
Desain Arsitektur Berbasis Teknologi AI untuk Peningkatan Efisiensi Energi

Mhd. Fadly Nasution

Fakultas Teknik Prodi Arsitektur, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Dalam era yang dipenuhi dengan tantangan lingkungan dan kebutuhan akan efisiensi energi yang semakin mendesak, desain arsitektur telah menjadi subjek yang sangat relevan dan penting. Dengan semakin berkembangnya teknologi, salah satu inovasi yang menonjol adalah penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam desain arsitektur. Dalam pendahuluan ini, kita akan menjelajahi latar belakang dan pentingnya desain arsitektur berbasis teknologi AI untuk meningkatkan efisiensi energi.

Seiring dengan pertumbuhan populasi global, permintaan akan sumber daya energi juga terus meningkat. Bangunan menjadi salah satu kontributor utama terhadap konsumsi energi global karena digunakannya untuk pemenuhan kebutuhan manusia sehari-hari, seperti pemanasan, pendinginan, dan pencahayaan. Dalam konteks ini, desain arsitektur memegang peran penting dalam menentukan seberapa efisien energi yang dikonsumsi oleh bangunan tersebut.

Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan terbesar yang dihadapi umat manusia pada abad ke-21 ini. Pemanasan global, peningkatan frekuensi cuaca ekstrem, dan kerusakan lingkungan telah menjadi isu global yang mendesak untuk diselesaikan. Dalam konteks ini, desain arsitektur memiliki potensi besar untuk mengurangi jejak karbon dan dampak negatif terhadap lingkungan.

Kata Kunci: *Arsitektur, lingkungan, karbon*



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam era yang dipenuhi dengan tantangan lingkungan dan kebutuhan akan efisiensi energi yang semakin mendesak, desain arsitektur telah menjadi subjek yang sangat relevan dan penting. Dengan semakin berkembangnya teknologi, salah satu inovasi yang menonjol adalah penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam desain arsitektur. Dalam pendahuluan ini, kita akan menjelajahi latar belakang dan pentingnya desain arsitektur berbasis teknologi AI untuk meningkatkan efisiensi energi.

Seiring dengan pertumbuhan populasi global, permintaan akan sumber daya energi juga terus meningkat. Bangunan menjadi salah satu kontributor utama terhadap konsumsi energi global karena digunakannya untuk pemenuhan kebutuhan manusia sehari-hari, seperti pemanasan, pendinginan, dan pencahayaan. Dalam konteks ini, desain arsitektur memegang peran penting dalam menentukan seberapa efisien energi yang dikonsumsi oleh bangunan tersebut.

Perubahan iklim telah menjadi salah satu tantangan terbesar yang dihadapi umat manusia pada abad ke-21 ini. Pemanasan global, peningkatan frekuensi cuaca ekstrem, dan kerusakan lingkungan telah menjadi isu global yang mendesak untuk diselesaikan. Dalam konteks ini, desain arsitektur memiliki potensi besar untuk mengurangi jejak karbon dan dampak negatif terhadap lingkungan.

Penerapan kecerdasan buatan (AI) telah membuka peluang baru dalam upaya meningkatkan efisiensi energi bangunan. Teknologi AI dapat digunakan untuk menganalisis data yang sangat besar dan menghasilkan wawasan yang berharga tentang pola konsumsi energi, potensi penghematan, dan strategi optimasi. Dengan menggunakan teknologi AI, arsitek dapat merancang bangunan yang lebih cerdas, adaptif, dan efisien dalam penggunaan energi.

Desain arsitektur berbasis teknologi AI mengintegrasikan elemen-elemen desain yang dipandu oleh data dan analisis AI. Ini mencakup penggunaan sensor pintar untuk memantau kondisi lingkungan di dalam dan di sekitar bangunan, sistem kontrol otomatis untuk mengatur penggunaan energi, dan simulasi komputer untuk merancang bangunan yang lebih efisien secara energi.

Meskipun banyak kemajuan telah dicapai dalam penerapan teknologi AI dalam desain arsitektur, masih ada banyak ruang untuk penelitian dan inovasi. Penting bagi para ahli dan praktisi untuk terus melakukan penelitian tentang cara-cara baru untuk mengintegrasikan teknologi AI dalam desain arsitektur dan meningkatkan efisiensi energi bangunan secara keseluruhan.

