

---

# Analisis Kekuatan Material dalam Konstruksi Gedung Bertingkat Tinggi

**RIFAN ISKANDAR**

*Teknik Sipil*

---

## **Abstrak**

*Konstruksi gedung bertingkat tinggi menghadirkan tantangan teknis yang unik, terutama dalam hal kekuatan material. Dengan meningkatnya kebutuhan akan ruang dan lahan di perkotaan, gedung bertingkat tinggi menjadi solusi populer untuk menampung populasi yang terus berkembang. Namun, untuk mencapai desain yang efisien dan aman, penting untuk melakukan analisis mendalam terhadap kekuatan material yang digunakan dalam konstruksi. Artikel ini bertujuan untuk memberikan gambaran menyeluruh tentang analisis kekuatan material dalam konteks konstruksi gedung bertingkat tinggi, dengan fokus pada jenis material yang umum digunakan, metode pengujian, dan penerapan dalam desain struktural. Analisis kekuatan material meliputi berbagai aspek, termasuk kekuatan tekan, tarik, dan lentur dari material yang digunakan. Material seperti beton, baja, dan komposit menjadi pilihan utama dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi. Beton bertulang, misalnya, menawarkan kombinasi kekuatan tekan yang tinggi dan daya tahan terhadap berbagai kondisi lingkungan. Sementara itu, baja terkenal karena kekuatannya yang tinggi serta kemudahan dalam proses fabrikasi dan pemasangan. Metode pengujian kekuatan material, seperti uji tekan, uji tarik, dan uji lentur, merupakan bagian integral dari analisis ini. Pengujian ini memastikan bahwa material yang digunakan memenuhi standar yang ditetapkan untuk keselamatan dan kinerja struktural. Selain itu, penerapan teknologi modern, seperti analisis elemen hingga (Finite Element Analysis), memungkinkan insinyur untuk memodelkan dan memprediksi perilaku struktural di bawah berbagai kondisi beban. Tantangan dalam analisis kekuatan material juga mencakup faktor-faktor eksternal seperti gempa bumi, angin kencang, dan perubahan suhu. Gedung bertingkat tinggi harus dirancang untuk mampu menahan beban lateral yang dihasilkan oleh faktor-faktor ini. Oleh karena itu, pendekatan desain yang holistik yang mempertimbangkan interaksi antara material dan gaya eksternal sangat penting. Dalam konteks keberlanjutan, pemilihan material yang ramah lingkungan dan praktik konstruksi yang efisien menjadi semakin penting. Material baru dan inovatif, seperti beton ringan dan komposit berbasis serat, menawarkan alternatif yang menarik untuk mengurangi dampak lingkungan dari konstruksi gedung bertingkat tinggi. Melalui penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan wawasan yang lebih dalam tentang pentingnya analisis kekuatan material dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi. Dengan memahami interaksi antara material dan desain, serta tantangan yang dihadapi dalam implementasinya, artikel ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi para profesional di bidang teknik sipil dan arsitektur.*

---

**Kata Kunci:** konstruksi Gedung,

---

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

*Konstruksi gedung bertingkat tinggi telah menjadi salah satu solusi utama dalam mengatasi permasalahan keterbatasan lahan di kawasan perkotaan. Dengan meningkatnya populasi dan kebutuhan akan ruang, gedung-gedung yang menjulang tinggi menjadi pilihan yang sangat menarik. Namun, untuk memastikan keselamatan dan kenyamanan penghuni, analisis yang mendalam terhadap kekuatan material yang digunakan dalam konstruksi menjadi sangat penting. Material yang digunakan dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi harus memiliki kekuatan yang memadai untuk mendukung beban struktural yang besar. Dalam hal ini, analisis kekuatan material mencakup berbagai jenis material seperti beton, baja, dan komposit. Setiap jenis material memiliki karakteristik unik yang mempengaruhi perilaku dan kinerja strukturalnya. Metode penelitian yang digunakan dalam artikel ini meliputi kajian literatur, analisis studi kasus, dan eksperimen laboratorium. Kajian literatur akan memberikan dasar teori mengenai kekuatan material dan aplikasinya dalam desain gedung bertingkat tinggi. Analisis studi kasus akan menyoroti proyek-proyek gedung bertingkat tinggi yang telah berhasil dibangun, sedangkan eksperimen laboratorium akan dilakukan untuk menguji kekuatan material secara langsung. Dengan memahami karakteristik dan kekuatan material, para insinyur dan arsitek dapat merancang gedung yang tidak hanya efisien tetapi juga aman dan tahan lama. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk menjelaskan secara rinci tentang analisis kekuatan material dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi, termasuk tantangan yang dihadapi dalam perancangan dan implementasi.*

