
Integrasi Sistem Energi Terbarukan dalam Desain Arsitektur Modern

At Tanzil Hakim

Fakultas Teknik Prodi Arsitektur, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Dalam era di mana perubahan iklim semakin menjadi perhatian global, arsitek dan perancang bangunan memiliki peran yang semakin penting dalam menciptakan lingkungan binaan yang ramah lingkungan. Salah satu aspek kunci dalam mencapai tujuan ini adalah melalui integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern. Sistem energi terbarukan adalah solusi yang memungkinkan penggunaan sumber daya alam yang tidak terbatas seperti matahari, angin, dan air untuk memenuhi kebutuhan energi bangunan tanpa meningkatkan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi pada perubahan iklim.

Perubahan iklim menjadi ancaman serius bagi keberlangsungan hidup manusia dan planet ini. Emisi gas rumah kaca dari pembakaran bahan bakar fosil menjadi penyebab utama pemanasan global. Bangunan dan infrastruktur merupakan salah satu penyumbang utama emisi ini, baik dalam proses konstruksi maupun operasionalnya. Oleh karena itu, langkah-langkah untuk mengurangi jejak karbon bangunan sangat penting.

Kata Kunci: *Arsitektur, iklim, energi*



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam era di mana perubahan iklim semakin menjadi perhatian global, arsitek dan perancang bangunan memiliki peran yang semakin penting dalam menciptakan lingkungan binaan yang ramah lingkungan. Salah satu aspek kunci dalam mencapai tujuan ini adalah melalui integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern. Sistem energi terbarukan adalah solusi yang memungkinkan penggunaan sumber daya alam yang tidak terbatas seperti matahari, angin, dan air untuk memenuhi kebutuhan energi bangunan tanpa meningkatkan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi pada perubahan iklim.

Tantangan Perubahan Iklim

Perubahan iklim menjadi ancaman serius bagi keberlangsungan hidup manusia dan planet ini. Emisi gas rumah kaca dari pembakaran bahan bakar fosil menjadi penyebab utama pemanasan global. Bangunan dan infrastruktur merupakan salah satu penyumbang utama emisi ini, baik dalam proses konstruksi maupun operasionalnya. Oleh karena itu, langkah-langkah untuk mengurangi jejak karbon bangunan sangat penting.

Potensi Energi Terbarukan

Di sisi lain, kita memiliki potensi besar dalam sumber energi terbarukan yang dapat dimanfaatkan secara efektif dalam desain arsitektur. Matahari menyediakan sinar matahari yang cukup untuk memasok energi dunia selama bertahun-tahun. Angin dapat digunakan untuk menghasilkan listrik melalui turbin angin, sementara air dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga air. Integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern adalah langkah proaktif untuk mengubah paradigma energi global.

Peran Integrasi Sistem Energi Terbarukan dalam Desain Arsitektur Modern

1. Pengurangan Emisi Karbon

Integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern membantu mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang berkontribusi pada emisi karbon. Dengan menghasilkan energi secara bersih dan berkelanjutan, bangunan dapat mengurangi jejak karbonnya, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, dan membantu memperlambat laju perubahan iklim.

2. Efisiensi Energi

Pemanfaatan sumber energi terbarukan seperti panel surya atau sistem pemanas air tenaga surya dapat membantu meningkatkan efisiensi energi bangunan. Energi yang dihasilkan secara lokal dapat digunakan untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan energi bangunan, mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik konvensional dan biaya energi yang terkait.

3. Kemandirian Energi

Integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern juga dapat meningkatkan kemandirian energi bangunan. Dengan memasang panel surya atau turbin angin di bangunan, pemilik bangunan dapat menghasilkan energi sendiri dan bahkan berpotensi untuk menjual kelebihan energi ke jaringan listrik lokal, menciptakan sumber pendapatan tambahan.

