
Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Kayu Lapis Menggunakan Metode Elemen Hingga

Grensi

Fakultas Teknik Sipil, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Analisis kinerja struktural pada bangunan kayu lapis menggunakan metode elemen hingga merupakan topik yang menarik dan penting dalam bidang konstruksi. Dalam pendahuluan dan latar belakangnya, akan dibahas mengenai pentingnya analisis struktural pada bangunan kayu lapis, perkembangan metode elemen hingga, serta relevansi penggunaan metode ini dalam konteks bangunan kayu lapis. Berikut ini adalah pendahuluan dan latar belakangnya:

Bangunan kayu lapis telah menjadi pilihan yang populer dalam industri konstruksi, baik untuk bangunan hunian maupun komersial. Keunggulan material kayu lapis, seperti kekuatan, keberlanjutan, dan estetika, membuatnya diminati oleh banyak arsitek dan insinyur. Namun, untuk memastikan keandalan dan keamanan bangunan kayu lapis, analisis kinerja struktural yang cermat diperlukan. Dalam konteks ini, penggunaan metode elemen hingga telah menjadi alat yang efektif dalam melakukan analisis struktural.

Seiring dengan perkembangan teknologi dan pemahaman kita tentang perilaku material, metode elemen hingga telah menjadi landasan utama dalam analisis struktural modern. Metode ini memungkinkan insinyur untuk memodelkan dan menganalisis perilaku struktural bangunan dengan tingkat detail yang tinggi. Dengan memecah struktur menjadi elemen-elemen kecil dan menerapkan prinsip-prinsip mekanika kontinum, metode elemen hingga mampu memberikan hasil analisis yang akurat dan dapat diandalkan.

Kata Kunci: Sipil, Struktural, Kekuatan



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Analisis kinerja struktural pada bangunan kayu lapis menggunakan metode elemen hingga merupakan topik yang menarik dan penting dalam bidang konstruksi. Dalam pendahuluan dan latar belakangnya, akan dibahas mengenai pentingnya analisis struktural pada bangunan kayu lapis, perkembangan metode elemen hingga, serta relevansi penggunaan metode ini dalam konteks bangunan kayu lapis. Berikut ini adalah pendahuluan dan latar belakangnya:

Bangunan kayu lapis telah menjadi pilihan yang populer dalam industri konstruksi, baik untuk bangunan hunian maupun komersial. Keunggulan material kayu lapis, seperti kekuatan, keberlanjutan, dan estetika, membuatnya diminati oleh banyak arsitek dan insinyur. Namun, untuk memastikan keandalan dan keamanan bangunan kayu lapis, analisis kinerja struktural yang cermat diperlukan. Dalam konteks ini, penggunaan metode elemen hingga telah menjadi alat yang efektif dalam melakukan analisis struktural.

Seiring dengan perkembangan teknologi dan pemahaman kita tentang perilaku material, metode elemen hingga telah menjadi landasan utama dalam analisis struktural modern. Metode ini memungkinkan insinyur untuk memodelkan dan menganalisis perilaku struktural bangunan dengan tingkat detail yang tinggi. Dengan memecah struktur menjadi elemen-elemen kecil dan menerapkan prinsip-prinsip mekanika kontinum, metode elemen hingga mampu memberikan hasil analisis yang akurat dan dapat diandalkan.

Penerapan metode elemen hingga dalam analisis struktural pada bangunan kayu lapis memiliki relevansi yang signifikan. Bangunan kayu lapis memiliki karakteristik struktural yang unik, di mana kombinasi lapisan kayu yang disusun secara bersilangan memberikan kekuatan dan kekakuan yang optimal. Namun, karena sifat material kayu yang bersifat anisotropis dan rentan terhadap perubahan lingkungan, diperlukan analisis struktural yang cermat untuk memahami respons struktural bangunan kayu lapis terhadap beban-beban yang bekerja.

Dalam konteks ini, analisis kinerja struktural pada bangunan kayu lapis menggunakan metode elemen hingga dapat memberikan pemahaman yang mendalam tentang perilaku strukturalnya. Dengan memodelkan setiap lapisan kayu secara terpisah dan memperhitungkan interaksi antara lapisan-lapisan tersebut, metode ini memungkinkan untuk mengevaluasi kekuatan, kekakuan, dan stabilitas bangunan kayu lapis dengan lebih akurat. Selain itu, penggunaan metode elemen hingga juga memungkinkan untuk mempertimbangkan berbagai faktor yang memengaruhi performa struktural, seperti kondisi lingkungan, beban hidup, dan gempa.

