untuk meningkatkan manfaat lingkungan masyarakat, mempraktikkan strategi ekologi nasional, dan mencapai pembangunan berkelanjutan. Dengan kata lain, difusi teknologi hijau bahkan lebih penting daripada teknologi hijau itu sendiri. Sejumlah studi mendalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi difusi teknologi hijau dengan perspektif yang berbeda telah dilakukan oleh para sarjana dari berbagai bidang, termasuk teori inovasi, teori pemangku kepentingan, pandangan berbasis sumber daya, dll. Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi difusi teknologi hijau adalah atribut teknologi hijau (supply push), kemampuan inovator, kemampuan adopter (demand pull), dan peraturan lingkungan (regulatory push/pull). Pertama-tama, atribut teknologi hijau dapat secara signifikan memengaruhi kecepatan adopsi mereka, dan, oleh karena itu, teknologi hijau yang kompleks dapat menyebar lebih lambat. Kedua, kemampuan inovator juga memainkan peran penting dalam difusi teknologi. Perusahaan biasanya lebih efisien dalam difusi teknologi daripada universitas, lembaga penelitian, atau individu. Ketiga, sumber daya dan kemampuan pengadopsi juga berpengaruh pada difusi teknologi hijau, dan kemampuan produksi dan manufaktur yang lemah dapat mencegah perusahaan atau institusi lain mengadopsi teknologi hijau.

Sebagai pendorong difusi inovasi hijau, regulasi lingkungan telah mendapat perhatian paling besar. Inovasi hijau dicirikan oleh eksternalitas ganda, menyiratkan bahwa pengadopsi teknologi hijau perlu menginternalisasi biaya pengurangan bahaya lingkungan, yang membuat regulasi lingkungan sangat mempengaruhi proses difusi inovasi hijau (García-Machado dan Martínez-Ávila, 2019). Ada tiga perspektif utama tentang hubungan antara peraturan lingkungan dan difusi teknologi hijau. Beberapa sarjana berpendapat bahwa peraturan lingkungan yang ketat di lokasi arus masuk menghambat difusi teknologi hijau, yang didasarkan pada teori ekonomi neoklasik bahwa peraturan lingkungan seperti kebijakan energi dan pajak meningkatkan beban biaya perusahaan, merangsang paradoks efek hijau dan menghambat insentif perusahaan untuk mengadopsi teknologi hijau. Selain itu, teknologi hijau biasanya pada awalnya dikembangkan, yang berarti,

dibandingkan dengan investasi lain, mereka lebih berisiko, lebih tidak pasti, dan tidak menghasilkan manfaat yang sesuai dalam jangka pendek seperti teknologi non-hijau yang ada.

Pada saat yang sama, standar dan peraturan lingkungan membuat perusahaan kurang termotivasi untuk melakukan upaya terkait inovasi hijau. Ketika dihadapkan dengan memenuhi standar lingkungan atau persyaratan peraturan, perusahaan tidak memiliki motivasi untuk mengembangkan atau mengadopsi teknologi hijau baru untuk mengurangi polusi. Juga telah diperdebatkan bahwa peraturan lingkungan dapat mempromosikan difusi teknologi hijau.

Pertama, peraturan lingkungan yang dirancang dengan baik dapat merangsang efek kompensasi inovasi, yang secara positif dapat mempengaruhi difusi teknologi hijau dengan memberi kompensasi kepada perusahaan atas peningkatan biaya kepatuhan dalam mengembangkan dan mengadopsi teknologi hijau; ini adalah hipotesis Porter yang terkenal, yang telah diverifikasi oleh banyak penelitian selanjutnya. Pada saat yang sama, instrumen berbasis pasar seperti subsidi inovasi dan izin dapat memberikan respons hemat biaya terhadap masalah lingkungan. Berdasarkan karakteristik, perusahaan dapat memilih cara yang paling efisien untuk meningkatkan kinerja lingkungan mereka. Selain itu, peraturan lingkungan yang ketat memberikan peluang teknologi baru dan menciptakan permintaan besar untuk inovasi hijau. Sebagai contoh, beberapa penelitian telah menemukan bahwa peneliti top lebih suka mengembangkan kegiatan inovasi lepas pantai terkait lingkungan di negara tuan rumah dengan kebijakan peraturan lingkungan yang ketat, karena peraturan lingkungan yang ketat memotivasi mereka untuk melokalisasi kegiatan inovasi hijau mereka.

