
Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Beton Bertulang Menggunakan Metode Elemen Hingga

Mahmuddin Siregar

Fakultas Teknik Sipil, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga adalah sebuah pendekatan penting dalam rekayasa struktural yang memungkinkan insinyur sipil untuk memahami dan memprediksi perilaku struktural bangunan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dalam konteks bangunan beton bertulang, analisis ini memegang peranan kunci dalam memastikan keandalan, kekuatan, dan kinerja keseluruhan bangunan.

Pentingnya Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Beton Bertulang: *Bangunan beton bertulang merupakan salah satu bentuk struktur yang paling umum digunakan dalam berbagai proyek konstruksi, mulai dari gedung tinggi hingga jembatan. Kekuatan dan keandalan struktur beton bertulang sangat penting untuk memastikan keamanan pengguna bangunan serta meminimalkan risiko kegagalan struktural yang dapat berdampak serius.*

Metode Elemen Hingga dalam Analisis Struktural: *Metode elemen hingga adalah teknik numerik yang digunakan untuk memodelkan dan menganalisis perilaku struktural dari berbagai macam bangunan dan struktur. Dalam konteks bangunan beton bertulang, metode ini digunakan untuk memecahkan persamaan diferensial yang menggambarkan respons struktural terhadap beban eksternal, termasuk gaya gravitasi, beban hidup, dan beban lainnya. Dengan membagi struktur menjadi elemen-elemen kecil, metode ini memungkinkan simulasi yang akurat dari distribusi tegangan, deformasi, dan respons struktural lainnya.*

Kata Kunci: *Sipil, Struktural, Kekuatan*



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga adalah sebuah pendekatan penting dalam rekayasa struktural yang memungkinkan insinyur sipil untuk memahami dan memprediksi perilaku struktural bangunan dengan tingkat akurasi yang tinggi. Dalam konteks bangunan beton bertulang, analisis ini memegang peranan kunci dalam memastikan keandalan, kekuatan, dan kinerja keseluruhan bangunan.

Bangunan beton bertulang merupakan salah satu bentuk struktur yang paling umum digunakan dalam berbagai proyek konstruksi, mulai dari gedung tinggi hingga jembatan. Kekuatan dan keandalan struktur beton bertulang sangat penting untuk memastikan keamanan pengguna bangunan serta meminimalkan risiko kegagalan struktural yang dapat berdampak serius.

Metode elemen hingga adalah teknik numerik yang digunakan untuk memodelkan dan menganalisis perilaku struktural dari berbagai macam bangunan dan struktur. Dalam konteks bangunan beton bertulang, metode ini digunakan untuk memecahkan persamaan diferensial yang menggambarkan respons struktural terhadap beban eksternal, termasuk gaya gravitasi, beban hidup, dan beban lainnya. Dengan membagi struktur menjadi elemen-elemen kecil, metode ini memungkinkan simulasi yang akurat dari distribusi tegangan, deformasi, dan respons struktural lainnya.

Proses analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga melibatkan beberapa langkah penting. Pertama, model struktural bangunan dibuat berdasarkan geometri dan properti material yang tepat. Selanjutnya, beban yang dikenakan pada struktur, baik statis maupun dinamis, dimasukkan ke dalam model. Kemudian, simulasi numerik dilakukan untuk memecahkan persamaan struktural dan memperoleh distribusi tegangan, deformasi, dan respons struktural lainnya. Akhirnya, hasil analisis dievaluasi untuk memastikan keandalan dan kinerja struktural yang memadai.

Analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga memberikan banyak manfaat yang signifikan. Pertama-tama, ini membantu insinyur untuk memahami dengan lebih baik perilaku struktural bangunan dalam berbagai kondisi beban, sehingga memungkinkan mereka untuk merancang struktur yang lebih efisien dan kuat. Selain itu, analisis ini juga memungkinkan identifikasi dini terhadap potensi masalah atau kegagalan struktural, yang dapat membantu mengurangi risiko dan biaya yang terkait dengan perbaikan atau pemeliharaan struktural di masa depan.