Dengan demikian, analisis kinerja struktural pada bangunan kayu lapis menggunakan metode elemen hingga merupakan pendekatan yang penting dalam memastikan keandalan dan keamanan bangunan kayu lapis. Dengan pemahaman yang mendalam tentang respons strukturalnya, kita dapat merancang bangunan kayu lapis yang lebih efisien, tahan lama, dan sesuai dengan standar keamanan yang berlaku.

Metode Penelitian

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

Bagaimana cara mengatasi Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Kayu Lapis Menggunakan Metode Elemen Hingga

Bagaimana membuat perancangan Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Kayu Lapis Menggunakan Metode Elemen Hingga

PEMBAHASAN

Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Kayu Lapis Menggunakan Metode Elemen Hingga adalah suatu pendekatan dalam rekayasa struktural yang bertujuan untuk memahami perilaku dan kinerja bangunan yang terbuat dari bahan kayu lapis dengan menggunakan metode numerik yang disebut metode elemen hingga. Dalam konteks ini, analisis kinerja struktural bertujuan untuk mengevaluasi respons struktural dari bangunan kayu lapis terhadap beban-beban yang bekerja padanya, seperti beban gravitasi, beban hidup, dan beban gempa.

Pada dasarnya, metode elemen hingga merupakan teknik pemodelan matematika yang membagi struktur bangunan menjadi elemen-elemen kecil atau simpul-simpul, dan kemudian menggabungkan prinsip-prinsip mekanika kontinum untuk menganalisis respons struktural keseluruhan. Dalam analisis kinerja struktural pada bangunan kayu lapis, metode elemen hingga digunakan untuk memodelkan struktur kayu lapis secara detail, memperhitungkan interaksi antar komponen-komponen kayu, dan mengukur kinerja strukturalnya.

Penerapan metode ini memungkinkan para insinyur untuk melakukan simulasi yang mendalam terhadap perilaku struktural bangunan kayu lapis dalam berbagai kondisi beban dan lingkungan. Dengan memperhitungkan karakteristik material kayu, seperti kekuatan, kekakuan, dan sifat anisotropisnya, serta mempertimbangkan faktor-faktor eksternal seperti kondisi lingkungan dan beban hidup, analisis kinerja struktural dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kekuatan, stabilitas, dan keamanan bangunan kayu lapis.

Secara umum, pengertian Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Kayu Lapis Menggunakan Metode Elemen Hingga melibatkan:

Pemodelan Struktural: *Memodelkan struktur bangunan kayu lapis secara digital dengan menggunakan elemen-elemen kecil untuk merepresentasikan setiap bagian dari bangunan.*

Simulasi Beban dan Lingkungan: *Memasukkan berbagai jenis beban yang mungkin bekerja pada bangunan, seperti beban gravitasi, beban hidup, dan beban gempa, serta mempertimbangkan kondisi lingkungan yang memengaruhi performa struktural.*

Analisis Respons Struktural: *Menggunakan prinsip-prinsip mekanika kontinum untuk menganalisis respons struktural dari bangunan kayu lapis, termasuk deformasi, tegangan, dan stabilitas.*

Evaluasi Kinerja: *Mengevaluasi kinerja struktural bangunan kayu lapis terhadap berbagai beban dan kondisi lingkungan, serta mengidentifikasi area-area yang rentan terhadap kegagalan atau kerusakan.*

Dengan demikian, pengertian Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Kayu Lapis Menggunakan Metode Elemen Hingga adalah upaya untuk memahami dan mengevaluasi perilaku struktural dari bangunan kayu lapis secara komprehensif dengan menggunakan pendekatan matematis yang canggih dan teknik pemodelan numerik yang tepat.