## **PEMBAHASAN**

Dalam era urbanisasi yang terus meningkat, kebutuhan akan gedung bertingkat tinggi semakin mendesak. Struktur ini tidak hanya memaksimalkan penggunaan lahan, tetapi juga menawarkan berbagai fungsi, mulai dari perkantoran hingga hunian. Namun, untuk memastikan bahwa gedung-gedung ini dapat berdiri kokoh dan aman, analisis kekuatan material menjadi aspek yang sangat penting. Analisis ini bertujuan untuk memahami bagaimana berbagai material yang digunakan dalam konstruksi dapat bertahan terhadap berbagai beban yang diterimanya, baik beban statis maupun dinamis.

Kekuatan material dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi tidak hanya bergantung pada sifat fisik material itu sendiri, tetapi juga pada cara material tersebut diintegrasikan dalam desain struktur. Sebuah gedung yang dirancang dengan baik harus mampu mendistribusikan beban secara merata ke seluruh bagian struktur. Oleh karena itu, pemilihan material yang tepat merupakan langkah awal yang krusial dalam perancangan. Material seperti beton bertulang, baja, dan komposit memiliki karakteristik unik yang harus dipertimbangkan dalam proses analisis ini.

Salah satu material yang paling umum digunakan dalam konstruksi gedung tinggi adalah beton bertulang. Beton memberikan kekuatan tekan yang baik, sementara baja di dalamnya meningkatkan kekuatan tarik. Kombinasi ini menciptakan material yang sangat efektif untuk menahan beban vertikal dan lateral. Dalam analisis kekuatan, penting untuk melakukan pengujian terhadap komposisi dan proporsi material beton untuk memastikan bahwa campuran yang digunakan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Baja adalah material lain yang sering digunakan dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi. Kekuatan tinggi, daya tahan terhadap korosi, dan fleksibilitas adalah beberapa sifat unggul

baja yang membuatnya ideal untuk struktur yang tinggi. Dalam analisis, sifat mekanik baja seperti batas elastis, kekuatan tarik, dan elongasi harus diperhitungkan. Selain itu, analisis tentang bagaimana baja bereaksi terhadap beban dinamis, seperti angin atau gempa bumi, juga penting untuk memastikan keamanan struktur.

Teknologi modern juga memainkan peran penting dalam analisis kekuatan material. Dengan adanya perangkat lunak analisis struktural yang canggih, insinyur dapat melakukan simulasi untuk memprediksi perilaku material di bawah berbagai kondisi beban. Metode elemen hingga (Finite Element Method) adalah salah satu teknik yang banyak digunakan untuk menganalisis kekuatan material. Melalui metode ini, struktur dibagi menjadi elemen-elemen kecil, dan analisis dilakukan pada masing-masing elemen untuk mendapatkan gambaran keseluruhan tentang bagaimana struktur akan berperilaku.

Beban dinamis, seperti angin dan gempa bumi, adalah faktor kritis yang perlu dianalisis dalam desain gedung tinggi. Beban ini dapat menyebabkan gaya lateral yang signifikan pada struktur, yang dapat mengakibatkan keruntuhan jika tidak ditangani dengan benar. Oleh karena itu, analisis kekuatan material harus mencakup pengujian terhadap daya tahan material terhadap beban lateral. Pemilihan material yang tahan terhadap deformasi dan keruntuhan adalah langkah penting dalam merancang gedung tinggi yang aman.