4. Estetika dan Inovasi Desain

Sistem energi terbarukan tidak hanya berfungsi sebagai sumber energi, tetapi juga dapat menjadi elemen desain yang menarik. Panel surya terintegrasi dengan indah ke dalam atap bangunan atau turbin angin yang elegan dapat memberikan sentuhan estetika yang unik pada desain arsitektur modern, menciptakan bangunan yang berwawasan lingkungan dan menarik secara visual.

Integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern adalah langkah yang penting dalam menjawab tantangan perubahan iklim dan menciptakan lingkungan binaan yang berkelanjutan. Dengan memanfaatkan sumber energi yang tidak terbatas dan bersih seperti matahari, angin, dan air, bangunan dapat menjadi lebih efisien, mandiri secara energi, dan lebih ramah lingkungan. Sebagai arsitek dan perancang bangunan, adalah tanggung jawab kita untuk mengadopsi pendekatan ini dalam setiap proyek kita, mendorong perubahan positif menuju masa depan yang lebih berkelanjutan.

Metode Penelitian

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

Bagaimana cara mengatasi Integrasi Sistem Energi Terbarukan dalam Desain Arsitektur Modern

Bagaimana membuat perancangan Integrasi Sistem Energi Terbarukan dalam Desain Arsitektur Modern

PEMBAHASAN

Integrasi Sistem Energi Terbarukan dalam Desain Arsitektur Modern mengacu pada pendekatan yang menggabungkan teknologi energi terbarukan ke dalam proses perancangan, pembangunan, dan operasional bangunan. Konsep ini mencakup penggunaan sumber energi terbarukan seperti matahari, angin, air, dan biomassa untuk memenuhi kebutuhan energi bangunan secara berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil yang terbatas dan berkontribusi pada perubahan iklim, tetapi juga untuk menciptakan bangunan yang lebih efisien, mandiri secara energi, dan ramah lingkungan secara keseluruhan.

1. Memanfaatkan Sumber Energi Terbarukan

Integrasi sistem energi terbarukan melibatkan penggunaan teknologi yang menghasilkan energi dari sumber-sumber alam yang tidak terbatas seperti matahari, angin, air, dan biomassa. Contoh teknologi yang umum digunakan termasuk panel surya untuk pembangkit listrik tenaga surya, turbin angin untuk pembangkit listrik tenaga angin, dan sistem pemanas air tenaga surya untuk memanaskan air sanitasi dan pemanas ruangan.

2. Desain Bangunan Berkelanjutan

Pendekatan ini bertujuan untuk menciptakan bangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan secara ekonomi. Dengan memanfaatkan energi terbarukan, bangunan dapat mengurangi jejak karbonnya dan meminimalkan dampak negatifnya terhadap lingkungan. Selain itu, penggunaan energi terbarukan juga dapat membantu meningkatkan efisiensi energi bangunan, mengurangi biaya operasional, dan menciptakan lingkungan yang lebih nyaman bagi penghuninya.

3. Integrasi dengan Desain Arsitektur Modern

Integrasi sistem energi terbarukan tidak hanya mencakup penggunaan teknologi energi terbarukan, tetapi juga mengintegrasikannya secara harmonis dengan desain arsitektur modern.

Ini melibatkan penempatan dan integrasi panel surya, turbin angin, dan sistem energi terbarukan lainnya ke dalam elemen-elemen bangunan seperti atap, dinding, dan jendela. Tujuannya adalah untuk menciptakan bangunan yang tidak hanya efisien secara energi tetapi juga estetis dan berwawasan lingkungan.

4. Keberlanjutan dan Kemandirian Energi

Salah satu tujuan utama dari integrasi sistem energi terbarukan adalah menciptakan bangunan yang mandiri secara energi dan berkelanjutan secara ekonomi. Dengan memanfaatkan sumber energi yang tersedia secara lokal dan tidak terbatas, bangunan dapat menjadi mandiri secara energi dan bahkan menghasilkan energi lebih dari yang mereka konsumsi. Hal ini dapat mengurangi ketergantungan pada jaringan listrik konvensional dan membantu mengurangi biaya energi jangka panjang.