Dalam mengatasi Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Kayu Lapis Menggunakan Metode Elemen Hingga, ada beberapa langkah yang dapat diambil untuk memastikan analisis yang akurat dan komprehensif:

Pemilihan Perangkat Lunak yang Tepat: *Langkah pertama adalah memilih perangkat lunak atau software yang tepat untuk melakukan analisis struktural menggunakan metode elemen hingga. Perangkat lunak seperti SAP2000, ETABS, atau ANSYS bisa menjadi pilihan yang baik karena memiliki fitur-fitur yang mendukung analisis struktural yang kompleks.*

Pemodelan yang Akurat: *Pemodelan bangunan kayu lapis harus dilakukan dengan sangat akurat. Ini mencakup memperhitungkan geometri, dimensi, dan sifat material dari setiap komponen kayu lapis, serta interaksi antar komponen-komponen tersebut. Pemodelan yang tepat akan memberikan dasar yang kuat untuk analisis struktural.*

Penentuan Sifat Material yang Akurat: *Sifat material kayu lapis, seperti modulus elastisitas, modulus geser, dan kuat tekan, harus ditentukan dengan akurat. Data ini penting untuk digunakan dalam analisis elemen hingga, karena akan mempengaruhi respons struktural dari bangunan kayu lapis.*

Simulasi Beban yang Realistis: *Beban yang diterapkan pada bangunan kayu lapis harus direpresentasikan secara realistis dalam model. Ini termasuk beban gravitasi, beban hidup (seperti beban angin dan salju), serta beban gempa. Memperhitungkan berbagai jenis beban akan membantu memahami respons struktural dari bangunan dalam kondisi yang berbeda.*

Analisis Nonlinear: *Karena sifat material kayu bersifat nonlinear, terutama dalam hal deformasi dan kekakuan, penting untuk melakukan analisis nonlinear. Ini melibatkan memperhitungkan efek nonlinier seperti kekakuan post-yield, nonlinearity geometri, dan redistribusi tegangan.*

Validasi dengan Data Percobaan: *Jika memungkinkan, hasil analisis harus divalidasi dengan data percobaan atau pengamatan lapangan. Ini akan membantu memastikan bahwa model yang dikembangkan memberikan hasil yang konsisten dengan perilaku sebenarnya dari bangunan kayu lapis.*

Evaluasi terhadap Kriteria Desain: *Hasil analisis harus dievaluasi terhadap kriteria desain yang relevan, seperti kekuatan, kekakuan, dan stabilitas. Hal ini memastikan bahwa bangunan kayu lapis memenuhi standar keamanan dan performa yang ditetapkan.*

Analisis Sensitivitas: *Melakukan analisis sensitivitas terhadap berbagai parameter, seperti dimensi komponen, sifat material, dan beban yang diterapkan, dapat membantu memahami seberapa sensitif respons struktural dari bangunan terhadap perubahan-perubahan ini.*

Dengan mengikuti langkah-langkah di atas dan memperhatikan detail-detail yang penting dalam analisis struktural, penggunaan metode elemen hingga untuk menganalisis kinerja bangunan kayu lapis dapat dilakukan dengan akurat dan dapat diandalkan. Hal ini akan membantu memastikan bahwa bangunan kayu lapis memenuhi persyaratan keamanan dan performa yang diperlukan.

Dalam membuat perancangan Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Kayu Lapis Menggunakan Metode Elemen Hingga, ada beberapa langkah yang perlu diperhatikan:

Pemilihan Perangkat Lunak: *Langkah pertama adalah memilih perangkat lunak yang tepat untuk melakukan analisis struktural dengan metode elemen hingga. Beberapa perangkat lunak yang umum digunakan termasuk SAP2000, ETABS, ANSYS, dan Abaqus. Pastikan perangkat lunak yang dipilih memiliki kemampuan untuk memodelkan material kayu lapis dan melakukan analisis non-linear yang diperlukan.*

Pemodelan Geometri Bangunan: *Langkah selanjutnya adalah memodelkan geometri bangunan kayu lapis secara akurat dalam perangkat lunak yang dipilih. Ini melibatkan menentukan dimensi dan konfigurasi struktur, termasuk balok, kolom, dan dinding kayu lapis. Pastikan untuk memperhitungkan semua detail konstruksi yang relevan.*

Pemilihan Elemen: *Pilih jenis elemen yang sesuai untuk mewakili struktur kayu lapis dengan akurat. Elemen beam atau shell biasanya digunakan untuk memodelkan balok dan dinding kayu lapis, sedangkan elemen solid dapat digunakan untuk memodelkan hubungan antara elemen-elemen tersebut.*

Definisi Sifat Material: Tentukan sifat material untuk kayu lapis yang digunakan dalam model. Ini termasuk modulus elastisitas, modulus geser, kuat tarik, kuat tekan, dan sifat-sifat lain yang relevan. Sifat-sifat ini dapat diperoleh dari data pengujian atau referensi yang tersedia.