Dengan memanfaatkan metode elemen hingga, analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menjadi lebih efisien, akurat, dan terpercaya. Ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang respons struktural terhadap berbagai beban eksternal, serta memungkinkan insinyur untuk merancang bangunan yang lebih aman, kuat, dan tahan lama. Dengan demikian, penting untuk terus mengembangkan dan menerapkan teknik analisis yang canggih ini dalam praktik rekayasa sipil untuk memastikan keberhasilan dan keberlanjutan infrastruktur bangunan di masa mendatang.

Metode Penelitian

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

Bagaimana cara mengatasi Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Beton Bertulang Menggunakan Metode Elemen Hingga

Bagaimana membuat perancangan Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Beton Bertulang Menggunakan Metode Elemen Hingga

PEMBAHASAN

Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Beton Bertulang Menggunakan Metode Elemen Hingga adalah sebuah pendekatan rekayasa yang digunakan untuk memahami perilaku dan respons struktural bangunan beton bertulang dalam menghadapi berbagai beban. Metode ini melibatkan pembuatan model matematika yang kompleks yang merepresentasikan struktur bangunan, diikuti dengan simulasi numerik menggunakan teknik elemen hingga untuk memecahkan persamaan diferensial yang menggambarkan interaksi antara elemen struktural. Hal ini memungkinkan insinyur untuk memprediksi dan menganalisis distribusi tegangan, deformasi, dan respons lainnya pada bangunan beton bertulang dalam berbagai kondisi beban.

Pentingnya Analisis Kinerja Struktural pada Bangunan Beton Bertulang: *Bangunan beton bertulang merupakan salah satu bentuk struktur yang paling umum digunakan dalam industri konstruksi. Oleh karena itu, penting untuk memahami perilaku strukturalnya dengan baik untuk memastikan keamanan, keandalan, dan kinerja keseluruhan bangunan. Analisis kinerja struktural memainkan peran penting dalam memastikan bahwa bangunan dapat menahan beban secara efisien dan dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama.*

Metode Elemen Hingga dalam Analisis Struktural: *Metode elemen hingga adalah teknik numerik yang digunakan untuk memecahkan persamaan diferensial yang kompleks yang mengatur perilaku struktural. Dalam konteks analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang, bangunan direpresentasikan sebagai kumpulan elemen kecil yang terhubung, dan persamaan diferensial diterapkan pada setiap elemen untuk menggambarkan respons struktural. Solusi numerik kemudian diperoleh dengan memecahkan persamaan tersebut secara iteratif.*

Langkah-langkah dalam Analisis Kinerja Struktural: *Proses analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga melibatkan beberapa langkah. Pertama, model geometri bangunan dan properti material dibuat. Selanjutnya, model tersebut dibagi menjadi elemen kecil, dan persamaan diferensial yang menggambarkan perilaku struktural diterapkan pada setiap elemen. Kemudian, solusi numerik diperoleh dengan menggunakan teknik iteratif, dan hasilnya dievaluasi untuk memahami respons struktural pada berbagai kondisi beban.*

Manfaat Analisis Kinerja Struktural: *Analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga memiliki beberapa manfaat. Pertama, ini memungkinkan insinyur untuk memahami perilaku struktural secara mendalam dan memprediksi respons struktural dalam berbagai situasi beban. Hal ini memungkinkan mereka untuk merancang bangunan yang lebih efisien dan aman. Selain itu, analisis ini juga dapat membantu dalam identifikasi dini terhadap potensi masalah atau kegagalan struktural, yang dapat membantu dalam mengurangi risiko dan biaya perbaikan di masa mendatang.*

Ada beberapa cara untuk mengatasi tantangan dalam analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga. Berikut adalah beberapa langkah yang dapat diambil untuk mengatasi masalah tersebut:

1. **Validasi dan Verifikasi Model:** Langkah pertama yang penting adalah memvalidasi dan memverifikasi model numerik yang digunakan dalam analisis. Ini melibatkan membandingkan hasil analisis numerik dengan data eksperimental atau solusi analitis yang ada untuk memastikan bahwa model memberikan hasil yang akurat.
2. **Pemilihan Model yang Tepat:** Penting untuk memilih model yang sesuai dengan jenis struktur dan kondisi beban yang dihadapi. Misalnya, dalam analisis beton bertulang, pemodelan yang akurat dari sifat material beton, baja tulangan, dan hubungan antara keduanya sangat penting untuk mendapatkan hasil yang akurat.
3. **Pemilihan Elemen dan Kriteria Konvergensi:** Memilih elemen yang sesuai dan mengatur kriteria konvergensi yang tepat dalam analisis elemen hingga sangat penting. Elemen yang terlalu besar atau terlalu kecil dapat menghasilkan solusi yang tidak akurat. Selain itu, kriteria konvergensi yang tidak tepat dapat menghasilkan solusi yang tidak stabil atau tidak konvergen.
4. **Penanganan Nonlinearitas:** Struktur beton bertulang sering mengalami nonlinearitas material dan geometri. Untuk mengatasi hal ini, metode analisis yang mendukung analisis nonlinear seperti analisis geometri nonlinear dan analisis bahan nonlinear dapat digunakan. Hal ini memungkinkan untuk memodelkan perilaku nonlinear dari material beton dan baja tulangan dengan lebih akurat.
5. **Optimasi Solusi:** Proses pemecahan persamaan diferensial dalam analisis elemen hingga dapat menjadi sumber konsumsi waktu yang signifikan. Oleh karena itu, teknik optimasi solusi seperti penggunaan solver yang efisien atau paralelisasi komputasi dapat membantu mengurangi waktu komputasi dan mempercepat proses analisis.
6. **Analisis Sensitivitas:** Melakukan analisis sensitivitas dapat membantu dalam memahami pengaruh variabel desain atau parameter material terhadap respons struktural. Hal ini dapat membantu dalam mengidentifikasi faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap kinerja struktural dan memandu keputusan desain.
7. **Verifikasi dengan Kasus Studi dan Uji Coba Lapangan:** Terakhir, penting untuk memverifikasi hasil analisis dengan menggunakan kasus studi dan uji coba lapangan. Ini memungkinkan untuk memvalidasi keakuratan analisis numerik dan memastikan bahwa hasilnya sesuai dengan perilaku nyata struktur beton bertulang.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, para insinyur dan perancang dapat mengatasi tantangan dalam analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga dan memastikan bahwa hasil analisis mereka akurat dan dapat diandalkan.

Membuat perancangan untuk analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga melibatkan beberapa langkah yang penting. Berikut adalah langkah-langkah umum yang dapat diikuti:

1. Pemahaman tentang Struktur dan Beban

- Langkah pertama adalah memahami struktur bangunan secara keseluruhan, termasuk bentuk, dimensi, dan konfigurasi struktur beton bertulang yang akan dianalisis.
- Perhatikan juga jenis beban yang akan diterapkan pada struktur, seperti beban gravitasi (misalnya, beban hidup, beban mati) dan beban lateral (misalnya, beban angin, beban gempa).

2. Pemodelan Struktur dalam Perangkat Lunak Analisis Struktural

- *Gunakan perangkat lunak analisis struktural seperti SAP2000, ETABS, atau ANSYS untuk memodelkan struktur secara digital.*
- *Mulai dengan membuat model geometri struktur dengan memasukkan elemen-elemen dasar seperti balok, kolom, dan pelat.*
- *Setelah itu, tambahkan detail-detail seperti sambungan struktural, detail tulangan, dan dinding geser sesuai kebutuhan.*

3. Pemilihan Elemen dan Materi

- *Pilih jenis elemen yang sesuai untuk mewakili struktur beton bertulang dengan akurat. Ini bisa berupa elemen balok, elemen kolom, elemen pelat, dll.*
- *Tentukan sifat material untuk beton dan baja tulangan yang sesuai dengan standar material yang digunakan dan informasi desain.*