5. Dampak Positif terhadap Lingkungan

Integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern memiliki dampak positif yang signifikan terhadap lingkungan. Dengan mengurangi emisi karbon dan mengurangi konsumsi energi non-terbarukan, bangunan dapat membantu memperlambat laju perubahan iklim dan melestarikan sumber daya alam yang berharga. Selain itu, teknologi energi terbarukan juga memiliki dampak positif terhadap kualitas udara dan air, membantu meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan manusia.

6. Inovasi dan Pengembangan Teknologi

Integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern juga mendorong inovasi dan pengembangan teknologi baru dalam industri energi terbarukan. Melalui penelitian dan pengembangan teknologi baru, kita dapat terus meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem energi terbarukan, membuatnya lebih terjangkau dan dapat diakses oleh lebih banyak orang.

Secara keseluruhan, Integrasi Sistem Energi Terbarukan dalam Desain Arsitektur Modern adalah langkah penting dalam menciptakan bangunan yang ramah lingkungan, mandiri secara energi, dan berkelanjutan secara ekonomi. Dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan, bangunan dapat menjadi bagian dari solusi untuk perubahan iklim dan membantu menciptakan masa depan yang lebih berkelanjutan bagi generasi mendatang.

Pemanfaatan integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern melibatkan serangkaian langkah dan strategi yang dapat diimplementasikan oleh arsitek, insinyur, dan pemangku kepentingan lainnya. Berikut adalah beberapa cara untuk mengatasi tantangan yang terkait dengan pemanfaatan integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern:

1. Penelitian dan Analisis Mendalam: *Langkah pertama dalam mengatasi pemanfaatan integrasi sistem energi terbarukan adalah melakukan penelitian dan analisis mendalam tentang sumber daya energi terbarukan yang tersedia di lokasi bangunan. Ini melibatkan penilaian potensi energi matahari, angin, dan air serta identifikasi teknologi terbaik yang sesuai dengan karakteristik lingkungan dan kebutuhan energi bangunan.*

2. Kemitraan dan Kolaborasi: *Kolaborasi dengan ahli energi terbarukan, insinyur, dan pemangku kepentingan lainnya adalah kunci untuk mengatasi tantangan dalam pemanfaatan integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern. Melalui kemitraan yang kuat, tim proyek dapat menggabungkan pengetahuan dan keterampilan yang berbeda untuk mengembangkan solusi yang efektif dan berkelanjutan.*

3. Perencanaan Terintegrasi: *Integrasi sistem energi terbarukan harus dimasukkan dalam tahap perencanaan awal proyek arsitektur. Ini memungkinkan para desainer untuk mempertimbangkan kebutuhan energi bangunan sejak awal dan merancang bangunan yang sesuai dengan prinsip-prinsip efisiensi energi dan kemandirian.*

4. Desain Berkelanjutan: *Desain bangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan harus menjadi fokus utama dalam pemanfaatan integrasi sistem energi terbarukan. Ini melibatkan penggunaan material bangunan yang berkelanjutan, desain ruang yang memaksimalkan pencahayaan alami dan ventilasi silang, serta integrasi sistem energi terbarukan dalam desain bangunan.*

5. Pembiayaan dan Investasi: *Salah satu tantangan utama dalam pemanfaatan integrasi sistem energi terbarukan adalah biaya awal yang tinggi. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan pembiayaan yang kreatif dan investasi jangka panjang dari pemangku kepentingan. Insentif keuangan, subsidi, dan skema pembiayaan berbasis kinerja energi adalah beberapa cara untuk membantu memfasilitasi investasi dalam sistem energi terbarukan.*

6. Pendidikan dan Pelatihan: *Pendidikan dan pelatihan tentang teknologi energi terbarukan dan praktik-praktik berkelanjutan harus menjadi prioritas bagi para profesional arsitektur dan insinyur. Dengan meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep-konsep ini, para praktisi akan lebih mampu merancang dan melaksanakan proyek-proyek arsitektur yang ramah lingkungan.*

