
Analisis Kinerja Bangunan Hijau dalam Konteks Kebutuhan Energi

Frenky Andrian

Fakultas Teknik Prodi Arsitektur, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim global dan peningkatan kebutuhan energi, bangunan hijau telah menjadi salah satu solusi yang semakin diprioritaskan dalam industri konstruksi. Bangunan hijau, yang dirancang untuk mengurangi dampak lingkungan dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya, menawarkan potensi besar untuk memperbaiki efisiensi energi dan keberlanjutan lingkungan.

Namun, untuk memahami dampak sebenarnya dari bangunan hijau terhadap kebutuhan energi, diperlukan analisis yang mendalam dan komprehensif. Dalam konteks ini, analisis kinerja bangunan hijau menjadi krusial untuk mengevaluasi efektivitas desain, teknologi, dan praktik operasional dalam memenuhi kebutuhan energi secara berkelanjutan.

Krisis energi global dan kekhawatiran akan dampak lingkungan dari penggunaan bahan bakar fosil telah mendorong masyarakat dan industri untuk mencari alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan. Bangunan merupakan salah satu sektor utama yang memperoleh perhatian besar dalam upaya ini, karena kontribusinya yang signifikan terhadap konsumsi energi global dan emisi karbon.

Bangunan hijau, yang mengintegrasikan prinsip-prinsip desain berkelanjutan, teknologi efisien energi, dan praktik operasional yang ramah lingkungan, muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk mengurangi jejak karbon dan memperbaiki kinerja energi bangunan. Namun, meskipun popularitas bangunan hijau meningkat, masih ada kebutuhan untuk menganalisis secara menyeluruh kinerja mereka dalam konteks kebutuhan energi yang berkembang.

Kata Kunci: *Arsitektur, bangunan hijau*



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pada era di mana keberlanjutan menjadi fokus utama dalam pembangunan, bangunan hijau menjadi elemen kunci dalam upaya mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan memperbaiki efisiensi energi. Konsep bangunan hijau muncul sebagai respons terhadap tantangan perubahan iklim global dan kebutuhan akan sumber daya yang berkelanjutan. Kombinasi dari desain yang efisien, teknologi terkini, dan praktik operasional yang berkelanjutan menjadikan bangunan hijau sebagai pilihan yang menjanjikan dalam memenuhi kebutuhan energi yang meningkat secara global.

Namun, walaupun kesadaran akan pentingnya bangunan hijau semakin meningkat, analisis yang mendalam tentang kinerjanya dalam konteks kebutuhan energi tetaplah penting. Dalam pendahuluan ini, kami akan membahas latar belakang pentingnya analisis kinerja bangunan hijau, serta tujuan dan manfaat dari penelitian ini.

Tantangan Energi Global: *Dalam beberapa dekade terakhir, kebutuhan akan energi terus meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dan perkembangan ekonomi global. Ketergantungan kita pada bahan bakar fosil yang tidak terbarukan telah menyebabkan perubahan iklim yang merugikan dan memicu kekhawatiran akan ketersediaan energi di masa depan. Dalam konteks ini, bangunan merupakan kontributor signifikan terhadap konsumsi energi global, baik dalam tahap konstruksi maupun operasionalnya.*

Peran Bangunan Hijau: *Bangunan hijau telah diakui sebagai solusi yang berpotensi dalam mengatasi tantangan energi global. Dengan menerapkan prinsip-prinsip desain berkelanjutan, teknologi energi terbarukan, dan praktik operasional yang efisien, bangunan hijau dapat mengurangi konsumsi energi, emisi karbon, dan dampak lingkungan negatif lainnya. Selain itu, bangunan hijau juga dapat meningkatkan kesejahteraan penghuninya melalui peningkatan kualitas udara dalam ruangan dan kenyamanan termal.*

Kebutuhan akan Analisis Kinerja: *Meskipun bangunan hijau menjanjikan potensi besar, penting untuk melakukan analisis kinerja yang mendalam untuk memahami sejauh mana bangunan-bangunan ini mencapai tujuan keberlanjutan mereka. Analisis tersebut tidak hanya akan memberikan wawasan tentang efisiensi energi, tetapi juga akan mengidentifikasi peluang untuk peningkatan desain, teknologi, dan praktik operasional dalam rangka mengoptimalkan kinerja energi bangunan hijau.*

Manfaat Analisis Kinerja: *Melalui analisis kinerja bangunan hijau, kita dapat mengukur dan membandingkan kinerja energi dari berbagai jenis bangunan hijau. Hal ini akan membantu dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kinerja energi, serta mengembangkan strategi untuk meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan bangunan hijau di masa depan. Selain itu, analisis kinerja juga dapat memberikan dasar bagi pengambilan keputusan yang informasional dalam pengembangan kebijakan energi dan regulasi bangunan.*

Dengan latar belakang ini, penelitian tentang analisis kinerja bangunan hijau dalam konteks kebutuhan energi diharapkan dapat memberikan kontribusi yang berharga dalam memajukan pemahaman kita tentang efisiensi energi bangunan hijau, serta mendukung upaya menuju pembangunan yang lebih berkelanjutan secara global.