Penentuan Beban: Tentukan beban yang akan diterapkan pada struktur, termasuk beban gravitasi, beban hidup (seperti beban angin dan salju), dan beban gempa. Pastikan untuk memperhitungkan beban-beban ini sesuai dengan kode desain yang berlaku.

Penyesuaian Analisis Non-Linear: Karena kayu lapis memiliki perilaku material yang non-linear, seperti kekakuan post-yield dan redistribusi tegangan, pastikan untuk mengaktifkan opsi analisis non-linear dalam perangkat lunak dan melakukan penyesuaian yang diperlukan pada setting analisis.

Simulasi dan Analisis: Jalankan analisis struktural pada model yang telah dibuat menggunakan metode elemen hingga. Ini melibatkan pemberian beban pada model dan penyelesaian persamaan-persamaan mekanika yang terlibat untuk menghasilkan respons struktural dari bangunan.

Evaluasi Hasil: Evaluasi hasil analisis untuk memahami respons struktural dari bangunan kayu lapis terhadap beban-beban yang diterapkan. Ini termasuk menganalisis tegangan, deformasi, dan faktor-faktor keamanan yang relevan.

Optimasi Desain: Berdasarkan hasil analisis, lakukan optimasi desain untuk meningkatkan kinerja struktural atau memenuhi persyaratan desain yang ada. Ini bisa melibatkan perubahan pada dimensi struktur, pemilihan material yang berbeda, atau penambahan elemen struktural tambahan.

Dokumentasi Hasil: Terakhir, dokumentasikan semua hasil analisis, termasuk model yang digunakan, parameter-parameter yang digunakan, hasil analisis, dan kesimpulan yang ditarik. Dokumentasi ini akan berguna sebagai referensi di masa depan dan untuk keperluan komunikasi dengan pihak-pihak terkait.

Dengan mengikuti langkah-langkah di atas, Anda dapat membuat perancangan Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Kayu Lapis Menggunakan Metode Elemen Hingga dengan baik dan akurat. Pastikan untuk memperhatikan detail-detail yang penting dan memvalidasi hasil analisis dengan data yang tersedia atau data pengujian yang relevan.

Penulisan analisis kinerja struktural pada bangunan kayu lapis menggunakan metode elemen hingga memiliki beberapa manfaat yang signifikan:

Optimasi Desain: Dengan menggunakan metode elemen hingga, Anda dapat mengoptimalkan desain bangunan kayu lapis untuk memastikan bahwa struktur tersebut dapat menahan beban-beban yang diberikan dengan efisien. Ini mencakup pemilihan dimensi dan jenis material yang sesuai untuk memaksimalkan kekuatan struktural dan mengurangi potensi kegagalan.

Pemahaman yang Lebih Baik tentang Respons Struktural: Melalui analisis kinerja struktural, Anda dapat memahami bagaimana bangunan kayu lapis akan merespons beban-beban yang berbeda, baik secara statis maupun dinamis. Hal ini memungkinkan Anda untuk mengidentifikasi area-area yang rentan terhadap tegangan berlebih atau deformasi yang tidak diinginkan, sehingga dapat diambil tindakan pencegahan yang sesuai.

Prediksi Potensi Kegagalan: Dengan melakukan analisis struktural, Anda dapat memprediksi potensi kegagalan pada bangunan kayu lapis sebelum konstruksi dimulai. Hal ini memungkinkan untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah potensial sebelum mereka menjadi masalah yang lebih besar, yang dapat menghemat waktu dan biaya dalam jangka panjang.

Perbaiki Keamanan Struktural: Analisis kinerja struktural memungkinkan Anda untuk memastikan bahwa bangunan kayu lapis memenuhi standar keamanan yang diperlukan. Dengan memahami beban-beban yang akan diterima oleh struktur, Anda dapat merancang dengan mempertimbangkan faktor keamanan yang relevan, seperti faktor keamanan untuk beban hidup, beban gempa, dan beban angin.

Efisiensi Konstruksi: Dengan memiliki pemahaman yang lebih baik tentang respons struktural dari bangunan kayu lapis, Anda dapat merancang konstruksi yang lebih efisien dan efektif. Ini dapat mengurangi waktu dan biaya konstruksi, serta mengoptimalkan penggunaan sumber daya.