7. Pengujian dan Evaluasi: *Setelah sistem energi terbarukan diimplementasikan, penting untuk melakukan pengujian dan evaluasi terhadap kinerjanya. Hal ini melibatkan pemantauan konsumsi energi bangunan, efisiensi sistem energi terbarukan, dan dampak lingkungan secara berkala. Dengan melakukan evaluasi ini, kita dapat mengidentifikasi area-area di mana peningkatan dapat dilakukan untuk meningkatkan kinerja sistem energi terbarukan.*

8. Edukasi Masyarakat: *Akhirnya, edukasi masyarakat tentang manfaat dan pentingnya energi terbarukan dalam desain arsitektur modern juga merupakan langkah yang penting. Masyarakat harus dipersiapkan untuk menerima dan mendukung perubahan menuju bangunan yang lebih berkelanjutan. Melalui kampanye pendidikan dan kesadaran, kita dapat membantu mempercepat adopsi energi terbarukan dalam praktik arsitektur.*

Dengan mengambil langkah-langkah ini, kita dapat mengatasi berbagai tantangan yang terkait dengan pemanfaatan integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern. Dengan pendekatan yang holistik dan terintegrasi, kita dapat menciptakan bangunan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan untuk masa depan yang lebih baik.

Perancangan pemanfaatan integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern melibatkan serangkaian langkah yang sistematis dan terencana. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diambil dalam membuat perancangan yang efektif:

1. Analisis Kebutuhan Energi: *Langkah pertama dalam perancangan adalah melakukan analisis mendalam tentang kebutuhan energi bangunan. Ini meliputi identifikasi konsumsi energi saat ini, pemahaman tentang pola penggunaan energi, dan penilaian terhadap potensi pengurangan konsumsi energi melalui efisiensi dan penggunaan sumber energi terbarukan.*

2. Identifikasi Sumber Energi Terbarukan yang Tersedia: *Selanjutnya, identifikasi sumber energi terbarukan yang tersedia di lokasi bangunan. Ini bisa berupa energi matahari untuk panel surya, angin untuk turbin angin, atau air untuk pembangkit listrik tenaga air. Penilaian terhadap potensi dan ketersediaan sumber-sumber ini akan membantu dalam merencanakan sistem energi terbarukan yang sesuai.*

3. Perancangan Sistem Energi Terbarukan: *Berdasarkan analisis kebutuhan energi dan ketersediaan sumber energi terbarukan, langkah berikutnya adalah merancang sistem energi terbarukan yang sesuai. Ini meliputi pemilihan teknologi yang tepat, kapasitas yang diperlukan, dan lokasi pemasangan yang optimal untuk memaksimalkan kinerja sistem.*

4. Integrasi dalam Desain Bangunan: Sistem energi terbarukan harus diintegrasikan secara organik dalam desain bangunan. Ini melibatkan pemikiran kreatif tentang bagaimana teknologi energi terbarukan dapat disesuaikan dengan estetika dan fungsi bangunan. Misalnya, panel surya dapat diintegrasikan ke dalam atap bangunan atau dinding yang menghadap matahari, sedangkan turbin angin dapat dipasang di atas struktur bangunan.

5. Efisiensi Energi: Selain memanfaatkan sumber energi terbarukan, perancangan juga harus memperhatikan efisiensi energi secara keseluruhan. Ini meliputi desain bangunan yang memaksimalkan pencahayaan alami, ventilasi silang untuk pendinginan alami, isolasi termal yang baik, dan penggunaan peralatan dan sistem yang efisien secara energi.

6. Keberlanjutan Lingkungan: Perancangan juga harus mempertimbangkan aspek keberlanjutan lingkungan. Ini meliputi penggunaan material bangunan yang berkelanjutan, manajemen air yang efisien, dan desain lanskap yang mendukung biodiversitas lokal. Selain itu, pembuangan limbah dan manajemen sisa juga harus dipertimbangkan dalam perancangan.