Metode Penelitian

Adapun rumusan masalah yang didapat berdasarkan latar belakang diatas sebagai berikut :

Bagaimana cara mengatasi Analisis Kinerja Bangunan Hijau dalam Konteks Kebutuhan Energi

Bagaimana membuat perancangan Analisis Kinerja Bangunan Hijau dalam Konteks Kebutuhan Energi

PEMBAHASAN

Mengatasi analisis kinerja bangunan hijau dalam konteks kebutuhan energi memerlukan pendekatan holistik yang melibatkan berbagai aspek, mulai dari desain awal hingga operasi harian. Dalam analisis ini, kita akan mengeksplorasi beberapa langkah konkret yang dapat diambil untuk meningkatkan kinerja energi bangunan hijau:

Desain yang Efisien dari Awal: *Salah satu langkah kunci dalam mengatasi kinerja energi bangunan hijau adalah dengan memastikan bahwa desainnya efisien sejak awal. Hal ini meliputi pemilihan lokasi yang tepat, penempatan bangunan yang optimal untuk memanfaatkan pencahayaan alami dan angin sejuk, serta penggunaan material bangunan yang ramah lingkungan dan memiliki sifat termal yang baik.*

Integrasi Teknologi Terkini: *Memanfaatkan teknologi terkini dalam desain dan konstruksi bangunan hijau dapat membantu meningkatkan efisiensi energi secara signifikan. Contohnya termasuk penggunaan sistem manajemen energi pintar untuk mengoptimalkan penggunaan energi di seluruh bangunan, instalasi panel surya dan turbin angin untuk memanfaatkan sumber energi terbarukan, serta pemanfaatan sistem otomatisasi untuk mengontrol pencahayaan, pendinginan, dan pemanasan.*

Pemantauan dan Pengukuran Kinerja: *Penting untuk melakukan pemantauan dan pengukuran terus-menerus terhadap kinerja energi bangunan hijau. Ini dapat dilakukan melalui penggunaan sensor dan perangkat pemantauan yang terintegrasi dengan sistem manajemen energi. Dengan memantau konsumsi energi secara real-time dan menganalisis data tersebut, pemilik bangunan dapat mengidentifikasi area-area di mana efisiensi energi dapat ditingkatkan.*

Pelatihan dan Kesadaran Pengguna: *Melibatkan penghuni bangunan dalam upaya untuk meningkatkan efisiensi energi juga merupakan langkah penting. Melalui pelatihan dan program kesadaran, penghuni dapat belajar cara menggunakan peralatan dan fasilitas bangunan dengan lebih efisien, seperti mematikan peralatan yang tidak digunakan, mengoptimalkan penggunaan pendinginan dan pemanasan, dan mengadopsi kebiasaan lain yang berkontribusi pada penghematan energi.*

Penggunaan Material Ramah Lingkungan: *Pemilihan material bangunan yang ramah lingkungan juga dapat berkontribusi pada kinerja energi bangunan hijau. Material-material dengan sifat isolasi termal yang baik dapat membantu mengurangi kebocoran energi, sementara material yang didaur ulang atau terbuat dari bahan-bahan alami dapat mengurangi jejak karbon bangunan selama siklus hidupnya.*

Optimasi Sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning): *Sistem HVAC merupakan salah satu komponen utama dalam penggunaan energi bangunan. Dengan mengoptimalkan sistem HVAC, seperti menggunakan perangkat yang lebih efisien, melakukan pemeliharaan rutin secara teratur, dan mengatur suhu dengan bijak, kita dapat mengurangi konsumsi energi bangunan secara signifikan.*

Kolaborasi dengan Para Pakar: *Kerjasama dengan para pakar dan konsultan energi dapat memberikan wawasan yang berharga dalam mengidentifikasi potensi penghematan energi dan mengembangkan strategi untuk meningkatkan kinerja energi bangunan hijau. Para pakar ini dapat membantu dalam melakukan audit energi, menganalisis data kinerja, dan merancang solusi yang sesuai dengan kebutuhan spesifik bangunan.*

Inovasi Berkelanjutan: *Terus-menerus mencari inovasi baru dalam desain, teknologi, dan praktik operasional juga penting dalam mengatasi kinerja energi bangunan hijau. Hal ini meliputi pengembangan material baru, teknologi energi terbarukan, sistem manajemen energi yang lebih canggih, dan strategi desain yang inovatif untuk memaksimalkan efisiensi energi.*

Dengan mengambil langkah-langkah ini secara serius dan mengintegrasikan mereka ke dalam perencanaan, desain, dan operasi bangunan hijau, kita dapat mengatasi tantangan dalam mencapai kinerja energi yang optimal dan berkontribusi pada pembangunan yang lebih berkelanjutan secara keseluruhan.