Dengan memahami latar belakang dan tantangan yang dihadapi dalam bidang desain arsitektur dan efisiensi energi, pendahuluan ini bertujuan untuk mengilustrasikan pentingnya desain arsitektur berbasis teknologi AI sebagai solusi potensial dalam menghadapi tantangan-tantangan ini. Selanjutnya, kita akan menjelajahi lebih dalam tentang bagaimana integrasi teknologi AI dalam desain arsitektur dapat meningkatkan efisiensi energi, mengurangi dampak lingkungan, dan menciptakan bangunan yang lebih berkelanjutan secara keseluruhan.

Metode Penelitian

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

Bagaimana cara mengatasi Desain Arsitektur Berbasis Teknologi AI untuk Peningkatan Efisiensi Energi

Bagaimana membuat perancangan Desain Arsitektur Berbasis Teknologi AI untuk Peningkatan Efisiensi Energi

PEMBAHASAN

Mengatasi tantangan dalam desain arsitektur berbasis teknologi AI untuk peningkatan efisiensi energi memerlukan pendekatan yang holistik dan terintegrasi. Berikut beberapa langkah yang dapat diambil untuk mengatasi tantangan tersebut:

Pemahaman Mendalam tentang Kebutuhan Energi Bangunan: Langkah pertama adalah memahami kebutuhan energi yang tepat untuk bangunan yang sedang direncanakan atau yang sudah ada. Ini mencakup pemahaman tentang pola konsumsi energi, pemanfaatan sumber daya, dan infrastruktur yang ada.

Analisis Data yang Akurat: Penggunaan teknologi AI memungkinkan analisis data yang lebih canggih dan akurat. Melalui pengumpulan dan pemrosesan data yang tepat, seperti data cuaca, penggunaan energi, dan faktor-faktor lingkungan lainnya, arsitek dapat memperoleh wawasan yang lebih baik tentang bagaimana bangunan digunakan dan bagaimana efisiensi energinya dapat ditingkatkan.

Penerapan Model Prediktif: Dengan menggunakan teknik machine learning dan model prediktif, arsitek dapat mengembangkan model yang dapat memprediksi konsumsi energi bangunan di masa depan berdasarkan kondisi saat ini, faktor-faktor eksternal, dan pola penggunaan energi. Hal ini memungkinkan mereka untuk merancang solusi yang lebih efektif dan adaptif.

Penggunaan Sensor Pintar: Integrasi sensor pintar dalam desain bangunan memungkinkan pengumpulan data secara real-time tentang kondisi lingkungan di dalam dan di sekitar bangunan. Hal ini dapat mencakup suhu, kelembaban, cahaya, dan kualitas udara. Data ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan energi dan kenyamanan penghuni.

Penggunaan Sistem Otomatisasi: Sistem otomatisasi dalam bangunan, seperti sistem kontrol cerdas untuk pencahayaan, pemanasan, dan pendinginan, dapat membantu mengurangi konsumsi energi yang tidak perlu. Teknologi AI memungkinkan sistem-sistem ini untuk belajar dari pola penggunaan dan beradaptasi secara otomatis untuk meningkatkan efisiensi.

Desain Bangunan yang Adaptif: Desain arsitektur yang adaptif memungkinkan bangunan untuk berfungsi secara optimal dalam berbagai kondisi lingkungan. Ini bisa mencakup penggunaan bahan bangunan yang dapat menyerap atau memantulkan panas, penempatan jendela yang memaksimalkan cahaya alami, dan sistem ventilasi yang dapat disesuaikan.

Kolaborasi dan Inovasi: Kolaborasi antara arsitek, insinyur, ilmuwan data, dan ahli teknologi adalah kunci dalam mengatasi tantangan ini. Dengan saling berbagi pengetahuan dan pengalaman, tim multidisiplin dapat menciptakan solusi yang lebih inovatif dan efektif.