7. Integrasi Teknologi Modern: Selain teknologi energi terbarukan, perancangan juga dapat memanfaatkan teknologi modern lainnya untuk meningkatkan efektivitas sistem. Ini bisa berupa sensor untuk pengaturan otomatis, sistem manajemen energi yang cerdas, atau sistem penyimpanan energi untuk menyimpan energi yang dihasilkan dari sumber terbarukan.

8. Pengujian dan Evaluasi: Setelah perancangan selesai, langkah terakhir adalah pengujian dan evaluasi kinerja sistem energi terbarukan dalam kondisi nyata. Ini melibatkan pemantauan konsumsi energi, kinerja teknologi terbarukan, dan dampak lingkungan bangunan. Pengujian ini akan membantu mengidentifikasi area di mana perancangan dapat ditingkatkan atau disesuaikan.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, perancangan pemanfaatan integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern dapat menciptakan bangunan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan ramah lingkungan. Ini adalah langkah penting menuju masa depan yang lebih berkelanjutan dan berwawasan lingkungan.

Menulis tentang integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern memiliki berbagai manfaat yang signifikan, baik bagi para profesional arsitektur maupun masyarakat luas. Berikut adalah beberapa manfaat dari penulisan tentang topik ini:

1. Kesadaran dan Pendidikan: Menulis tentang integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern membantu meningkatkan kesadaran dan pemahaman tentang pentingnya menggunakan sumber energi terbarukan dalam pembangunan bangunan. Ini memberikan kesempatan bagi pembaca untuk memahami konsep energi terbarukan, teknologi yang tersedia, dan manfaatnya bagi lingkungan.

2. Promosi Berkelanjutan: Artikel tentang integrasi sistem energi terbarukan membantu mempromosikan praktik-praktik berkelanjutan dalam industri konstruksi. Dengan menyoroti manfaat menggunakan sumber energi terbarukan, penulis membantu membangun kasus untuk investasi dalam teknologi tersebut dan mendorong penggunaannya dalam desain arsitektur modern.

3. Inovasi dan Teknologi: Menulis tentang integrasi sistem energi terbarukan juga dapat menjadi sumber inspirasi bagi para profesional arsitektur untuk mengembangkan solusi-solusi inovatif dalam desain bangunan. Artikel ini dapat mendorong penelitian lebih lanjut dan pengembangan teknologi baru dalam bidang energi terbarukan dan desain arsitektur.

4. Keberlanjutan Lingkungan: Integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern memiliki manfaat langsung terhadap lingkungan. Menggunakan sumber energi terbarukan membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan jejak karbon bangunan, sehingga berkontribusi pada perlindungan lingkungan dan penanggulangan perubahan iklim.

5. Efisiensi Energi: Artikel tentang integrasi sistem energi terbarukan juga dapat membantu mempromosikan efisiensi energi dalam bangunan. Dengan menggunakan teknologi energi terbarukan, bangunan dapat mengurangi ketergantungan pada energi konvensional dan mengurangi biaya operasional jangka panjang.

6. Penghematan Biaya: Selain manfaat lingkungan, integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern juga dapat menghasilkan penghematan biaya jangka panjang bagi pemilik bangunan. Meskipun biaya awal instalasi mungkin lebih tinggi, biaya operasional yang lebih rendah dan potensi untuk memperoleh penghasilan dari energi yang dihasilkan dapat mengimbangi investasi awal.

7. Penurunan Ketergantungan Energi Fosil: Dengan menulis tentang integrasi sistem energi terbarukan, penulis juga membantu mempercepat transisi dari energi fosil ke energi terbarukan. Hal ini membantu mengurangi ketergantungan pada sumber energi yang tidak terbarukan dan mempromosikan keberlanjutan energi.