Analisis kinerja bangunan hijau dalam konteks kebutuhan energi adalah sebuah proses yang bertujuan untuk mengevaluasi seberapa efisien bangunan hijau dalam memenuhi kebutuhan energinya, sambil mempertimbangkan prinsip-prinsip keberlanjutan dan lingkungan. Ini melibatkan pengumpulan data, pemodelan, dan analisis untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi konsumsi energi bangunan serta untuk mengukur kinerja keseluruhan dalam hal penggunaan energi yang efisien dan ramah lingkungan.

Pentingnya Analisis Kinerja Bangunan Hijau dalam Konteks Kebutuhan Energi:

Bangunan merupakan salah satu sektor terbesar dalam konsumsi energi global, bertanggung jawab atas sekitar 40% dari total konsumsi energi dunia dan sekitar 30% dari emisi karbon global. Dalam upaya untuk mengurangi dampak lingkungan dan mencapai tujuan keberlanjutan, bangunan hijau telah menjadi fokus utama, karena mereka dirancang untuk mengurangi konsumsi energi dan jejak karbon mereka.

Namun, untuk memastikan bahwa bangunan hijau benar-benar memenuhi potensinya dalam mengurangi konsumsi energi dan mendukung keberlanjutan, analisis kinerja menjadi penting. Ini membantu dalam mengidentifikasi area-area di mana efisiensi energi dapat ditingkatkan, teknologi terbarukan dapat dimanfaatkan, dan praktik operasional yang lebih baik dapat diterapkan.

Aspek yang Dievaluasi dalam Analisis Kinerja Bangunan Hijau:

Konsumsi Energi: *Ini adalah salah satu aspek utama yang dievaluasi dalam analisis kinerja. Ini mencakup semua bentuk konsumsi energi dalam bangunan, termasuk untuk pemanasan, pendinginan, pencahayaan, dan pengoperasian peralatan. Evaluasi ini dapat dilakukan dengan menganalisis data konsumsi energi historis atau dengan menggunakan pemodelan energi.*

Efisiensi Sistem HVAC: *Sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) merupakan komponen penting dalam konsumsi energi bangunan. Evaluasi efisiensi sistem HVAC melibatkan penilaian terhadap desain, instalasi, dan operasi sistem HVAC untuk memastikan bahwa mereka beroperasi secara optimal dan menggunakan sejumlah kecil energi.*

Penggunaan Teknologi Energi Terbarukan: *Bangunan hijau sering menggunakan teknologi energi terbarukan seperti panel surya, turbin angin, atau sistem geotermal untuk memenuhi sebagian kebutuhan energinya. Analisis kinerja mencakup evaluasi terhadap efektivitas teknologi energi terbarukan dan kontribusinya terhadap kinerja energi keseluruhan bangunan.*

Penggunaan Material Bangunan: *Material bangunan memiliki dampak yang signifikan terhadap kinerja energi bangunan. Evaluasi penggunaan material bangunan melibatkan penilaian terhadap isolasi termal, reflektansi cahaya, dan karakteristik lainnya yang dapat mempengaruhi penggunaan energi bangunan.*

Praktik Operasional: *Praktik operasional sehari-hari, seperti pengaturan suhu ruangan, penggunaan peralatan elektronik, dan manajemen limbah, dapat mempengaruhi kinerja energi bangunan secara keseluruhan. Analisis kinerja melibatkan evaluasi terhadap praktik operasional yang ada dan identifikasi cara untuk meningkatkan efisiensi energi.*

Metode yang Digunakan dalam Analisis Kinerja Bangunan Hijau:

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam melakukan analisis kinerja bangunan hijau dalam konteks kebutuhan energi:

Pemodelan Energi: *Ini melibatkan penggunaan perangkat lunak pemodelan energi seperti EnergyPlus, DesignBuilder, atau OpenStudio untuk membuat model bangunan dan melakukan simulasi untuk mengukur konsumsi energi dan kinerja sistem bangunan dalam berbagai kondisi operasional.*

Analisis Data Historis: *Analisis data historis konsumsi energi bangunan melibatkan pengumpulan dan analisis data konsumsi energi bulanan atau tahunan untuk mengidentifikasi tren dan pola konsumsi energi serta faktor-faktor yang mempengaruhi variasinya.*