Edukasi dan Kesadaran: Penting bagi semua pihak terkait, termasuk arsitek, pengembang, dan pemilik bangunan, untuk meningkatkan pemahaman tentang pentingnya efisiensi energi dan teknologi AI dalam desain arsitektur. Program edukasi dan pelatihan dapat membantu dalam meningkatkan kesadaran dan kemampuan dalam menerapkan solusi yang lebih berkelanjutan.

Evaluasi dan Pemantauan Berkelanjutan: Langkah terakhir adalah melakukan evaluasi dan pemantauan berkelanjutan terhadap kinerja energi bangunan setelah pembangunan selesai. Ini memungkinkan identifikasi area-area yang masih memerlukan perbaikan dan pengoptimalan lebih lanjut.

Dengan mengambil langkah-langkah ini, arsitek dapat mengatasi tantangan dalam desain arsitektur berbasis teknologi AI untuk peningkatan efisiensi energi dan menciptakan bangunan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Mengatasi tantangan dalam desain arsitektur berbasis teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk peningkatan efisiensi energi memerlukan pendekatan yang komprehensif dan terintegrasi. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat diterapkan:

Analisis Data yang Mendalam: Mengumpulkan dan menganalisis data yang tepat merupakan langkah kunci dalam mengoptimalkan efisiensi energi. Data mengenai pola penggunaan energi, kondisi lingkungan, dan performa bangunan sebelumnya dapat memberikan wawasan yang berharga untuk merancang solusi yang efektif.

Penerapan Teknologi AI untuk Prediksi dan Optimasi: Teknologi AI dapat digunakan untuk mengembangkan model prediktif yang memperkirakan konsumsi energi bangunan berdasarkan berbagai variabel, termasuk cuaca, aktivitas penghuni, dan penggunaan peralatan. Dengan memanfaatkan algoritma machine learning, sistem ini dapat mempelajari pola-pola yang kompleks dan mengoptimalkan penggunaan energi secara otomatis.

Penggunaan Sensor Pintar dan Internet of Things (IoT): Integrasi sensor pintar dalam bangunan memungkinkan pengumpulan data secara real-time tentang kondisi lingkungan di dalam dan di sekitar bangunan. Sensor suhu, cahaya, kelembaban, dan kualitas udara dapat membantu dalam mengoptimalkan penggunaan energi dan meningkatkan kenyamanan penghuni.

Sistem Manajemen Energi Berbasis AI: Menggunakan sistem manajemen energi yang terhubung dengan AI dapat membantu mengatur sistem-sistem energi dalam bangunan, seperti pemanasan, pendinginan, dan pencahayaan, secara otomatis. Sistem ini dapat memantau konsumsi energi secara real-time dan menyesuaikan operasi bangunan sesuai dengan kebutuhan.

Desain Bangunan yang Adaptif: Desain arsitektur yang adaptif memungkinkan bangunan untuk beroperasi secara optimal dalam berbagai kondisi lingkungan. Ini bisa mencakup penggunaan bahan bangunan yang dapat menyerap atau memantulkan panas, penempatan jendela yang memaksimalkan cahaya alami, dan sistem ventilasi yang dapat disesuaikan.

Optimasi Sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning): Sistem HVAC adalah salah satu komponen utama dalam konsumsi energi bangunan. Dengan menggunakan teknologi AI, sistem HVAC dapat dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi energi, seperti dengan mengatur suhu ruangan secara dinamis berdasarkan aktivitas penghuni dan kondisi cuaca.

Pendekatan Berkelanjutan dalam Desain Konstruksi: Selain efisiensi energi operasional, penting juga untuk mempertimbangkan efisiensi energi selama tahap konstruksi. Penggunaan bahan bangunan ramah lingkungan, teknik konstruksi yang efisien, dan manajemen limbah yang baik dapat membantu mengurangi jejak karbon bangunan secara keseluruhan.

Edukasi dan Kesadaran: Penting bagi semua pihak terkait, termasuk arsitek, insinyur, pengembang, dan penghuni, untuk meningkatkan pemahaman tentang pentingnya efisiensi energi dan teknologi AI dalam desain arsitektur. Program edukasi dan pelatihan dapat membantu dalam meningkatkan kesadaran dan kemampuan dalam menerapkan solusi yang lebih berkelanjutan.