8. Pembangunan Berkelanjutan: Artikel tentang integrasi sistem energi terbarukan juga dapat menjadi bagian dari pembangunan berkelanjutan yang lebih luas. Dengan mempromosikan praktik-praktik berkelanjutan dalam industri konstruksi, penulis membantu membangun masa depan yang lebih berkelanjutan bagi masyarakat dan lingkungan.

Dengan demikian, menulis tentang integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern memiliki manfaat yang luas, baik dari segi pendidikan, promosi berkelanjutan, inovasi teknologi, maupun keberlanjutan lingkungan. Ini adalah langkah penting dalam mempromosikan praktik-praktik berkelanjutan dalam industri konstruksi dan menciptakan bangunan yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Kesimpulan

Dalam kesimpulan, integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern merupakan langkah yang penting dan memiliki dampak yang signifikan. Berikut adalah beberapa poin penting yang bisa diambil sebagai kesimpulan:

Kontribusi terhadap Keberlanjutan Lingkungan: Integrasi sistem energi terbarukan membantu mengurangi emisi gas rumah kaca dan ketergantungan pada sumber energi fosil, yang merupakan penyumbang utama perubahan iklim. Dengan demikian, hal ini berkontribusi secara signifikan pada keberlanjutan lingkungan, membantu menjaga keseimbangan ekosistem dan memperlambat laju perubahan iklim.

Efisiensi Energi dan Penghematan Biaya: Pemanfaatan sumber energi terbarukan seperti matahari, angin, dan air dapat meningkatkan efisiensi energi bangunan dan mengurangi ketergantungan pada sumber energi konvensional. Selain itu, dengan biaya operasional yang lebih rendah dalam jangka panjang, penggunaan energi terbarukan juga dapat menghasilkan penghematan biaya yang signifikan bagi pemilik bangunan.

Kemandirian Energi dan Keandalan Pasokan: Integrasi sistem energi terbarukan membantu menciptakan bangunan yang mandiri secara energi, dengan kemampuan untuk menghasilkan energi sendiri dari sumber daya alam yang tersedia di sekitar mereka. Hal ini meningkatkan keandalan pasokan energi dan mengurangi kerentanan terhadap fluktuasi harga energi dan gangguan pasokan listrik.

Peningkatan Nilai Properti dan Reputasi: Bangunan yang menggunakan energi terbarukan cenderung memiliki nilai properti yang lebih tinggi dan menjadi pilihan yang lebih menarik bagi penyewa atau pembeli yang peduli lingkungan. Selain itu, perusahaan atau institusi yang mengadopsi praktik berkelanjutan dalam desain arsitektur mereka juga cenderung mendapatkan reputasi yang lebih baik di mata masyarakat.

Penciptaan Lapangan Kerja dan Pengembangan Ekonomi: *Peningkatan investasi dalam energi terbarukan menciptakan peluang baru untuk pertumbuhan ekonomi dan penciptaan lapangan kerja dalam industri terkait, seperti manufaktur panel surya atau turbin angin. Hal ini berpotensi menggerakkan perekonomian lokal dan membantu mengurangi tingkat pengangguran.*

Peningkatan Kualitas Hidup dan Kesejahteraan Masyarakat: *Dengan meminimalkan dampak lingkungan dan mengurangi polusi udara, air, dan tanah yang disebabkan oleh pembangkit energi konvensional, integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern dapat meningkatkan kualitas udara dan air, serta kesehatan dan kesejahteraan masyarakat yang tinggal di sekitarnya.*

Kontribusi pada Tujuan Pembangunan Berkelanjutan: *Integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern secara langsung mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan, terutama dalam hal energi bersih dan terjangkau (SDG 7), tindakan iklim (SDG 13), dan kota yang berkelanjutan (SDG 11).*