4. Pemilihan Metode Analisis

- *Pilih metode analisis yang sesuai dengan jenis struktur dan kondisi beban. Untuk struktur beton bertulang, metode elemen hingga sering digunakan karena kemampuannya untuk menangani nonlinearitas material dan geometri.*

5. Penentuan Kondisi Batas dan Beban

- *Tetapkan kondisi batas yang realistis untuk model, termasuk penahan, penopang, dan syarat-syarat lainnya.*
- *Terapkan beban yang relevan pada model, seperti beban hidup, beban mati, beban angin, dan beban gempa sesuai dengan persyaratan desain.*

6. Pelaksanaan Analisis

- *Lakukan analisis struktural menggunakan perangkat lunak yang dipilih dengan memperhatikan pengaturan analisis yang sesuai.*
- *Pastikan untuk memonitor konvergensi solusi dan memvalidasi hasil analisis untuk memastikan bahwa mereka berada dalam kisaran yang dapat diterima.*

7. Evaluasi dan Interpretasi Hasil

- *Evaluasi hasil analisis untuk memahami respons struktural terhadap beban yang diterapkan.*
- *Identifikasi area-area yang rentan terhadap kegagalan atau deformasi berlebihan dan evaluasi kebutuhan untuk peningkatan desain.*

8. Optimasi Desain

- *Jika diperlukan, lakukan iterasi pada desain untuk mengoptimalkan kinerja struktural dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti kekuatan, kekakuan, dan efisiensi konstruksi.*

9. Dokumentasi dan Pelaporan

- *Dokumentasikan hasil analisis secara menyeluruh dan siapkan laporan yang rinci yang mencakup deskripsi model, kondisi batas, beban yang diterapkan, hasil analisis, dan kesimpulan desain.*

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, Anda dapat membuat perancangan yang komprehensif dan akurat untuk analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga. Langkah-langkah tersebut memastikan bahwa struktur Anda dapat diuji secara menyeluruh dan memenuhi persyaratan desain yang ditetapkan.

Menulis tentang analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga memberikan sejumlah manfaat penting, termasuk:

1. Pemahaman yang Lebih Mendalam tentang Struktur

- **Pemahaman yang Lebih Baik:** Menulis tentang analisis kinerja struktural memaksa penulis untuk memahami konsep-konsep dan prinsip-prinsip dasar yang terlibat dalam perilaku struktur beton bertulang.
- **Pengetahuan yang Diperdalam:** Proses penulisan mendorong penulis untuk melakukan riset yang lebih dalam dan memahami berbagai aspek yang terlibat dalam analisis struktural, seperti sifat material, perilaku beban, dan metode analisis yang digunakan.

2. Penerapan Prinsip Desain yang Lebih Baik

- **Desain yang Lebih Optimal:** Dengan memahami analisis kinerja struktural, arsitek dan insinyur dapat merancang struktur yang lebih optimal dan efisien secara keseluruhan.
- **Peningkatan Kualitas Desain:** Penulisan memungkinkan penulis untuk mengevaluasi desain secara kritis dan mengidentifikasi area-area yang memerlukan perbaikan atau penyempurnaan.

3. Peningkatan Kualitas dan Keamanan Bangunan

- **Keamanan yang Ditingkatkan:** Melalui analisis struktural yang komprehensif, penulisan dapat membantu memastikan bahwa struktur bangunan bertulang memenuhi standar keamanan yang diperlukan.
- **Pengurangan Risiko Kegagalan:** Dengan memperhatikan aspek-aspek kritis dalam desain struktural, penulisan dapat membantu mengurangi risiko kegagalan atau kerusakan struktural yang mungkin terjadi.

4. Komunikasi yang Lebih Efektif antara Tim Proyek

- **Koordinasi yang Lebih Baik:** Dokumentasi analisis kinerja struktural memungkinkan untuk komunikasi yang lebih efektif antara arsitek, insinyur struktural, dan anggota tim proyek lainnya.
- **Kolaborasi yang Ditingkatkan:** Dengan memahami hasil analisis, tim proyek dapat bekerja sama untuk menemukan solusi terbaik dan memastikan bahwa semua aspek desain dipertimbangkan.