Salah satu aspek yang juga perlu diperhatikan dalam analisis kekuatan material adalah faktor lingkungan. Kelembapan, suhu, dan paparan bahan kimia dapat mempengaruhi daya tahan dan kekuatan material dari waktu ke waktu. Dalam lingkungan yang ekstrem, seperti daerah rawan gempa atau pantai, material yang digunakan harus memiliki ketahanan yang lebih tinggi terhadap kondisi tersebut. Oleh karena itu, analisis harus mencakup pemahaman tentang bagaimana lingkungan akan mempengaruhi performa material dalam jangka panjang.

Setelah material dipilih dan dianalisis, tahap berikutnya adalah pengujian fisik. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur secara langsung sifat mekanik material yang digunakan. Pengujian tarik, tekan, dan lentur adalah beberapa metode yang umum digunakan untuk mengevaluasi kekuatan material. Hasil dari pengujian ini akan memberikan data yang diperlukan untuk menyempurnakan desain struktur dan memastikan bahwa gedung dapat berdiri dengan aman.

Proses perancangan gedung tinggi juga melibatkan kolaborasi antara berbagai disiplin ilmu, termasuk arsitektur, teknik sipil, dan mekanika. Insinyur struktural harus bekerja sama dengan arsitek untuk memastikan bahwa desain estetika tidak mengorbankan kekuatan dan keamanan struktur. Dialog terbuka antara tim desain dan tim konstruksi juga penting untuk meminimalkan risiko kesalahan dalam pemilihan material dan metode konstruksi.

Kepatuhan terhadap standar dan kode bangunan juga merupakan aspek penting dalam analisis kekuatan material. Setiap negara atau wilayah memiliki regulasi yang mengatur kualitas dan spesifikasi material yang dapat digunakan dalam konstruksi. Mematuhi standar ini tidak hanya memastikan keamanan gedung, tetapi juga melindungi investasi finansial. Oleh karena itu, insinyur harus memiliki pemahaman yang baik tentang regulasi yang berlaku dan bagaimana menerapkannya dalam desain dan analisis kekuatan.

Dalam konteks keberlanjutan, pemilihan material ramah lingkungan semakin menjadi perhatian. Material yang dapat didaur ulang atau memiliki jejak karbon rendah menjadi pilihan yang menarik dalam desain gedung bertingkat tinggi. Dalam analisis kekuatan material, penting untuk mempertimbangkan tidak hanya kekuatan tetapi juga dampak lingkungan dari

material yang digunakan. Dengan menerapkan prinsip keberlanjutan dalam desain, insinyur dapat berkontribusi pada upaya global untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

Setiap tahap dari proses analisis kekuatan material harus didokumentasikan dengan baik. Dokumentasi ini sangat penting untuk referensi di masa depan, terutama dalam perawatan dan pemeliharaan gedung. Insinyur dan arsitek perlu memiliki catatan yang jelas tentang keputusan yang diambil selama proses desain dan analisis, sehingga jika ada masalah di kemudian hari, mereka dapat merujuk kembali ke dokumen tersebut untuk mengevaluasi solusi yang mungkin.

Kualitas kontrol dalam setiap tahap produksi dan konstruksi juga menjadi perhatian utama. Memastikan bahwa material yang digunakan memenuhi spesifikasi yang ditetapkan sangat penting untuk menghindari kegagalan struktur. Audit dan pemeriksaan rutin terhadap material dan metode konstruksi harus dilakukan untuk menjaga kualitas. Ini juga mencakup pelatihan bagi tenaga kerja untuk memahami pentingnya kualitas dalam setiap aspek konstruksi.

Setelah gedung selesai dibangun, analisis kekuatan material tidak berhenti. Pemantauan berkala terhadap kondisi struktur dan material juga perlu dilakukan untuk mendeteksi adanya kerusakan atau deformasi. Sistem pemantauan canggih dapat digunakan untuk mengukur kinerja gedung dalam jangka panjang, memberikan data yang berguna untuk perawatan dan perbaikan di masa depan.