Audit Energi: *Audit energi melibatkan pemeriksaan langsung terhadap sistem dan fasilitas bangunan untuk mengidentifikasi potensi penghematan energi dan meningkatkan efisiensi operasional.*

Pengukuran Langsung: *Ini melibatkan penggunaan perangkat pemantauan energi seperti smart meters dan sensor untuk mengukur konsumsi energi secara real-time dan mengidentifikasi area-area di mana penggunaan energi dapat ditingkatkan.*

Membuat perancangan untuk analisis kinerja bangunan hijau dalam konteks kebutuhan energi memerlukan pendekatan yang terstruktur dan komprehensif. Dalam perancangan ini, kita akan membahas langkah-langkah konkret yang perlu diambil untuk merencanakan dan melaksanakan analisis kinerja yang efektif. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diikuti:

1. Menentukan Tujuan Analisis: *Pertama-tama, tentukan tujuan dari analisis kinerja bangunan hijau. Apakah tujuannya untuk mengidentifikasi potensi penghematan energi, mengevaluasi efektivitas teknologi energi terbarukan yang diterapkan, atau membandingkan kinerja energi antara bangunan hijau dengan bangunan konvensional? Menetapkan tujuan yang jelas akan membantu dalam menentukan parameter dan metode analisis yang tepat.*

2. Identifikasi Parameter yang Akan Dinilai: *Selanjutnya, identifikasi parameter-parameter yang akan dinilai dalam analisis kinerja. Ini termasuk konsumsi energi, emisi karbon, efisiensi sistem HVAC, penggunaan material bangunan, kualitas udara dalam ruangan, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi kinerja energi bangunan hijau. Pastikan untuk mempertimbangkan parameter yang relevan dengan tujuan analisis Anda.*

3. Kumpulkan Data: *Kumpulkan data yang diperlukan untuk melakukan analisis kinerja. Ini termasuk data konsumsi energi bulanan atau tahunan, data operasional bangunan, informasi tentang desain dan spesifikasi bangunan, serta data tentang penggunaan material dan teknologi energi terbarukan yang diterapkan. Pastikan untuk mendapatkan data yang akurat dan lengkap untuk memastikan validitas analisis.*

4. Identifikasi Metode Analisis: *Pilih metode analisis yang sesuai dengan tujuan dan parameter yang telah ditetapkan. Metode analisis dapat mencakup pemodelan energi menggunakan perangkat lunak simulasi seperti EnergyPlus atau OpenStudio, analisis data historis*

untuk mengidentifikasi tren dan pola konsumsi energi, atau penggunaan metrik standar seperti LEED atau BREEAM untuk mengevaluasi kinerja energi secara komprehensif.

5. Pemodelan dan Simulasi Energi: Jika memilih pemodelan energi sebagai metode analisis, buat model bangunan yang akurat menggunakan perangkat lunak simulasi energi yang sesuai. Model ini harus mencakup semua aspek bangunan yang mempengaruhi kinerja energi, termasuk sistem HVAC, pencahayaan, isolasi termal, dan ventilasi. Lakukan simulasi untuk mengevaluasi konsumsi energi bangunan dalam berbagai kondisi operasional dan skenario desain.

6. Analisis Data Historis: Jika menggunakan analisis data historis, kumpulkan dan analisis data konsumsi energi bulanan atau tahunan untuk bangunan hijau yang ada. Identifikasi tren dan pola konsumsi energi, serta faktor-faktor yang mempengaruhi variasi dalam konsumsi energi dari waktu ke waktu. Analisis ini dapat memberikan wawasan tentang efektivitas praktik operasional yang ada dan potensi penghematan energi di masa depan.

7. Evaluasi Teknologi Energi Terbarukan: Jika bangunan menggunakan teknologi energi terbarukan, seperti panel surya atau sistem geotermal, lakukan evaluasi terhadap efektivitas dan efisiensi teknologi tersebut. Analisis ini dapat mencakup estimasi potensi energi yang dihasilkan, penghematan energi yang dicapai, dan pengembalian investasi dari penerapan teknologi energi terbarukan tersebut.

8. Interpretasi Hasil dan Pembuatan Rekomendasi: Interpretasikan hasil analisis dan buat rekomendasi untuk meningkatkan kinerja energi bangunan hijau. Identifikasi area-area di mana efisiensi energi dapat ditingkatkan, seperti pengoptimalan sistem HVAC, penggunaan material bangunan yang lebih efisien, atau peningkatan penggunaan energi terbarukan. Buat rencana tindakan yang jelas dan terukur untuk mengimplementasikan rekomendasi tersebut.