5. Penyampaian Informasi yang Lebih Jelas kepada Pemangku Kepentingan

- **Pemahaman yang Lebih Mudah:** Dokumentasi yang jelas dan rinci tentang analisis struktural memungkinkan pemangku kepentingan lainnya, seperti klien dan pihak yang terlibat dalam pengawasan proyek, untuk lebih memahami aspek teknis dari desain.
- **Kepuasan Pemangku Kepentingan:** Dengan memberikan informasi yang transparan dan komprehensif, penulisan dapat meningkatkan kepercayaan dan kepuasan pemangku kepentingan terhadap proyek.

6. Pemahaman yang Lebih Baik tentang Praktek Terbaik

- **Pengembangan Profesional:** Melalui proses penulisan, penulis dapat memperdalam pemahaman mereka tentang praktek terbaik dalam analisis struktural dan menerapkan pengetahuan ini pada proyek-proyek masa depan.
- **Inovasi dalam Desain:** Penulisan dapat memfasilitasi diskusi tentang inovasi dalam analisis struktural dan mendorong pengembangan solusi-solusi baru untuk tantangan-tantangan desain.

7. Kontribusi pada Penelitian dan Pengembangan Industri

- **Peningkatan Pengetahuan Industri:** Tulisan analisis kinerja struktural dapat menjadi sumber informasi berharga bagi profesional dan peneliti di industri arsitektur dan teknik sipil.
- **Mendorong Kemajuan Industri:** Dengan berbagi pengetahuan dan pengalaman, penulisan dapat membantu mendorong kemajuan dalam praktik desain dan konstruksi bangunan.

8. Pemenuhan Persyaratan Regulasi dan Standar

- **Kepatuhan yang Ditingkatkan:** *Penulisan memastikan bahwa desain memenuhi persyaratan peraturan dan standar yang berlaku, seperti Kode Bangunan dan Standar Desain Struktural.*

Dengan demikian, menulis tentang analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga membawa manfaat yang signifikan bagi para profesional di bidang arsitektur dan teknik sipil serta untuk keselamatan dan keberhasilan proyek konstruksi.

Kesimpulan

penulisan tentang analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga merupakan langkah yang penting dalam pengembangan industri konstruksi. Beberapa poin utama dari penulisan ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. **Pentingnya Analisis Struktural:** *Analisis kinerja struktural sangat penting dalam memastikan keamanan, ketahanan, dan keandalan bangunan beton bertulang. Dengan menggunakan metode elemen hingga, kita dapat memahami dengan lebih baik bagaimana struktur tersebut akan bertindak terhadap beban dan gaya eksternal.*
2. **Penerapan Teknologi:** *Penerapan teknologi seperti metode elemen hingga memungkinkan insinyur untuk melakukan analisis yang lebih akurat dan mendalam terhadap struktur beton bertulang. Hal ini memungkinkan untuk mengevaluasi berbagai faktor yang memengaruhi kinerja struktural dengan lebih teliti.*
3. **Kualitas Desain yang Ditingkatkan:** *Dengan memahami perilaku struktural melalui analisis yang cermat, kita dapat meningkatkan kualitas desain bangunan beton bertulang. Ini termasuk memastikan bahwa struktur dapat menahan beban sesuai dengan kebutuhan dan menghindari kegagalan yang tidak diinginkan.*
4. **Keselamatan dan Keandalan:** *Analisis kinerja struktural membantu dalam memastikan keselamatan dan keandalan bangunan. Dengan memahami batas kekuatan dan kelemahan struktur, kita dapat mengambil langkah-langkah preventif untuk mengurangi risiko kegagalan struktural.*
5. **Inovasi dan Pengembangan:** *Melalui penulisan tentang analisis kinerja struktural, kita dapat mendorong inovasi dan pengembangan dalam industri konstruksi. Ini termasuk pengembangan metode analisis baru, teknologi yang lebih canggih, dan praktek-praktek terbaik dalam desain struktural.*