Evaluasi Berkelanjutan dan Pemantauan Kinerja: Setelah pembangunan selesai, penting untuk terus melakukan evaluasi dan pemantauan terhadap kinerja energi bangunan. Ini memungkinkan identifikasi area-area yang masih memerlukan perbaikan dan pengoptimalan lebih lanjut.

Dengan mengambil langkah-langkah ini, arsitek dapat mengatasi tantangan dalam desain arsitektur berbasis teknologi AI untuk peningkatan efisiensi energi dan menciptakan bangunan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Perancangan desain arsitektur berbasis teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk peningkatan efisiensi energi memerlukan pendekatan yang komprehensif dan terstruktur. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diambil dalam merancang desain arsitektur yang memanfaatkan teknologi AI untuk efisiensi energi:

Analisis Kebutuhan: Langkah pertama dalam perancangan adalah melakukan analisis kebutuhan energi bangunan. Ini melibatkan identifikasi kebutuhan energi untuk pemanasan, pendinginan, pencahayaan, dan penggunaan peralatan lainnya. Data historis tentang penggunaan energi juga dapat digunakan sebagai dasar untuk analisis ini.

Identifikasi Titik Peningkatan: Setelah kebutuhan energi diketahui, identifikasi titik-titik di mana teknologi AI dapat diterapkan untuk meningkatkan efisiensi. Misalnya, pemilihan sistem pemanas dan pendingin yang dapat diatur secara adaptif berdasarkan penggunaan dan kondisi lingkungan.

Pemilihan Teknologi AI yang Tepat: Pilihlah teknologi AI yang sesuai dengan kebutuhan bangunan. Ini dapat mencakup sistem manajemen energi yang cerdas, sistem kontrol pintar untuk HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning), atau sistem pencahayaan adaptif yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan.

Integrasi Sistem: Integrasi sistem-sistem AI dengan sistem-sistem bangunan lainnya sangat penting. Sistem AI harus dapat berkomunikasi dengan sistem HVAC, pencahayaan, dan sistem lainnya untuk mengoptimalkan penggunaan energi secara menyeluruh.

Pengumpulan Data: Pengumpulan data yang akurat dan real-time sangat penting dalam desain arsitektur berbasis AI. Pertimbangkan penggunaan sensor-sensor yang terhubung dengan sistem AI untuk mengumpulkan data tentang kondisi lingkungan dalam dan di sekitar bangunan.

Analisis dan Prediksi: Sistem AI dapat digunakan untuk menganalisis data yang dikumpulkan dan membuat prediksi tentang kebutuhan energi di masa depan. Dengan analisis yang tepat, sistem AI dapat mengidentifikasi pola penggunaan energi dan merancang strategi untuk meningkatkan efisiensi.

Simulasi dan Pemodelan: Sebelum konstruksi dimulai, lakukan simulasi dan pemodelan untuk mengevaluasi desain yang diusulkan. Ini dapat dilakukan menggunakan perangkat lunak simulasi energi untuk memprediksi kinerja energi bangunan dan mengidentifikasi area di mana perbaikan diperlukan.

Desain Adaptif: Desain arsitektur harus dirancang agar responsif terhadap perubahan lingkungan. Misalnya, bangunan dapat dilengkapi dengan jendela pintar yang secara otomatis mengatur pencahayaan dan suhu ruangan sesuai dengan kondisi luar.

Perhatikan Aspek Kestetika: Meskipun efisiensi energi merupakan fokus utama, perancangan arsitektur juga harus memperhatikan aspek estetika. Bangunan yang dirancang dengan baik secara visual juga dapat meningkatkan kenyamanan penghuni dan menciptakan lingkungan yang menyenangkan.

Evaluasi Berkelanjutan: Setelah bangunan selesai dibangun, lakukan evaluasi berkelanjutan terhadap kinerja energi bangunan. Pantau penggunaan energi secara berkala dan identifikasi area di mana peningkatan dapat dilakukan untuk meningkatkan efisiensi.