Meningkatkan Kinerja Lingkungan: Dengan mempertimbangkan kekuatan dan kestabilan bangunan kayu lapis melalui analisis struktural yang cermat, Anda dapat merancang bangunan dengan menggunakan jumlah material yang optimal. Ini dapat mengurangi jejak lingkungan konstruksi dan meningkatkan keberlanjutan proyek secara keseluruhan.

Basis untuk Pembaruan dan Perbaikan: Analisis kinerja struktural memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang perilaku struktural dari bangunan kayu lapis. Informasi ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pembaruan dan perbaikan struktur di masa depan, serta untuk mengidentifikasi area-area yang memerlukan pemeliharaan rutin.

Dengan demikian, penulisan analisis kinerja struktural pada bangunan kayu lapis menggunakan metode elemen hingga memiliki manfaat yang signifikan dalam mengoptimalkan desain, meningkatkan keamanan, efisiensi konstruksi, dan dampak lingkungan dari proyek konstruksi.

Kesimpulan

Dalam kesimpulan, analisis kinerja struktural pada bangunan kayu lapis menggunakan metode elemen hingga menawarkan pemahaman yang mendalam tentang respons struktural bangunan terhadap beban-beban yang diberikan. Berikut adalah beberapa poin penting dalam kesimpulan ini:

Pemahaman yang Lebih Baik: *Melalui analisis menggunakan metode elemen hingga, kita dapat memahami dengan lebih baik bagaimana bangunan kayu lapis akan merespons beban-beban eksternal, seperti beban gravitasi, beban hidup, dan beban gempa. Ini memberikan wawasan yang berharga tentang kekuatan dan kelemahan struktur.*

Optimasi Desain: *Analisis struktural memungkinkan kita untuk mengoptimalkan desain bangunan kayu lapis dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti dimensi, bentuk, dan tipe material yang digunakan. Dengan demikian, kita dapat merancang struktur yang lebih efisien dan efektif.*

Peningkatan Keamanan: *Dengan memahami respons struktural bangunan kayu lapis, kita dapat memastikan bahwa desain memenuhi standar keamanan yang diperlukan. Ini termasuk memastikan bahwa struktur memiliki faktor keamanan yang memadai terhadap beban-beban yang mungkin terjadi selama umur bangunan.*

Efisiensi Konstruksi: *Dengan melakukan analisis sebelum konstruksi dimulai, kita dapat mengidentifikasi potensi masalah atau kelemahan dalam desain yang dapat diperbaiki sebelum pembangunan dimulai. Hal ini dapat mengurangi waktu dan biaya konstruksi secara keseluruhan.*

Dampak Lingkungan yang Lebih Rendah: *Dengan mempertimbangkan kekuatan dan kestabilan bangunan kayu lapis secara teliti, kita dapat merancang struktur dengan menggunakan jumlah material yang optimal. Ini dapat mengurangi jejak lingkungan konstruksi dan meningkatkan keberlanjutan proyek secara keseluruhan.*