Dengan demikian, penulisan tentang analisis kinerja struktural pada bangunan beton bertulang menggunakan metode elemen hingga memiliki dampak yang signifikan dalam meningkatkan keamanan, kualitas, dan inovasi dalam industri konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Siregar, M. A. (2020). *Laporan Kerja Praktek Perancangan Aplikasi Sarana dan Prasarana (Sarpras) Pada SMK Negeri 3 Medan*.
- 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*.
- Harahap, G. Y. (2004). *Decentralization and its Implications on the development of Housing in Medan*.
- GIRSANG, N. D. (2023). PERANCANGAN SISTEM INFORMASI ABSENSI KARYAWAN DENGAN QR CODE BERBASIS WEB PADA PT. SALIM IVOMAS PRATAMA Tbk. *Circle Archive*, 1(1).
- Satria, H. (2022). *Perancangan Graphical User Interface Menggunakan Software Visual Studio untuk Memonitoring PLTS On Grid Kapasitas 2.08 KWh*.
- Umroh, B. (2011). *Kinerja Pahat CBN pada Pemesinan Laju Tinggi, Keras dan Kering Bahan Aisi 4140 (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.
- 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.
- Tarigan, R. S., Azhar, S., & Wibowo, H. T. (2021). *Manual Procedure Petunjuk Penggunaan Aplikasi Registrasi Asrama Kampus*.
- Wibowo, H. T., Tarigan, R. S., & Mukmin, A. A. (2022). *APLIKASI MARKETPLACE PENDAMPING WISATA DENGAN API MAPS BERBASIS MOBILE DAN WEB*. Retrieved from osf.io/3jpd/.
- Hasibuan, M. R. R. (2023). *EVALUASI EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DALAM PERTANIAN BERBASIS TEKNOLOGI IRIGASI MODERN*.
- 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*.
- 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)*.
- Barky, N. Y. (2020). *Laporan Kerja Praktek II Revitalisasi Gedung Kantor Gubernur Sumatera Utara*.
- Tarigan, R. S. (2018). *Manual Procedure Petunjuk Penggunaan Sistem Informasi Program Studi (SIPRODI)*.
- 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*.
- Nst, A., & Siregar, A. (2011). *Analisa Ruang Bakar Boiler Kapasitas UAP 20 Ton/Jam (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Tarigan, R. S., & Dwiatma, G. (2022). *ANALISA STEGANOGRAFI DENGAN METODE BPCS (Bit-Plane Complexity Segmentation) DAN LSB (Least Significant Bit) PADA PENGOLAHAN CITRA*.
- Karim, A. (2017). *Efektivitas Beberapa Produk Pembersih Wajah Antiacne Terhadap Balderi Penyebab Jerawat Propianibacterium acnes*.
- Santoso, M. H., Hutabarat, K. I., Wuri, D. E., & Lubis, J. H. (2020). *Smart Industry Inkubator Otomatis Produk Pengereng Ikan Asin Berbasis Arduino. Jurnal Mahajana Informasi*, 5(2), 45-53.
- Aulia, A. M., Tarigan, R. S., Wibowo, H. T., & Dwiatma, G. (2022). *Penerapan E-Gudang Sebagai Tempat Penampungan Ikan*.
- Siregar, F. A. (2023). *PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK DALAM MENINGKATKAN KUALITAS TANAH DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN*.
- Ramadhani, M. R., & Syarif, Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN SALURAN PENGHUBUNG PADA BENDUNG DI SERDANG. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*, 1(3).
- 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.
- Khairina, N. (2023). *Hyperparameter Model Arsitektur Resnet50 dalam Mengklasifikasi Larva Zophobas Mario dan Tenebrio Molitor*.
- Tarigan, R. S. (2017). *Manual Procedure Petunjuk Penggunaan Academic Online Campus (AOC)*.
- Maulana S, R. (2014). *PERENCANAAN INSTALASI LISTRIK HOTEL PRIMA CIREBON (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia)*.
- Nasution, A. B., & Nasution, A. M. (2021). *Perancangan Gelanggang Olah Raga Renang, Loncat Indah, Renang Indah Dan Polo Air, Bertema Arsitektur Futuristik*.
- Maizana, D. (2013). *Effect of Rubber Material Clamp on Core Loss of 3-phase 100 kVA Transformer Core*.