9. Komunikasi Hasil: Komunikasikan hasil analisis dan rekomendasi kepada pemangku kepentingan yang relevan, termasuk pemilik bangunan, pengelola fasilitas, arsitek, dan insinyur. Jelaskan temuan Anda dengan jelas dan gambarkan manfaat dari implementasi rekomendasi untuk meningkatkan kinerja energi dan keberlanjutan bangunan hijau.

10. Pemantauan dan Evaluasi Berkelanjutan: Terakhir, lakukan pemantauan dan evaluasi berkelanjutan terhadap kinerja energi bangunan hijau setelah implementasi rekomendasi. Lakukan pengukuran dan analisis secara rutin untuk memastikan bahwa perbaikan yang diusulkan berhasil diimplementasikan dan memberikan dampak yang diharapkan terhadap kinerja energi bangunan hijau.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini dengan cermat dan sistematis, Anda dapat merancang dan melaksanakan analisis kinerja bangunan hijau yang efektif dan menghasilkan rekomendasi yang berharga untuk meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan bangunan hijau.

Penelitian mengenai analisis kinerja bangunan hijau dalam konteks kebutuhan energi memiliki manfaat yang sangat signifikan dalam berbagai aspek, baik dari sudut pandang lingkungan, ekonomi, maupun sosial. Berikut adalah beberapa manfaat penting dari penelitian ini:

1. Meningkatkan Efisiensi Energi: Salah satu manfaat utama dari penelitian ini adalah meningkatkan efisiensi energi bangunan hijau. Dengan memahami bagaimana bangunan

mengonsumsi energi dan mengidentifikasi area-area di mana efisiensi dapat ditingkatkan, kita dapat mengembangkan strategi untuk mengurangi konsumsi energi secara keseluruhan. Ini tidak hanya menghasilkan penghematan energi yang signifikan, tetapi juga mengurangi emisi gas rumah kaca dan membantu dalam mitigasi perubahan iklim.

2. Mengurangi Biaya Operasional: Dengan mengoptimalkan kinerja energi bangunan hijau, pemilik dan pengelola bangunan dapat mengurangi biaya operasional mereka dalam jangka panjang. Penggunaan energi yang lebih efisien berarti pengurangan dalam tagihan listrik, pemanasan, dan pendinginan, yang dapat menghasilkan penghematan biaya yang substansial. Ini merupakan aspek penting dalam pembangunan berkelanjutan, karena dapat membantu mendorong adopsi lebih lanjut dari praktik-praktik yang ramah lingkungan.

3. Meningkatkan Kualitas Hidup: Bangunan hijau yang memiliki kinerja energi yang baik juga cenderung memberikan lingkungan yang lebih sehat dan lebih nyaman bagi penghuninya. Dengan menggunakan sistem ventilasi yang efisien dan material bangunan yang ramah lingkungan, kita dapat meningkatkan kualitas udara dalam ruangan dan mengurangi risiko terhadap kesehatan penghuni. Selain itu, peningkatan penggunaan cahaya alami dan desain termal yang baik dapat menciptakan lingkungan yang lebih nyaman secara termal dan visual.

4. Mendorong Inovasi Teknologi: Penelitian ini juga dapat mendorong inovasi dalam teknologi energi terbarukan dan teknologi efisiensi energi lainnya. Dengan memahami tantangan dan peluang dalam mengoptimalkan kinerja energi bangunan hijau, para peneliti dan praktisi dapat mengembangkan solusi baru dan lebih efektif untuk mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon dalam bangunan. Ini dapat mencakup pengembangan material bangunan baru, teknologi energi terbarukan yang lebih efisien, dan sistem manajemen energi yang lebih pintar.

5. Peningkatan Kesadaran dan Pendidikan: Melalui penelitian ini, kita juga dapat meningkatkan kesadaran dan pemahaman masyarakat tentang pentingnya efisiensi energi dan keberlanjutan dalam pembangunan. Penelitian yang dipublikasikan dan temuan yang dibagikan dapat menjadi sumber informasi yang berharga bagi pemilik bangunan, pengembang, arsitek, dan pemangku kepentingan lainnya dalam industri konstruksi. Hal ini dapat mendorong adopsi lebih lanjut dari praktik-praktik bangunan hijau dan membantu menciptakan masyarakat yang lebih peduli terhadap lingkungan.

6. Pemenuhan Regulasi dan Standar: Penelitian ini juga dapat membantu pemilik bangunan untuk memenuhi regulasi dan standar yang semakin ketat terkait efisiensi energi dan keberlanjutan. Dengan memahami persyaratan dan rekomendasi dari lembaga-lembaga regulasi dan sertifikasi seperti LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) atau BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), pemilik bangunan dapat mengambil langkah-langkah untuk memastikan bahwa bangunan mereka memenuhi standar yang diperlukan.