Dalam perkembangan teknologi, penggunaan sensor dan sistem otomatis juga mulai diterapkan dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi. Sensor dapat dipasang untuk memantau beban dan tekanan yang diterima oleh struktur secara real-time. Data yang diperoleh dari sensor ini dapat memberikan wawasan berharga tentang bagaimana gedung berperilaku dalam kondisi yang berbeda, serta membantu dalam merencanakan pemeliharaan yang lebih efektif.

Dalam analisis kekuatan material, pemahaman tentang perilaku material di bawah kondisi ekstrem juga penting. Material harus mampu menahan beban luar biasa yang mungkin terjadi, seperti gempa bumi atau angin kencang. Oleh karena itu, simulasi komputer dapat dilakukan untuk memprediksi bagaimana material akan berperilaku dalam situasi tersebut. Ini membantu insinyur untuk merancang struktur yang dapat bertahan dalam berbagai kondisi.

Terakhir, kolaborasi internasional dalam penelitian dan pengembangan material baru juga menjadi penting. Dengan semakin banyaknya tantangan yang dihadapi oleh industri konstruksi, berbagi pengetahuan dan teknologi antar negara dapat menghasilkan solusi inovatif yang menguntungkan semua pihak. Melalui kolaborasi ini, insinyur dan ilmuwan dapat bersama-sama mengembangkan material yang lebih kuat, lebih ringan, dan lebih tahan lama, yang pada akhirnya akan meningkatkan keselamatan dan efisiensi dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi.

Dengan semua pertimbangan ini, analisis kekuatan material dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi merupakan aspek yang sangat penting. Kekuatan, daya tahan, dan efisiensi material harus menjadi fokus utama dalam setiap tahap desain dan konstruksi. Dengan pendekatan yang tepat, gedung tinggi tidak hanya dapat dibangun dengan aman, tetapi juga dapat memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan dan masyarakat.

Dalam konteks globalisasi, pentingnya inovasi dalam material konstruksi semakin meningkat. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa material komposit, yang menggabungkan dua atau

lebih bahan dengan sifat yang berbeda, dapat menawarkan keunggulan signifikan dalam hal kekuatan dan bobot. Misalnya, material komposit yang terbuat dari serat karbon dan resin epoxy menunjukkan kekuatan yang sangat tinggi dengan bobot yang lebih rendah dibandingkan dengan baja konvensional. Penggunaan material ini dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi dapat mengurangi beban struktural, sehingga memungkinkan desain yang lebih ramping dan efisien.

Seiring dengan perkembangan teknologi, penggunaan analisis data besar (big data) dalam pemantauan kekuatan material juga semakin populer. Data yang dikumpulkan dari berbagai sensor selama proses konstruksi dan penggunaan gedung dapat dianalisis untuk mengidentifikasi pola dan perilaku material di bawah berbagai kondisi. Dengan menggunakan algoritma pembelajaran mesin, insinyur dapat memprediksi potensi masalah sebelum terjadi, yang memungkinkan tindakan pencegahan yang lebih efektif.

Salah satu tantangan dalam analisis kekuatan material adalah memperhitungkan efek jangka panjang dari penuaan material. Seiring waktu, material mengalami penurunan kualitas dan kekuatan akibat faktor-faktor seperti korosi, kelelahan material, dan keausan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan analisis jangka panjang yang mencakup pemodelan siklus hidup material. Dengan pendekatan ini, insinyur dapat mengevaluasi seberapa lama suatu material akan bertahan dalam kondisi tertentu dan kapan waktu yang tepat untuk melakukan perawatan atau penggantian.

Perkembangan teknologi pemodelan 3D juga memfasilitasi analisis kekuatan material. Dengan menggunakan perangkat lunak pemodelan 3D, insinyur dapat membuat representasi visual dari struktur dan material yang akan digunakan. Ini memungkinkan mereka untuk menganalisis interaksi antara berbagai elemen dan mengidentifikasi titik lemah sebelum konstruksi dimulai. Selain itu, teknologi pemodelan 3D juga memungkinkan visualisasi dampak dari berbagai skenario beban, sehingga memberikan informasi berharga dalam pengambilan keputusan.