Kepemimpinan dalam Desain Energi dan Lingkungan, Pendirian Penelitian Bangunan, Metode Penilaian Lingkungan, dan Dewan Bangunan Hijau Australia adalah alat pemeringkatan yang terus meningkatkan dan menambahkan fitur baru untuk memaksimalkan bangunan hijau. Ini dapat dicapai melalui tiga kategori: teknis, manajerial dan perilaku. Ini memainkan peran penting dalam mencapai pembangunan energi nol bersih. Karena populasi dan polusi meningkat, penting untuk mengadopsi konsep Bangunan hijau, dan untuk tujuan itu kesadaran, pengetahuan, dan implementasi adalah kuncinya. Dalam hal manfaat lingkungan, Bangunan hijau menghemat 20-30% dalam air dan menghemat 40-50% dalam energi, dibandingkan dengan bangunan konvensional. Bangunan-bangunan ini meningkatkan kualitas udara sebesar 8%. Ini juga melindungi keanekaragaman hayati dan ekosistem kita. Dari sudut pandang ekonomi, biaya konstruksi keseluruhan bangunan hijau lebih rendah daripada bangunan konvensional sebesar \$280-\$410. Menurut artikel

manfaat bangunan hijau oleh Dewan Bangunan Hijau Amerika Serikat, bangunan saja, di Amerika Serikat, menghasilkan sekitar 40% dari emisi CO₂ negara itu dan menggunakan lebih banyak energi dan air daripada gabungan sektor industri dan transportasi. Namun, bangunan bersertifikat LEED menghasilkan emisi CO₂ 34% lebih sedikit, menggunakan energi 25% lebih sedikit dan 11% lebih sedikit air, serta mendaur ulang lebih dari 80 juta ton limbah dari tempat pembuangan sampah. Bangunan hijau membantu mengurangi emisi karbon dioksida, air yang dikonsumsi di AS, dan energi. Proyek LEED bertanggung jawab untuk mengalihkan lebih dari 80 juta ton sampah dari tempat pembuangan sampah, dan pada tahun 2030 jumlah itu akan meningkat.

2. BAHAN DAN METODE

Sasaran dari kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat ini adalah bagaimana penerapan green building di negara maju. Kegiatan layanan berlokasi di California, khususnya di Silicon Valley dan San Francisco. Pelaksanaan kegiatan ini dilakukan pada tanggal 4 s.d. 10 Januari 2023. Kegiatan ini dilakukan dalam bentuk observasi dengan rincian sebagai berikut:

1. *Survei pendahuluan.* Survei dilakukan langsung di kantor Google Bay View di Silicon Valley dan Salesforce di San Francisco.

2. *Pembahasan.* Setelah survei pendahuluan selesai, dilanjutkan dengan melakukan diskusi – tanya jawab kepada karyawan yang bekerja di perusahaan tersebut. Dalam hal ini kita membahas bagaimana mengimplementasikan, manfaat dan tantangan mengenai konsep green building.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Green Building di Google

Silicon Valley adalah ekosistem yang sangat kompleks, lebih dari sekadar kerja sama beberapa raksasa teknologi. Silicon Valley terdiri dari beberapa area yang lebih kecil seperti Palo Alto, Menlo Park, Sunny Vale, Mountain View, Cupertino dan sebagainya - adalah tempat yang 'istimewa', tetapi tidak pernah mendapat gambaran yang lebih jelas sampai saya mengalaminya sendiri. Ini memiliki hampir semua bahan yang dibutuhkan untuk menciptakan lingkungan yang sempurna untuk menciptakan startup yang mengganggu, misalnya, sumber modal (baik keuangan dan intelektual), infrastruktur dan yang paling penting, orang-orang.

Google sudah membuka kampus Bay View yang telah lama ditunggu-tunggu di Mountain View, California. Kompleks empat bangunan seluas 1,1 juta kaki persegi ini adalah proyek pengembangan skala besar pertama perusahaan yang memiliki ground-up. Bay View adalah salah satu dari sepasang perkembangan baru di California oleh Google. Kampus raksasa teknologi lainnya di daerah itu, Charleston East, akan selesai tahun

depan. Bay View adalah kampus positif air bersih serba listrik dengan salah satu instalasi panas bumi terbesar di Amerika Utara. Sistem ventilasinya menggunakan udara luar 100pc dan menggabungkan elemen desain tanaman hijau dan cahaya alami untuk membuat pekerja merasa seolah-olah berada di lingkungan alami. Kantor biasa menggunakan 20-30 persen udara luar ruangan di sistem udara mereka, di Bay View HQ terdiri dari 100 persen udara luar. Ini juga menggunakan produk yang diperiksa dan ramah lingkungan di seluruh karpet, ubin, catnya.