7. Peningkatan Investasi dan Nilai Properti: Bangunan hijau yang memiliki kinerja energi yang baik cenderung memiliki nilai properti yang lebih tinggi dan menarik bagi investor. Dengan meningkatkan kinerja energi bangunan hijau, kita dapat meningkatkan nilai investasi dalam properti yang berkelanjutan dan mempromosikan pembangunan yang lebih berkelanjutan secara keseluruhan.

8. Kontribusi terhadap Pembangunan Berkelanjutan: Yang tidak kalah pentingnya, penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pembangunan berkelanjutan secara global. Dengan mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon dari bangunan, kita dapat membantu menjaga keseimbangan ekologis dan menciptakan lingkungan yang lebih berkelanjutan bagi generasi mendatang.

Dengan memperhatikan manfaat-manfaat tersebut, penelitian mengenai analisis kinerja bangunan hijau dalam konteks kebutuhan energi adalah investasi yang berharga dan penting dalam mendukung pembangunan berkelanjutan dan mitigasi perubahan iklim.

Kesimpulan

Analisis kinerja bangunan hijau dalam konteks kebutuhan energi adalah langkah penting dalam memastikan bahwa bangunan hijau tidak hanya memenuhi standar keberlanjutan yang ditetapkan, tetapi juga efektif dalam mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon. Dengan menerapkan rekomendasi yang diusulkan dan terus melakukan pemantauan dan evaluasi berkelanjutan, kita dapat memastikan bahwa bangunan hijau menjadi kontributor yang signifikan dalam upaya menuju energi yang lebih bersih, lebih berkelanjutan, dan lebih ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Lubis, Z., & Lubis, A. H. (2017). *Panduan Praktis Praktikum SPSS*.
- Siahaan, A. P. U. (2017). *Implementation of Fuzzy Tsukamoto Algorithm in Determining Work Feasibility*.
- Larasati, D. A. (2022). *Penerapan Metode KNN dan Ekstraksi Ciri GLCM Dalam Klasifikasi Citra Ikan Berformalin*.
- LARASATI, D. (2020). *Uji Kuat Tekan dan Uji Kuat Lentur Beton dengan Campuran Limbah Plastik sebagai Bahan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada)*.
- Larasati, D. A. (2020). *Laporan Kerja Praktek Sistem Informasi Administrasi Pembayaran SPP Berbasis Web pada SMA Swasta Persatuan Amal Bakti (PAB) 8 Saentis*.
- Girsang, N. D. (2022). *Klasifikasi Jenis Hiou Simalungun Sumatera Utara Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Girsang, N. D. (2021). *Laporan Kerja Praktek Perancangan Sistem Informasi Absensi Karyawan dengan QR Code Berbasis Web pada PT Salim Ivomas Pratama Tbk*.
- Girsang, N. D. (2021, February). *Classification Of Batik Images Using Multilayer Perceptron With Histogram Of Oriented Gradient Feature Extraction*. In *Proceeding International Conference on Science and Engineering (Vol. 4, pp. 197-204)*.
- GIRSANG, N. D. (2023). *PERANCANGAN SISTEM INFORMASI ABSENSI KARYAWAN DENGAN QR CODE BERBASIS WEB PADA PT. SALIM IVOMAS PRATAMA Tbk*. *Circle Archive*, 1(1).
- GIRSANG, N. D. (2022). *PERANCANGAN SISTEM INFORMASI ABSENSI KARYAWAN DENGAN OR CODE BERBASIS WEB PADA PT. SALIM IVOMAS PRATAMA Tbk. PADA PERUSAHAAN/INSTANSI PT. SALIM IVOMAS PRATAMA Tbk*. *Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*, 1(2).