Dengan demikian, analisis kinerja struktural pada bangunan kayu lapis menggunakan metode elemen hingga merupakan langkah yang penting dalam memastikan keselamatan, efisiensi, dan keberlanjutan bangunan. Dengan memanfaatkan teknik analisis yang canggih, kita dapat merancang struktur yang kuat, aman, dan berkelanjutan untuk masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Mungkin, M., & Satria, H. (2023). *Desain Sistem Panel Surya Fleksibel dengan Penambahan Reflektor Cermin untuk Peningkatan Output Konversi Energi Listrik*.
- Tarigan, R. S., Wasmawi, I., & Wibowo, H. T. (2020). *Manual Procedure Petunjuk Penggunaan Sistem Tanda Tangan Gaji Online (SITAGO)*.
- Nasution, A. P. (2020). *Perencanaan Pengembangan Pasar Tradisional Sukaramai Medan Dengan Tema Arsitektur Tropis (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Siregar, F. A. (2023). *Pengembangan Sistem Pertanian Berkelanjutan Untuk Mencapai Keberlanjutan Pangan*.
- Syarif, Y., & Junaidi, A. (2013). *Analisa Efektifitas Perbandingan Metode Thevenin Dengan Metode Matrik Rel Impedansi Dalam Kajian Perhitungan Arus Hubungan Singkat Simetris Sistem Tenaga Listrik 12 Bus Nernais Computer*.
- Tarigan, R. S., & Dwiatma, G. *ANALISA STEGANOGRAFI DENGAN METODE BPCS (Bit-Plane Complexity Segmentation) DAN LSB (Least Significant Bit) PADA PENGOLAHAN CITRA*.
- 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*.
- Nasution, A. M. (2019). *Perancangan Medan Islamic Center dengan Tema Arsitektur Modern (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- TELAUMBANUA, F., & Syarif, Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG MENARA BANK BRI MEDAN. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik, 1(3)*.
- Panggabean, N. H. (2022). *Pengaruh Psychological Well-Being dan Kepuasan Kerjaterhadap Stres Kerja Anggota Himpunan Penerjemah Indonesia (HPI) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- 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*.
- 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)*.
- Wahyudi, A., & Tarigan, R. S. (2022). *SISTEM INFORMASI SEKOLAH BERBASIS WEB PADA SMP NUSA PENIDA. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik, 1(3)*.
- Santoso, M. H. (2021). *Laporan Kerja Praktek Sistem Informasi Penerimaan Mahasiswa Baru Berbasis Web pada SMA Swasta Persatuan Amal Bakti (PAB) 8 Saentis*.
- Delvika, Y. (2011). *Perancangan Sistem Informasi Pengendalian Persediaan Spare Part untuk Meningkatkan Produktivitas pada PT. Sarana Baja Perkasa (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.
- Siregar, N., & Delvika, Y. (2017). *Analisa Pengukuran Produktivitas Perusahaan dengan Menggunakan Metode Marvin E. Mundel di PTPN II Pagar Merbau Lubuk Pakam*.
- 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)*.
- Amin, M., & Syarif, Y. (2002). *Studi Manajemen Dalam Sistem Tenaga Listrik (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- PRATAMA, R., & Harahap, G. Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN LIVING PLAZA MEDAN. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik, 1(3)*.
- Hasibuan, M. R. R. (2023). *Manfaat Daur Ulang Sampah Organik Dan Anorganik Untuk Kesehatan Lingkungan*.
- 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)*.
- Santoso, M. H. (2023). *Pengembangan Aplikasi Mobile yang User-Friendly: Strategi Desain UX. literacy notes, 1(1)*.
- Tavip, J., & Syarif, Y. (2010). *Sistem Pengontrolan Pendingin Ruangan Berdasarkan Jumlah Pengunjung*.
- Tanjung, D. A., & Munte, S. (2023). *Pembuatan Komposit Bioplastik dari Pati Sagu Kombinasi Polietilen*.