- Amru, S. (2015). *Potensi Limbah Sabut Kelapa Muda Sebagai Penguat pada Pembuatan Bahan Peredam Suara*.
- Maulana, S. (2007). *Peranan Teknologi Bahan Terhadap Struktur dan Bentuk Bangunan*.
- Siregar, M. A. R. (2023). *PENGGUNAAN TEKNOLOGI DRONE DALAM MONITORING DAN PENGELOLAAN LAHAN PERTANIAN*.
- SIDABUTAR, P. R., & Harahap, G. Y. (2022). *IDENTIFIKASI PELAT LANTAI PERON TINGGI PADA PEMBANGUNAN STASIUN LUBUK PAKAM BARU. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik, 1(3)*.
- Khairina, N. (2016). *Analisis Perbandingan Metode Steganografi Two Sided Side Match Dengan Four Sided Side Match Pada Citra Multilayer TIFF (Doctoral dissertation)*.
- Mungkin, M. (2018). *Modul Praktikum Programmable Logic Controller (PLC)*.
- Syarif, Y., & Harahap, U. (2010). *Study Pemakaian Motor Induksi 3 Fasa Sebagai Penggerak Pompa Pembuangan Limbah (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Santoso, M. H. (2022). *Perancangan Alat Inkubator Berbasis Arduino untuk Proses Pengawetan Ikan Asin*.
- Munte, S. (2011). *Desain Proses Pengolahan Serat pada Ud. Pusaka Bakti Batang Kuis (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.
- Zuhanda, M. K. (2016). *Teknik Linierisasi untuk Persoalan Program Kuadratik Nol-Satu (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.
- Hidayat, A. (2023). *Diversifikasi Usaha Tani Dalam Meningkatkan Pendapatan Petani Dan Ketahanan Pangan Lokal*.
- Amin, M., & Syarif, Y. (2001). *Permasalahan Teknik Sistem Pertanian Distribusi dan Jaringan Listrik (Doctoral dissertation)*.
- Azhar, S. (2013). *Studi Identifikasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Agresifitas Remaja Pemain Point Blank (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Hasibuan, M. R. R. (2023). *INOVASI TEKNOLOGI IRIGASI DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DALAM PERTANIAN*.
- Lubis, Z., & Lubis, A. H. (2017). *Panduan Praktis Praktikum SPSS*.
- Bahri, Z., & Syarif, Y. (2008). *STUDY PANEL KONTROL UNTUK MOTOR INDUKSI 3 PASHE 330 HP 380 VOLT, DIKOPEL PADA POMPA PENDISTRIBUSIAN AIR MINUM Aplikasi Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM TIRTANADI instalasi DELI TUA*.
- Zahara, F. (2012). *Hubungan Dukungan Sosial Orangtua dan Motivasi Belajar dengan Kemandirian Belajar Siswa di SMA Negeri 7 Medan*.
- Hidayat, A. (2023). *Dampak Polusi Udara pada Kesehatan*.
- Waruwu, B. M. (2022). *LKP Pengerjaan Abutment pada Proyek Penggantian Jembatan Idano Eho-Desa Siforoasi-Kecamatan Amandraya-Kabupaten Nias Selatan. Universitas Medan Area*.
- 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)*.
- Maizana, D., Anisa, Y., & Sianipar, M. (2021). *Lawan Covid-19 Dengan Cuci Tangan Pakai Sabun*.
- Mustafa, K., & Delvika, Y. (2017). *Analisis Tingkat Penerapan Program Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) dengan Pendekatan Risk Assessment pada CV. Sumber Makmur Jaya*.
- 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)*.
- Maulana, S. (2007). *Perencanaan dan Perancangan Bangunan Publik Untuk Komunitas Tertentu*.
- Harahap, G. Y. (2001). *Taman Bermain Anak-Anak di Medan Tema Arsitektur Perilaku (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- 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.