Google menggunakan Daftar Merah Tantangan Bangunan Hidup sebagai kerangka kerja. Pengoperasian Kantor Pusat Bay View dibangun berdasarkan komitmen Google untuk bebas karbon pada tahun 2030. Untuk memenuhi komitmen mereka untuk beroperasi setiap jam setiap hari dengan energi bebas karbon pada tahun 2030, mereka memprioritaskan energi terbarukan dan memaksimalkan potensi matahari bangunan kami. Kulit surya skala naga pertama dari jenisnya di Bay View dan ladang angin terdekat akan menyalakannya pada energi bebas karbon 90% dari waktu. Kampus ini juga berada di jalur yang tepat untuk menjadi proyek terbesar yang disertifikasi oleh International Living Future Institute (ILFI) di bawah salah satu program mereka, di tingkat sertifikasi apa pun. Sebagai bagian dari Tantangan Bangunan Hidup ILFI, mereka menargetkan sertifikasi Kelopak Air, yang berarti situs ini positif bersih dengan semua permintaan air yang tidak dapat diminum dipenuhi menggunakan air daur ulang yang dihasilkan di lokasi. Kolam di atas tanah yang mengumpulkan air hujan sepanjang tahun dan sistem pengolahan air limbah bangunan berfungsi sebagai sumber air untuk menara pendingin, toilet pembilasan, dan mengairi lanskap. Ini adalah langkah besar untuk memenuhi komitmen kami untuk mengisi kembali 120% air yang kami konsumsi pada tahun 2030. Salah satu permata Silicon Valley adalah Universitas Stanford, tempat siswa paling berbakat di dunia belajar. Sungguh luar biasa bagi saya bahwa para siswa dapat naik bus di dalam kampus secara gratis. Menurut penduduk setempat, persaingannya sangat ketat, dan raksasa teknologi bersaing untuk siswa berbakat dan pekerja keras. Kami merasakan hiruk pikuk kehidupan universitas setempat sehari-hari saat kami berjalan melalui kampus.

Green Building di Salesforce Tower

San Francisco telah menjadi pemimpin nasional dalam tuan tanah, pembangun, dan penyewa kantor yang mengadopsi praktik keberlanjutan. Selama bertahun-tahun, standar utamanya adalah LEED dari U.S. Green Building Council. Salesforce Tower meraih leed platinum — level tertinggi. Taman Salesforce San Francisco dan pusat transit memberi penduduk setempat dan pengunjung ruang hijau atap seluas 5,4 hektar di atas pusat transit baru di area South of Market. Taman ini

mencakup pohon palem, pakis, sukulen, dan sekitar 600 pohon, yang semuanya memiliki waktu sembilan bulan untuk tumbuh sementara sisa proyek ditopang. Ada juga amfiteater berumput, ruang bermain untuk anak-anak, Starbucks besar dan banyak kursi, meja, bangku, dan aturan. Di area transit di bawah ini, beberapa bus Muni menggunakan ruang baru di tingkat jalan, dan layanan bus lainnya akan dimulai 11 Agustus di Tingkat Dek Bus lantai tiga

Tujuan NZEB telah meningkatkan standar kinerja bangunan hijau. Ferrara et al., 2021, dalam studi mereka, menetapkan metodologi untuk menggabungkan energi dan akustik. Fokusnya adalah pada desain NZEB yang digerakkan oleh kenyamanan untuk masa depan. Mereka telah mengembangkan metodologi pengoptimalan baru untuk menghubungkan energi, biaya, dan akustik dalam desain optimal NZEB. Untuk optimasi, mereka telah menggunakan alat TRNSYS dan GenOpt. Untuk meningkatkan bangunan tempat tinggal yang ada menjadi NZEB untuk kondisi iklim yang berbeda. Untuk tujuan ini, mereka telah mempertimbangkan tiga kriteria utama, yaitu, kenyamanan, energik dan termal, dan menggunakan TRNSYS ditambah dengan MOBO untuk optimasi bangunan. Hasilnya menunjukkan bahwa NZEB secara teknis dimungkinkan di semua zona iklim Maroko dan biaya penggunaan energi terbarukan tergantung pada kondisi operasi dan pemeliharaan. Dalam sebuah studi, target pengurangan emisi karbon di China pada tahun 2060 dianalisis dengan kontribusi standar NZEB. Tiga skenario pembangunan dipelajari, yang meliputi: BAU, S1 dan S2 Gtce masing-masing pada tahun 2060, sehingga dapat berkontribusi besar pada target emisi karbon untuk negara-negara tersebut. NZEB menggabungkan energi matahari untuk mencapai efisiensi energi. Bangunan berkelanjutan menggabungkan berbagai teknik dan praktik energi untuk menghilangkan jejak karbonnya terhadap lingkungan. Penggunaan bahan bangunan ramah lingkungan di NZEB mengurangi dampak terhadap lingkungan, sekaligus menurunkan total biaya dan menghadirkan peluang untuk memasukkan energi ekstra kembali ke jaringan listrik.