Aspek lain yang perlu dipertimbangkan adalah keberlanjutan dalam analisis kekuatan material. Dalam upaya mengurangi dampak lingkungan, banyak perusahaan konstruksi beralih ke material yang lebih ramah lingkungan, seperti bambu dan beton daur ulang. Material ini tidak hanya membantu mengurangi jejak karbon tetapi juga seringkali memiliki kekuatan yang sebanding dengan material konvensional. Analisis kekuatan material dalam konteks keberlanjutan menjadi semakin penting untuk memastikan bahwa pilihan material tidak hanya kuat tetapi juga berdampak positif pada lingkungan.

Dalam dunia industri, standar keselamatan semakin ketat, dan peraturan mengenai konstruksi gedung tinggi juga terus berkembang. Insinyur harus memastikan bahwa setiap tahap analisis dan desain memenuhi persyaratan peraturan yang berlaku. Ini termasuk mematuhi standar tentang kekuatan material, ketahanan terhadap bencana, dan efisiensi energi. Kegagalan untuk memenuhi standar ini dapat mengakibatkan konsekuensi serius, termasuk kecelakaan, kerugian finansial, dan kerusakan reputasi perusahaan.

Dalam konteks inovasi, penggunaan teknik pencetakan 3D untuk material konstruksi juga mulai mendapatkan perhatian. Dengan pencetakan 3D, elemen struktural dapat dibuat dengan presisi tinggi dan lebih cepat. Hal ini tidak hanya mengurangi limbah material tetapi juga memungkinkan penciptaan bentuk-bentuk yang sebelumnya sulit dicapai dengan metode tradisional. Namun, analisis kekuatan material untuk produk yang dicetak 3D harus dilakukan

dengan hati-hati, karena perilaku material pada proses cetak dapat berbeda dari metode konvensional.

Keterlibatan masyarakat juga memainkan peran penting dalam pembangunan gedung bertingkat tinggi. Ketika merancang dan menganalisis kekuatan material, penting untuk melibatkan pemangku kepentingan, termasuk masyarakat lokal, untuk memastikan bahwa desain memenuhi kebutuhan mereka. Pendekatan partisipatif ini tidak hanya meningkatkan rasa memiliki terhadap proyek tetapi juga dapat memberikan wawasan yang berharga tentang kondisi lokal yang mungkin tidak dipertimbangkan dalam analisis teknis.

Krisis global, seperti pandemi COVID-19, juga telah mempengaruhi cara kita memikirkan konstruksi gedung tinggi. Dalam situasi di mana kesehatan dan keselamatan menjadi prioritas utama, analisis kekuatan material harus mempertimbangkan faktor-faktor seperti ventilasi, sirkulasi udara, dan penggunaan material yang mudah dibersihkan. Penyesuaian desain untuk meningkatkan kualitas udara dalam ruangan dan meminimalkan penyebaran penyakit adalah tantangan baru yang harus dihadapi oleh insinyur dan arsitek.

Di era digital, pentingnya kolaborasi lintas disiplin dalam analisis kekuatan material tidak dapat diabaikan. Insinyur harus bekerja sama dengan ahli material, arsitek, dan profesional TI untuk menciptakan solusi yang inovatif dan efektif. Penggunaan teknologi digital, seperti realitas augmentasi dan virtual, dapat membantu tim proyek untuk berkolaborasi lebih baik dan mengidentifikasi potensi masalah lebih awal dalam proses desain.

Selanjutnya, analisis kekuatan material juga harus memperhitungkan risiko yang terkait dengan perubahan iklim. Dengan adanya perubahan cuaca yang ekstrem, insinyur perlu menganalisis bagaimana gedung bertingkat tinggi akan bertahan dalam kondisi cuaca yang bervariasi, seperti banjir, angin kencang, dan suhu ekstrem. Pemilihan material yang tahan terhadap kondisi ini dan perancangan struktur yang dapat menanggulangi dampak perubahan iklim menjadi semakin penting.