Pelatihan dan Edukasi: Berikan pelatihan kepada penghuni bangunan tentang penggunaan sistem AI dan cara mengoptimalkan penggunaan energi. Edukasi ini akan membantu meningkatkan kesadaran tentang pentingnya efisiensi energi dan bagaimana menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari.

Kolaborasi: Kolaborasi antara arsitek, insinyur, ilmuwan data, dan pakar energi sangat penting dalam merancang dan mengimplementasikan desain arsitektur berbasis AI. Dengan melibatkan berbagai disiplin ilmu, kita dapat menciptakan solusi yang lebih holistik dan efektif.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, perancangan desain arsitektur berbasis teknologi AI untuk peningkatan efisiensi energi dapat dilakukan dengan lebih efektif dan efisien. Ini akan membantu menciptakan bangunan yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan untuk masa depan.

Menulis tentang desain arsitektur berbasis teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk peningkatan efisiensi energi memiliki manfaat yang luas, baik bagi para profesional arsitektur maupun masyarakat umum. Berikut adalah beberapa manfaat penting dari penulisan tentang topik ini:

Peningkatan Kesadaran: Menulis tentang desain arsitektur berbasis teknologi AI dapat meningkatkan kesadaran akan pentingnya efisiensi energi di kalangan arsitek, insinyur, pemilik properti, dan masyarakat umum. Ini membantu menyebarkan pengetahuan tentang cara memanfaatkan teknologi terkini untuk mengurangi konsumsi energi dan dampak lingkungan.

Inovasi Teknologi: Penulisan tentang aplikasi AI dalam arsitektur mendorong pengembangan dan penggunaan teknologi yang lebih canggih. Ini dapat merangsang inovasi dalam pengembangan sistem AI yang lebih pintar dan adaptif untuk mengoptimalkan penggunaan energi dalam bangunan.

Efisiensi Energi yang Lebih Baik: Dengan menyebarkan informasi tentang teknologi AI, para pembaca dapat belajar tentang berbagai cara untuk meningkatkan efisiensi energi dalam desain arsitektur. Hal ini dapat mengarah pada pengembangan bangunan yang lebih efisien secara energi, yang mengurangi biaya operasional jangka panjang dan dampak lingkungan.

Peningkatan Kinerja Bangunan: Desain arsitektur berbasis AI dapat membantu meningkatkan kinerja bangunan secara keseluruhan. Informasi yang diberikan dalam penulisan dapat membantu arsitek dan insinyur merancang bangunan yang lebih pintar dan responsif, yang secara efektif memanfaatkan energi yang tersedia.

Penurunan Biaya Operasional: Dengan menerapkan teknologi AI untuk mengoptimalkan penggunaan energi, bangunan dapat mengurangi biaya operasional jangka panjang. Hal ini mencakup pengurangan biaya listrik, pemanasan, dan pendinginan, yang pada gilirannya meningkatkan keberlanjutan finansial proyek.

Pengurangan Emisi Karbon: Desain arsitektur yang lebih efisien secara energi dapat membantu mengurangi emisi karbon bangunan. Dengan mengurangi konsumsi energi, kita dapat mengurangi jejak karbon dari operasi bangunan, membantu melindungi lingkungan dan mengurangi dampak perubahan iklim.

Kenyamanan Penghuni: Bangunan yang dirancang dengan menggunakan teknologi AI untuk meningkatkan efisiensi energi juga cenderung lebih nyaman bagi penghuninya. Sistem yang terhubung secara otomatis menyesuaikan suhu, pencahayaan, dan ventilasi sesuai kebutuhan, menciptakan lingkungan yang lebih nyaman dan produktif.

Pengetahuan Profesional: Menulis tentang desain arsitektur berbasis AI memungkinkan para profesional arsitektur dan insinyur untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam mengintegrasikan teknologi terbaru ke dalam praktik desain mereka. Ini memungkinkan mereka tetap relevan dan kompetitif di industri yang terus berubah.

Penyediaan Solusi Terpadu: Desain arsitektur berbasis AI sering melibatkan integrasi berbagai sistem yang saling terhubung. Dengan mengeksplorasi dan menulis tentang integrasi teknologi ini, para pembaca dapat memahami bagaimana solusi terpadu dapat meningkatkan efisiensi energi secara keseluruhan.