- WARUWU, B. M., & Harahap, G. Y. (2022). *PENGERJAAN ABUTMENT PADA PROYEK PENGGANTIAN JEMBATAN IDANO EHO–DESA SIFOROASI–KECAMATAN AMANDRAYA–KABUPATEN NIAS SELATAN*. *Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*, 1(3).
- Waruwu, B. M. (2022). *LKP Pengerjaan Abutment pada Proyek Penggantian Jembatan Idano Eho-Desa Siforoasi-Kecamatan Amandraya-Kabupaten Nias Selatan*. *Universitas Medan Area*.
- Waruwu, B. M. (2023). *Pengaruh Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Keberhasilan Proyek (Studi Kasus Pembangunan Irian Supermarket) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Sinaga, A. S. (2019). *Peranan Motivasi Kerja dalam Kinerja Pegawai pada Kantor Kecamatan Tanjungbalai Utara Kota Tanjungbalai*.
- SINAGA, A. S. *Kata Kunci: Motivasi, Kinerja Pegawai, Kecamatan Tanjungbalai Utara*.
- Pratama, R. (2021). *LKP Proyek Pembangunan Living Plaza Medan*. *Universitas Medan Area*.
- PRATAMA, R., & Harahap, G. Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN LIVING PLAZA MEDAN*. *Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*, 1(3).
- Harahap, U., & Syarif, Y. (2009). *Sistem Kontrol Mesin Es Tube PT Central Windu Sejati*.
- Zahara, F. (2012). *Hubungan Dukungan Sosial Orangtua dan Motivasi Belajar dengan Kemandirian Belajar Siswa di SMA Negeri 7 Medan*.
- MARPAUNG, A. D., & Harahap, G. Y. (2022). *PEMBANGUNAN PLTA PEUSANGAN 1 & 2 HYDROELECTRIC POWER PLANT CONTRUCTION PROJECT 88 MW–PENSTOCK LINE ACEH TENGAH*. *Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*, 1(3).
- Marpaung, A. D. (2022). *Laporan Praktik Kerja Lapangan Pembangunan PLTA Peusangan 1 dan 2 Hydroelectric Power Plant Contruction Project 88 MW-Penstock Line Aceh Tengah*. *Universitas Medan Area*.
- Santoso, M. H., Hutabarat, K. I., Wuri, D. E., & Lubis, J. H. (2020). *Smart Industry Inkubator Otomatis Produk Pengering Ikan Asin Berbasis Arduino*. *Jurnal Mahajana Informasi*, 5(2), 45-53.
- Siregar, M. F. (2014). *Simulasi Filter Pasif Single Tuned untuk Mereduksi Harmonisa pada Personal Computer (PC) (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.
- Riana, P., Muhammad, F., Hadi, I. K., Mahyuzar, M., & Walid, H. *Planning of Brick Raw Material Supply Based on Available Land Volume in Brick Business*.
- Fazri, M., & Puspita, R. (2015). *Perencanaan Jumlah Distribusi Pemasaran Sebagai Pendukung Peningkatan Penjualan Produk Sumpit PT. Candi Kekal Jaya Co. Ltd*. *Industrial Engineering Journal*, 4(1).
- Panggabean, N. H. (2022). *Pengaruh Psychological Well-Being dan Kepuasan Kerjaterhadap Stres Kerja Anggota Himpunan Penerjemah Indonesia (HPI) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Zuhanda, M. K. (2016). *Teknik Linierisasi untuk Persoalan Program Kuadrat Nol-Satu (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.
- Zuhanda, M. K. (2022). *Model Optimisasi Rantai Pasok Distribusi Logistik dalam Konteks E-Commerce (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.