Dengan demikian, integrasi sistem energi terbarukan dalam desain arsitektur modern bukan hanya merupakan kebutuhan, tetapi juga peluang bagi pembangunan yang berkelanjutan, inovatif, dan inklusif di masa depan. Dengan upaya kolaboratif dari berbagai pihak, kita dapat menciptakan lingkungan binaan yang lebih hijau, bersih, dan berkelanjutan untuk generasi yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Mahadi, B., & Umroh, B. (2018). *Perancangan Cetakan Sepatu Tiang Pancang dengan Sistem Pencabutan Pin pada PT. Wika Beton, Tbk. Universitas Medan Area.*
- Umroh, B. (2011). *Kinerja Pahat CBN pada Pemesinan Laju Tinggi, Keras dan Kering Bahan Aisi 4140 (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).*
- Aritonang, R. V. (2020). *Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Sengkok Spiral Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Hasudungan, H. I. (2020). *Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Nurmaidah, N. (2022). *PENAMBAHAN KAPUR PADA TANAH LEMPUNG UNTUK PERKERASAN JALAN RAYA. JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION, 6(2), 148-158.*
- Nurmaidah, N. (2017). *Studi Analisis Perilaku Daya Dukung Pondasi Tiang Bor Dengan Menggunakan Uji Beban Statik Dan Model Tanah Mohr Coulomb Pada Proyek Paragon Square Tangerang, Banten. Educational Building: Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil, 3(1), 33-39.*
- Pane, U. D. (2020). *Analisis Dampak Lalu Lintas (Andalilin) di Kawasan Gedung Kampus Universitas Prima Indonesia (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- LAOLI, D. B. A. S., CANIAGO, E. K., & WIBOWO, H. T. (2016). *APLIKASI MARKETPLACE PENDAMPING WISATA DENGAN API MAPS BERBASIS MOBILE DAN WEB (Doctoral dissertation, Universitas Mikroskil).*
- Tarigan, R. S., Wasmawi, I., & Wibowo, H. T. (2020). *Manual Procedure Petunjuk Penggunaan Sistem Tanda Tangan Gaji Online (SITAGO).*
- Tarigan, R. S., Azhar, S., & Wibowo, H. T. (2021). *Manual Procedure Petunjuk Penggunaan Aplikasi Registrasi Asrama Kampus.*
- Tarigan, R. S. (2017). *Manual Procedure Petunjuk Penggunaan Academic Online Campus (AOC).*
- Santoso, M. H. (2022). *Perancangan Alat Inkubator Berbasis Arduino untuk Proses Pengawetan Ikan Asin.*
- Santoso, M. H. (2021). *Laporan Kerja Praktek Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru Berbasis Web pada SMA Swasta Persatuan Amal Bakti (PAB) 8 Saentis.*
- Santoso, M. H. (2023). *Pengembangan Aplikasi Mobile yang User-Friendly: Strategi Desain UX. literacy notes, 1(1).*
- Maizana, D. (2013). *Effect of Rubber Material Clamp on Core Loss of 3-phase 100 kVA Transformer Core.*
- Maizana, D., & Putri, S. M. (2022). *Appropriateness analysis of implementing a smart grid system in campus buildings using the fuzzy method. International Journal of Power Electronics and Drive Systems, 13(2), 873.*
- Delvika, Y., & Mustafa, K. (2019, May). *Evaluate the Implementation of Occupational Health and Safety (OHS) Management System Performance Measurement at PT. XYZ Medan to minimize Extreme Risks. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 505, No. 1, p. 012028). IOP Publishing.*
- Delvika, Y. (2018). *Analisa Pengendalian Kualitas Refined Bleached Deodorized Palm Oil Dengan Menggunakan Metode Taguchi Pada PT. XYZ. Jurnal Sistem Teknik Industri, 20(1), 48-53.*
- Idris, I., & Delvika, Y. (2018). *Analisis perancangan sistem informasi terintegrasi di lingkungan perguruan tinggi swasta di medan. Jurnal Teknovasi: Jurnal Teknik dan Inovasi Mesin Otomotif, Komputer, Industri dan Elektronika, 1(2), 15-26.*
- Delvika, Y. (2017). *Penerapan Sistem Manajemen Kesehatan Dan Keselamatan Kerja Pada Pabrik Pakan Ternak Di Kota Medan. Jurnal Sistem Teknik Industri, 19(2), 58-64.*
- Mustafa, K., & Delvika, Y. (2017). *Analisis Tingkat Penerapan Program Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Pendekatan Risk Assessment pada CV. Sumber Makmur Jaya.*
- Munte, S., & Delvika, Y. (2020). *Laporan Kerja Praktek PT Asam Jawa Desa Pengarungan Kecamatan Torgamba Kabupaten Labuhanbatu Selatan Sumatera Utara.*
- Delvika, Y. (2011). *Perancangan Sistem Informasi Pengendalian Persediaan Spare Part untuk Meningkatkan Produktivitas pada PT. Sarana Baja Perkasa (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).*
- Delvika, Y., & Munte, S. (2019). *Laporan Pelaksanaan Kerja Praktek Pada PT. Anugrah Tanjung Medan Labuhan Batu Selatan.*
- Siregar, N., & Delvika, Y. (2017). *Analisa Pengukuran Produktivitas Perusahaan dengan Menggunakan Metode Marvin E. Mundel di PTPN II Pagar Merbau Lubuk Pakam.*
- Munte, S., & Tanjung, D. A. (2023). *Desain Proses Pengolahan Serat.*
- Tanjung, D. A., & Munte, S. (2023). *Pembuatan Komposit Bioplastik dari Pati Sagu Kombinasi Polietilen.*
- Munthe, S. (1997). *Penempatan Pegawai Melalui Analisa Jabatan dengan Menggunakan The Point Rating Method pada PDAM Tirtanadi Medan.*