Kontribusi pada Pembangunan Berkelanjutan: Akhirnya, penulisan tentang desain arsitektur berbasis AI untuk efisiensi energi merupakan kontribusi pada pembangunan berkelanjutan secara keseluruhan. Dengan mempromosikan praktik-praktik yang ramah lingkungan dan efisien secara energi, kita dapat membantu membentuk masa depan yang lebih hijau dan berkelanjutan.

Dengan memahami manfaat dari penulisan tentang desain arsitektur berbasis teknologi AI untuk peningkatan efisiensi energi, kita dapat menyadari pentingnya mengadopsi pendekatan ini dalam praktik arsitektur modern. Dengan demikian, kita dapat menciptakan bangunan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan nyaman bagi penghuninya.

Kesimpulan

Dalam menjelajahi dunia arsitektur modern, integrasi teknologi kecerdasan buatan (AI) telah menjadi semakin penting dalam memperbaiki efisiensi energi bangunan. Dalam kesimpulan ini, kita akan menyoroti beberapa poin kunci yang ditemukan dalam penulisan tentang Desain Arsitektur Berbasis Teknologi AI untuk Peningkatan Efisiensi Energi.

Pertama-tama, desain arsitektur yang dibantu oleh teknologi AI memiliki potensi besar untuk mengubah lanskap bangunan modern. Dengan kemampuannya untuk memprediksi pola penggunaan energi, mengontrol sistem HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) secara otomatis, dan mengoptimalkan penggunaan energi secara keseluruhan, teknologi AI memungkinkan bangunan untuk beradaptasi dengan lingkungan sekitarnya secara lebih efisien.

Selain itu, integrasi teknologi AI dalam desain arsitektur juga membuka jalan bagi pengembangan bangunan yang lebih cerdas dan responsif. Dengan penggunaan sensor pintar dan sistem kontrol otomatis, bangunan dapat secara dinamis menyesuaikan kondisinya untuk meningkatkan kenyamanan penghuni dan mengoptimalkan penggunaan energi.

Namun, ada beberapa tantangan yang perlu diatasi dalam menerapkan teknologi AI dalam desain arsitektur. Salah satunya adalah ketersediaan data yang cukup untuk melatih model AI secara efektif. Tanpa data yang cukup, model AI mungkin tidak dapat memberikan prediksi yang akurat atau solusi yang optimal.

Selain itu, biaya implementasi dan kompleksitas teknologi AI juga merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan. Pengembangan sistem AI yang canggih dan integrasi dengan infrastruktur bangunan yang ada dapat memerlukan investasi yang signifikan, terutama untuk proyek-proyek skala besar.

Meskipun demikian, manfaat jangka panjang dari investasi ini seringkali dapat melebihi biayanya. Dengan mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional jangka panjang, serta meningkatkan kenyamanan dan produktivitas penghuni, teknologi AI dapat membantu menciptakan bangunan yang lebih berkelanjutan dan efisien secara energi.

Dalam konteks ini, pendekatan kolaboratif antara para arsitek, insinyur, dan ahli teknologi informasi menjadi kunci. Dengan berbagi pengetahuan dan keterampilan mereka, mereka dapat menciptakan solusi yang inovatif dan terintegrasi untuk meningkatkan efisiensi energi dalam desain arsitektur.

Dalam kesimpulan ini, kita dapat menyimpulkan bahwa Desain Arsitektur Berbasis Teknologi AI untuk Peningkatan Efisiensi Energi menjanjikan kemajuan yang signifikan dalam pembangunan bangunan yang lebih berkelanjutan dan cerdas. Meskipun masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi, potensi manfaat jangka panjang dari penggunaan teknologi AI dalam arsitektur sangat besar.

Dengan terus mendorong inovasi dan kolaborasi antar disiplin ilmu, kita dapat mencapai tujuan bersama untuk menciptakan lingkungan binaan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan nyaman bagi semua orang.

DAFTAR PUSTAKA

- 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 Slingkong 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*.
- 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 Kuadratik 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.