- OKTAVIANI, R., & Syarif, Y. (2022). PROYEK PEMBANGUNAN MERCU PADA BENDUNGAN LAU SIMEME SIBIRU-BIRU-DELISERDANG SUMATERA UTARA. *Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*, 1(3).
- Akbar, A. (2021). *Collaborative spatial learning for improving public participation practice in Indonesia*.
- Wahyuni, S., Akbar, A., Khaliq, A., & Akbar, A. (2023). WEB-BASED APPLICATION FOR SEA PRODUCTS TRADING TO INCREASE FISHERMEN'S INCOME IN SECANGGAN VILLAGE. *PROSIDING UNIVERSITAS DHARMAWANGSA*, 3(1), 736-745.
- Maulana, S., & Nasution, A. M. *Analysis of Passive Cooling Strategy on Small Housing in Tropical Climate*.
- Muflih, A. (2015). *Stadion Sepak Bola di Medan Tema Arsitektur High Tech*.
- Zalukhu, R. (2021). *Perancangan Hotel Resort di Kabupaten Nias Utara dengan Tema Arsitektur Kontekstual (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Nasution, A. B., & Nasution, A. M. (2021). *Perancangan Gelanggang Olah Raga Renang, Loncat Indah, Renang Indah Dan Polo Air, Bertema Arsitektur Futuristik*.
- Nasution, A. M. (2019). *Perancangan Medan Islamic Center dengan Tema Arsitektur Modern (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Nasution, A. P. (2020). *Perencanaan Pengembangan Pasar Tradisional Sukaramai Medan Dengan Tema Arsitektur Tropis (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Sembiring, A., & Lestari, Y. D. *Pengaruh Konfigurasi Arsitektur Dan Inisialisasi Bobot dan Bias Terhadap Unjuk Kerja Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*.
- Ultari, M. V., Hasibuan, A. Z., & Sembiring, A. JENDELA OTOMATIS MENGGUNAKAN RANTAI ELEKTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER.
- Sembiring, A. (2018). *PELATIHAN DESAIN GRAFIS DAN PERCETAKAN UNTUK WIRAUSAHA DALAM RANGKA MENINGKATKAN KEMANDIRIAN SISWA SMK. Pengabdian Masyarakat*, 1(1).
- Harahap, G. Y. (2020). *Instilling Participatory Planning in Disaster Resilience Measures: Recovery of Tsunami-affected Communities in Banda Aceh, Indonesia. Budapest International Research in Exact Sciences (BirEx) Journal*, 2(3), 394-404.
- Harahap, G. Y. (2004). *Decentralization and its Implications on the development of Housing in Medan*.
- Barky, N. Y. (2020). *Laporan Kerja Praktek II Revitalisasi Gedung Kantor Gubernur Sumatera Utara*.
- Harahap, G. Y. (2001). *Taman Bermain Anak-Anak di Medan Tema Arsitektur Perilaku (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Harahap, G. Y. (2013). *Community Enhancement Through Participatory Planning: A Case of Tsunami-disaster Recovery of Banda Aceh City, Indonesia (Doctoral dissertation, Universiti Sains Malaysia)*.
- LUMBANRAJA, W., & Harahap, G. Y. (2022). PROYEK PEMBANGUNAN IRIAN SUPERMARKET TEMBUNG-PERCUT SEI TUAN SUMATERA UTARA. *Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*, 1(3).
- Syarif, Y. (2018). *Rancangan Power Amplifier Untuk Alat Pengukur Transmission Loss Material Akustik Dengan Metode Impedance Tube. JOURNAL OF ELECTRICAL AND SYSTEM CONTROL ENGINEERING*, 1(2).
- Tavip, J., & Syarif, Y. (2010). *Sistem Pengontrolan Pendingin Ruangan Berdasarkan Jumlah Pengunjung*.
- Syamsudin, Z., Makkulau, A., & Nizar, L. (2016). *Evaluasi perencanaan kelistrikan. Sutet*, 6(1), 28-34.
- Syarif, Y., & Bahri, Z. (2013). *Rancang Bangun Traffic Light Menggunakan Sensor Reflective Berbasis Programmable Logic Control (PLC) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Syarif, Y., & Harahap, U. (2010). *Study Pemakaian Motor Induksi 3 Fasa Sebagai Penggerak Pompa Pembuangan Limbah (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Bahri, Z., & Syarif, Y. (2008). *STUDY PANEL KONTROL UNTUK MOTOR INDUKSI 3 PASHE 330 HP 380 VOLT, DIKOPEL PADA POMPA PENDISTRIBUSIAN AIR MINUM Aplikasi Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM TIRTANADI instalasi DELI TUA*.
- Swandana, M., & Syarif, Y. (2003). *Studi Perbandingan Rugi-Rugi Pada Motor Induksi Yang Di Catu Dengan Inverter Sumber Arus (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Amin, M., & Syarif, Y. (2002). *Studi Manajemen Dalam Sistem Tenaga Listrik (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Amin, M., & Syarif, Y. (2001). *Permasalahan Teknik Sistem Pertanahan Distribusi dan Jaringan Listrik (Doctoral dissertation)*.
- Umroh, B. (2019, May). *The Optimum Cutting Condition when High Speed Turning of Aluminum Alloy using Uncoated Carbide. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 505, No. 1, p. 012041). IOP Publishing*.
- Darianto, D. (2022). *E-Customer Relationship Management dan Kualitas Layanan Sebagai Variabel Intervening Trust, Citra Merek dan Kontrol Keperilakuan Terhadap Kepuasan Mahasiswa Program Studi S1 Akuntansi Perguruan Tinggi Swasta di Kabupaten Lamongan.(E-Customer Relationship Management and Service Quality as Intervening Trust Variables, Brand Image and Behavioral Control*

- on Student Satisfaction in Study Program S1 Accounting Private Higher Education in Lamongan District) (Doctoral dissertation, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).*
- Darianto, D. (2018).*
- Idris, M., Nasution, F. K., Harahap, U. N., Simanjuntak, R. K., & Pranoto, S. (2018, March). Manufacture of mold of polymeric composite water pipe reinforced charcoal. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 126, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.*
- Umroh, B. (2020). Pkm Usaha Pengolahan Keripik Sanjai Balado Dalam Menghadapi Masalah Produktivitas Di Kecamatan Medan Amplas Kota Medan Provinsi Sumatera Utara. Amaliah: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat, 4(1), 91-98.*
- Ramdan, D., Umroh, B., Elapri, B. Y., & Munthe, I. S. (2022). Optimalisasi Perancangan Paket Plastic Ball Grid Array (PBGA) Melalui Pengamatan Perilaku Fluid Structure Interaction (FSI) pada Proses Injections Molding. Universitas Medan Area.*