- Munte, S., & Polewangi, Y. D. (2022). *Pengaruh Harga, Variasi Produk dan Kualitas Produk Terhadap Keputusan Pembelian Keripik Slnkong saat Pandemi Covid 19 di UKM Cap Rumah Adat Minang Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Munte, S. (2011). *Desain Proses Pengolahan Serat pada Ud. Pusaka Bakti Batang Kuis (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.
- Munthe, S. (2000). *Perencanaan dan Perancangan Mesin Perajang Umbi Rakitan Tahun 2000 (MPU-2000)*.
- Satria, H., Anisa, Y., Lubis, A. C. B., & Alayyubby, M. F. (2022). *Perancangan Efisiensi Tata Letak Sirkulasi Udara pada Smart Inkubator Berbasis Teknologi Hybrid*.
- Maizana, D., Anisa, Y., & Sianipar, M. (2021). *Lawan Covid-19 Dengan Cuci Tangan Pakai Sabun*.
- Maizana, D., & Anisa, Y. (2021). *Ayo!! Biasakan Cuci Tangan Pakai Sabun (Doctoral dissertation, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia)*.
- Anisa, Y. (2016). *Pendekatan Oprimisasi Kombinatorial Multi Objektif untuk Pemilihan Proyek (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.
- Anisa, Y. (2022). *Peran Channel Youtube Sebagai Media Alternatif untuk Membantu Proses Pembelajaran Matematika dan Media Informasi pada Tingkat Perguruan Tinggi. Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia, 7(1), 13-21*.
- Khairina, N. (2016). *Analisis Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Status Kesehatan Tubuh Seseorang. Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika, 1(1), 19-19*.
- Khairina, N. (2016). *Analisis Perbandingan Metode Steganografi Two Sided Side Match Dengan Four Sided Side Match Pada Citra Multilayer TIFF (Doctoral dissertation)*.
- Khairana, N. (2019). *Jaringan Syaraf Tiruan. uma. ac. id*.
- Khairina, N. (2023). *Hyperparameter Model Arsitektur Resnet50 dalam Mengklasifikasi Larva Zophobas Mario dan Tenebrio Molitor*.
- Satria, H. (2022). *Perancangan Graphical User Interface Menggunakan Software Visual Studio untuk Memonitoring PLTS On Grid Kapasitas 2.08 KWh*.
- 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.*