NZEB menekankan penggunaan tenaga surya aktif dan pasif. Dengan fokus bangunan hijau pada keberlanjutan dan energi hijau, yang melibatkan energi matahari sebagai sumber daya energi terbarukan yang paling menguntungkan. Banyak peneliti telah mempelajari hal ini, dan penelitian ini masih berlangsung. Mereka telah memasang PV di gedung-gedung yang ada untuk mengukur pembangkit listrik. Penelitian menunjukkan bahwa produksi energi dengan bantuan instalasi PV secara signifikan lebih rendah daripada konsumsi energi bangunan. Untuk energi hibrida, mereka telah menggunakan energi matahari dan angin untuk mencapai tujuan NZEB di gedung-gedung tinggi dan gudang. Disimpulkan bahwa sumber energi

terbarukan memiliki kelayakan ekonomi yang rendah di gedung-gedung tinggi dan gudang. Permintaan besar dari bangunan-bangunan ini dipenuhi dengan menggunakan sumber energi konvensional (generator diesel).

Manfaat

Membangun efisiensi energi adalah kunci untuk mendapatkan keberlanjutan, yang dapat mengurangi emisi CO₂ dan menurunkan masalah polusi udara. Meena et al., 2021, menyatakan bahwa penggunaan energi matahari dalam aplikasi pemanasan air tenaga surya dapat mengurangi efek berbahaya terhadap lingkungan yang disebabkan oleh penggunaan listrik. Industrialisasi, urbanisasi, dan kemajuan sosial dan budaya semuanya berkontribusi pada peningkatan pesat dalam permintaan energi, yang menghasilkan konsumsi energi per kapita yang tinggi. Karena pertumbuhan populasi dan permintaan energi yang tinggi (karena bahan bakar fosil terbatas), ada pergeseran ke arah teknologi energi terbarukan, seperti sel fotovoltaik, tenaga surya terkonsentrasi, tenaga gelombang dan energi sel bahan bakar, dll., Yang, jika dijalankan dengan perencanaan yang lebih baik dan pemanfaatan yang tepat, akan menjadi tengara dalam pemanfaatan energi berkelanjutan bagi dunia.

Studi yang dilakukan oleh Chen et al. (2019), menyoroti hubungan antara konsumsi energi per hari dan variasi lingkungan. Iluminasi, CO₂, suhu, Particulate Matter (PM) dan PM_{2.5} adalah parameter lingkungan. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa Kelembaban Relatif (RH) mempengaruhi 1,4 kali lebih banyak dari CO₂. Penelitian ini dapat bermanfaat untuk mengurangi kebutuhan energi dalam teknologi hijau dengan mengendalikan faktor lingkungan terlebih dahulu. Han dan Zhang (2020), telah melakukan studi tentang dampak jaringan penginderaan pintar untuk mengendalikan ventilasi, AC, dan pencahayaan. Pemodelan sistem lingkungan dianalisis dalam artikel ini. Ini dapat mengontrol energi dan biaya operasional bangunan, bersama dengan hasil yang menguntungkan dari ventilasi terkontrol dan kualitas udara dalam ruangan dalam aplikasi bangunan nyata. Oleh karena itu, integrasi cerdas dengan teknologi pintar tidak hanya akan mengurangi kebutuhan biaya dan energi tetapi juga akan meningkatkan tingkat kenyamanan dalam waktu yang lebih singkat. Di baris yang sama, Wang dan Yang (2022) melakukan studi tentang desain GB, berdasarkan jaringan 5G dan sistem IoT, yang dampaknya paling kritis adalah efisiensi energi. Di sini, manajer jaringan membantu sensor untuk mengelola aset dan dengan demikian mengurangi limbah di gedung hijau, yang dapat menghemat biaya energi waktu nyata. Selanjutnya, dapat menghasilkan data tentang konsumsi energi dan produksi di setiap tingkat, yang dapat dipelajari lebih lanjut untuk manajemen yang lebih banyak dan penggunaan yang