- 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).*
- 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.*
- Satria, H., Anisa, Y., Lubis, A. C. B., & Alayyubby, M. F. (2022). *Perancangan Efisiensi Tata Letak Sirkulasi Udara pada Smart Inkubator Berbasis Teknologi Hybrid.*
- Dariantio, D. (2018).
- Fauziah, I. L. (2022). *PENGARUH KEPEMIMPINAN KEPALA SEKOLAH, KOMUNIKASI INTERPERSONAL DAN MOTIVASI KERJA TERHADAP KINERJA GURU RAUDHATUL ATHFAL (RA) DI KABUPATEN KULON PROGO (Doctoral dissertation, Skripsi, Universitas Muhammadiyah Magelang).*
- Girsang, N. D. (2022). *Klasifikasi Jenis Hiou Simalungun Sumatera Utara Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- 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.*
- Fauziah, I. (2009). *Multiplikasi Tanaman Krisan (Chrysanthemum sp.) dengan Menggunakan Media MS (Murashige-Skoog) Padat.*
- Siregar, M. A. R. (2023). *Peran Pertanian Organik Dalam Mewujudkan Keberlanjutan Lingkungan Dan Kesehatan Masyarakat.*
- Tarigan, R. S. (2022). *KEBERMANFAATAN TEKNOLOGI SISTEM INFORMASI PADA DUNIA PENDIDIKAN DI INDONESIA.*
- OKTAVIANI, R., & Syarif, Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN MERCU PADA BENDUNGAN LAU SIMEME SIBIRU-BIRU–DELISERDANG SUMATERA UTARA. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik, 1(3).*
- Santoso, M. H. (2021). *Application of Association Rule Method Using Apriori Algorithm to Find Sales Patterns Case Study of Indomaret Tanjung Anom. Brilliance: Research of Artificial Intelligence, 1(2), 54-66.*
- Zuhanda, M. K. (2022). *Model Optimisasi Rantai Pasok Distribusi Logistik dalam Konteks E-Commerce (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.*
- 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.*
- Siregar, A. (2019). *analisi Aliran Air Sebagai Pendingin Udara pada Skala Model (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Syarif, Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN PERLUASAN GUDANG BOILER PT. INDOFOOD CBP SUKSES MAKMUR TBK DELI SERDANG. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik, 1(3).*
- Munte, S., & Delvika, Y. (2020). *Laporan Kerja Praktek PT Asam Jawa Desa Pengarungan Kecamatan Torgamba Kabupaten Labuhanbatu Selatan Sumatera Utara.*
- Syamsudin, Z., Makkulau, A., & Nizar, L. (2016). *Evaluasi perencanaan kelistrikan. Sutet, 6(1), 28-34.*
- 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.*
- Munte, S., & Tanjung, D. A. (2023). *Desain Proses Pengolahan Serat.*
- SAJIWO, A., & Harahap, G. Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN SPBU SHELL ADAM MALIK. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik, 1(3).*
- Delvika, Y., & Munte, S. (2019). *Laporan Pelaksanaan Kerja Praktek Pada PT. Anugrah Tanjung Medan Labuhan Batu Selatan.*
- Sembiring, A. (2018). *PELATIHAN DESAIN GRAFIS DAN PERCETAKAN UNTUK WIRSAUSAHA DALAM RANGKA MENINGKATKAN KEMANDIRIAN SISWA SMK. Pengabdian Masyarakat, 1(1).*
- Syarif, Y., & Bahri, Z. (2013). *Rancang Bangun Traffic Light Menggunakan Sensor Reflective Berbasis Programmable Logic Control (PLC) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Maulana, S., & Nasution, A. M. *Analysis of Passive Cooling Strategy on Small Housing in Tropical Climate.*
- Khairana, N. (2019). *Jaringan Syaraf Tiruan. uma. ac. id.*
- Siregar, F. A. (2023). *PENGARUH PENGGUNAAN PESTISIDA NABATI DALAM PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN.*
- Hasibuan, M. R. R. (2023). *PENERAPAN TEKNOLOGI PRECISION FARMING UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PRODUKSI PERTANIAN.*

- Siahaan, A. P. U. (2017). *Implementation of Fuzzy Tsukamoto Algorithm in Determining Work Feasibility*.
- TARIGAN, R. G., & Harahap, G. Y. (2022). *LAPORAN KERJA PRAKTEK PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG MENARA BRI JL. PUTRI HIJAU NO. 2-KOTA MEDAN. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik, 1(3)*.
- Khairina, N. (2016). *Analisis Fungsi Keanggotaan Fuzzy Tsukamoto Dalam Menentukan Status Kesehatan Tubuh Seseorang. Sinkron: jurnal dan penelitian teknik informatika, 1(1), 19-19*.
- Aritonang, R. V. (2020). *Pengaruh Variasi Jarak Tulangan Sengkang Spiral Terhadap Kuat Lentur Balok Beton Bertulang (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Data, P., Tarigan, R. S., Wibowo, H. T., Azhar, S., & Wasmawi, I. (2016). *Manual Procedure Petunjuk dan Mekanisme Pengoperasian Pendaftaran Ulang Online Mahasiswa Lama*.
- Sembiring, A., & Lestari, Y. D. *Pengaruh Konfigurasi Arsitektur Dan Inisialisasi Bobot dan Bias Terhadap Unjuk Kerja Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*.
- 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)*.
- Siregar, M. A. R. (2023). *Peningkatan Produktivitas Pertanian Melalui Penerapan Sistem Pertanian Terpadu*.
- Munthe, S. (2000). *Perencanaan dan Perancangan Mesin Perajang Umbi Rakitan Tahun 2000 (MPU-2000)*.
- Anisa, Y. (2016). *Pendekatan Oprimisasi Kombinatorial Multi Objektif untuk Pemilihan Proyek (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.
- 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)*.
- Waruwu, B. M. (2023). *Pengaruh Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Keberhasilan Proyek (Studi Kasus Pembangunan Irian Supermarket) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Pane, U. D. (2020). *Analisis Dampak Lalu Lintas (Andalilin) di Kawasan Gedung Kampus Universitas Prima Indonesia (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Ultari, M. V., Hasibuan, A. Z., & Sembiring, A. *JENDELA OTOMATIS MENGGUNAKAN RANTAI ELEKTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER*.