dioptimalkan. Setelah itu, Palmero-Marrero et al. (2020) bertujuan untuk meningkatkan efisiensi energi melalui penggunaan teknologi terbarukan. Mereka telah menggunakan dua energi terbarukan, yaitu energi panas bumi dan matahari, untuk memenuhi kebutuhan energi listrik dan panas. Dengan menggunakan metode ini, keberlanjutan energi dengan biaya lebih rendah dapat diperoleh. Energi panas bumi adalah sumber energi terbarukan, dapat diandalkan, bermanfaat secara ekologis, dan berkelanjutan yang hampir universal. Studi ini berfokus pada metode berkelanjutan ini untuk rasionalisasi konsumsi energi yang lebih baik dan solusi yang efisien. Banyak penelitian telah dilakukan untuk menganalisis sistem Pemanas, Ventilasi, dan Pendingin Udara (HVAC) untuk meningkatkan efisiensi energi. Asman et al. (2019) telah memfokuskan studi mereka pada konsep Environmentally Sustainable Building Design Practices (ESBDP) untuk gedung perkantoran di daerah tropis. Ditemukan dalam penelitian bahwa semua komponen ESBDP relevan dan pengurangan, penggunaan kembali dan daur ulang limbah memiliki dampak tertinggi, diikuti oleh konservasi air, efisiensi energi dan adaptasi manusiawi. Building Integrated Photovoltaics (BIPV) mengintegrasikan pembangkit energi ke dalam kinerja fungsional bangunan. Konsep BIPV dapat digunakan untuk memenuhi 6-22% dari kebutuhan daya maksimum. Demikian pula, ketika sumber daya terbarukan hibrida digabungkan dengan kendaraan, itu menghasilkan fleksibilitas daya yang lebih baik dengan ekonomi.

Tantangan

Seperti yang telah dipelajari oleh banyak peneliti, ada konsekuensi positif maupun negatif dalam pengembangan bangunan hijau. Konsekuensi yang direncanakan dari bangunan hijau diidentifikasi sebagai manajemen bencana dan keseimbangan lingkungan, sementara, untuk saat ini, gangguan dalam regulasi politik dan lingkungan pasar tidak direncanakan dan negatif. Berbeda dengan kepercayaan populer tentang pengaruh bangunan hijau terhadap kesehatan penghuni, bangunan hijau menghasilkan pengurangan yang signifikan dalam penggunaan energi dan biaya operasional. Kinerja energi bangunan hijau juga berdampak positif pada kawasan komersial regional. Studi tentang bangunan komersial bersertifikat Australia menunjukkan bahwa faktor real estat perdagangan terutama terkait dengan Intensitas Penggunaan Energi (EUI). Temuan menunjukkan bahwa branding 'Bangunan hijau' meningkatkan daya tarik bangunan tugas dalam hal hunian dan membuat kinerja energi mereka lebih menonjol dari ketidakpastian ekonomi (Gui dan Gou, 2021). Dalam implikasi biaya untuk bangunan hijau, biaya konstruksi lebih tinggi pada tahap awal, sedangkan siklus hidup dan biaya pemeliharaan lebih murah.

Peningkatan untuk pemanas udara surya diterapkan pada aplikasi bangunan hijau. Mereka telah mempresentasikan model matematika untuk evaluasi kinerja pemanas udara surya (Singh et al., 2022).

4. KESIMPULAN

Baru-baru ini, konsep keberlanjutan telah menjadi sangat signifikan. Bangunan hijau adalah bagian penting dari konsep keberlanjutan. Konsep bangunan hijau mengharuskan semua sumber daya kita digunakan dalam proporsi yang seimbang, tanpa menggunakannya secara ekstensif dan juga akan meningkatkan kondisi lingkungan dan gaya hidup kita. Pengoperasian bangunan hijau mempromosikan lingkungan yang sehat dengan mengurangi beban pada air, tanah, dan sumber daya energi. Membangun efisiensi energi adalah kunci untuk mendapatkan keberlanjutan, yang dapat mengurangi emisi CO₂ dan menurunkan masalah polusi udara.

Industrialisasi, urbanisasi, dan kemajuan sosial dan budaya semuanya berkontribusi pada peningkatan pesat dalam permintaan energi, yang menghasilkan konsumsi energi per kapita yang tinggi. Karena pertumbuhan populasi dan permintaan energi yang tinggi (karena bahan bakar fosil terbatas), ada pergeseran ke arah teknologi energi terbarukan, seperti sel fotovoltaik, tenaga surya terkonsentrasi, tenaga gelombang dan energi sel bahan bakar, dll., Yang, jika dijalankan dengan perencanaan yang lebih baik dan pemanfaatan yang tepat, akan menjadi tengara dalam pemanfaatan energi berkelanjutan bagi dunia. Seperti yang telah dipelajari oleh banyak peneliti, ada konsekuensi positif maupun negatif dalam pengembangan bangunan hijau.

Konsekuensi yang direncanakan dari bangunan hijau diidentifikasi sebagai manajemen bencana dan keseimbangan lingkungan, sementara, untuk saat ini, gangguan dalam regulasi politik dan lingkungan pasar tidak direncanakan, itu adalah yang negatif. Saran kami adalah perusahaan perlu mengeksplorasi lebih lanjut tentang pengelolaan limbah karena berdasarkan pengamatan kami, mereka hanya fokus tentang bagaimana membuat bangunan berdasarkan konsep hijau. Selain itu, regulator dapat menghasilkan standar atau kebijakan untuk bangunan hijau sehingga ada kesetaraan dalam implementasinya.

DAFTAR PUSTAKA

Asman, G.E., Kissi, E., Agyekum, K., Baiden, B.K. dan Badu, E., 2019. Critical components of Environmentally Sustainable Buildings Design Practices of office buildings in Ghana. *Journal of Building Engineering*, [daring] 26(August), hal.100925. <https://doi.org/10.1016/j.jobee.2019.100925>.

- Chen, Y., Zhao, J., Lai, Z., Wang, Z. dan Xia, H., 2019. Exploring the effects of economic growth, and renewable and non-renewable energy consumption on China's CO₂ emissions: Evidence from a regional panel analysis. *Renewable Energy*, [daring] 140(October), hal.341–353. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.03.058>.
- García-Machado, J.J. dan Martínez-Ávila, M., 2019. Environmental performance and green culture: The mediating effect of green innovation. An application to the automotive industry. *Sustainability (Switzerland)*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/su11184874>.
- Gui, X. dan Gou, Z., 2021. Understanding green building energy performance in the context of commercial estates: A multi-year and cross-region analysis using the Australian commercial building disclosure database. *Energy*, [daring] 222, hal.119988. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.119988>.
- Han, K.H. dan Zhang, J., 2020. Energy-saving building system integration with a smart and low-cost sensing/control network for sustainable and healthy living environments: Demonstration case study. *Energy and Buildings*, 214. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.109861>.
- Koranteng, C., Simons, B., Abrokwa Gyimah, K. dan Nkrumah, J., 2023. Ghana's green building assessment journey: an appraisal of the thermal performance of an office building in Accra. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 21(1), hal.188–205. <https://doi.org/10.1108/JEDT-02-2021-0109>.
- Lundblad, J.P., 2003. A Review and Critique of Rogers' Diffusion of Innovation Theory as it Applies to Organizations. *Organization Development Journal*, 21(4), hal.50–64.
- Osabuohien-Irabor, O. dan Drapkin, I.M., 2022. The Impact of Technological Innovation on Energy Consumption in OECD Economies: The Role of Outward Foreign Direct Investment and International Trade Openness. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 12(4), hal.317–333. <https://doi.org/10.32479/ijeep.13091>.
- Palmero-Marrero, A.I., Gomes, F., Sousa, J. dan Oliveira, A.C., 2020. Energetic analysis of a thermal building using geothermal and solar energy sources. *Energy Reports*, [daring] 6(December), hal.201–206. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2020.11.268>.
- Singh, V.P., Jain, S., Karn, A., Kumar, A., Dwivedi, G., Meena, C.S., Dutt, N. dan Ghosh, A., 2022. Recent Developments and Advancements in Solar Air Heaters: A Detailed Review. *Sustainability (Switzerland)*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/su141912149>.