Ketika kita berbicara tentang masa depan konstruksi gedung bertingkat tinggi, inovasi dalam material dan teknik analisis akan terus berkembang. Dengan semakin banyaknya penelitian dan pengembangan di bidang ini, diharapkan akan muncul material baru dengan sifat yang lebih unggul dan metode analisis yang lebih efisien. Hal ini akan memungkinkan insinyur untuk merancang gedung yang lebih aman, efisien, dan ramah lingkungan.

Dengan semua pertimbangan ini, analisis kekuatan material dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi adalah topik yang kompleks dan berlapis. Setiap aspek, mulai dari pemilihan material hingga analisis jangka panjang, harus dipertimbangkan dengan cermat untuk mencapai hasil yang optimal. Dengan pendekatan yang tepat, gedung tinggi dapat menjadi simbol inovasi dan keberlanjutan, memenuhi kebutuhan masa kini dan masa depan.

## **Kesimpulan**

*Analisis kekuatan material merupakan bagian integral dari konstruksi Gedung bertingkat tinggi yang tidak hanya memastikan keamanan tetapi juga efisiensi dan keberlanjutan. Dengan penggunaan material yang tepat, seperti beton bertulang, baja, dan komposit, insinyur dapat merancang struktur yang mampu menahan beban dan mengatasi tantangan lingkungan.*

*Kekuatan material yang memadai tidak hanya bergantung pada jenis material, tetapi juga pada metode pengujian yang digunakan untuk menilai kekuatan tersebut. Pengujian yang ketat dan analisis lanjutan, seperti analisis elemen hingga, memberikan wawasan mendalam tentang perilaku struktural, memungkinkan perancang untuk membuat keputusan yang lebih baik.*

*Seiring dengan perkembangan teknologi, tantangan dalam konstruksi gedung bertingkat tinggi semakin kompleks. Beban lateral dari angin dan gempa bumi, perubahan suhu, serta dampak lingkungan harus dihadapi dengan desain yang cermat dan penggunaan teknologi inovatif. Keterlibatan teknologi modern dalam pengawasan dan pengujian material memungkinkan pemantauan yang lebih akurat dan responsif terhadap masalah yang mungkin timbul.*

*Penting untuk memahami bahwa pemilihan material ramah lingkungan akan semakin mendominasi tren masa depan dalam konstruksi gedung tinggi. Ini tidak hanya akan membantu mengurangi dampak lingkungan tetapi juga memberikan solusi yang lebih berkelanjutan bagi pembangunan infrastruktur di perkotaan.*

*Akhirnya, kolaborasi antara berbagai disiplin ilmu, termasuk arsitektur, teknik sipil, dan ilmu material, sangat penting untuk merancang gedung bertingkat tinggi yang aman, efisien, dan inovatif. Dengan pendekatan yang komprehensif terhadap analisis kekuatan material, para profesional di bidang konstruksi dapat memastikan bahwa gedung bertingkat tinggi tidak hanya memenuhi kebutuhan saat ini, tetapi juga siap menghadapi tantangan masa depan.*

*Artikel ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi para insinyur, arsitek, dan profesional di bidang konstruksi untuk lebih memahami pentingnya analisis kekuatan material dalam menciptakan gedung bertingkat tinggi yang berkualitas. Dengan pengetahuan yang tepat dan praktik terbaik, kita dapat membangun infrastruktur yang tidak hanya tahan lama tetapi juga berkontribusi terhadap kesejahteraan masyarakat dan lingkungan.*

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Hermanto, E., & Ardan, M. (2004). Teknik Pengendalian Bahan Endapan di Pelabuhan Belawan (Studi Kasus).*
- Ardan, M. (2015). Laporan Kerja Praktek pada Proyek Pembangunan Konstruksi Revitalisasi dan Pengadaan Asrama Haji Embarkasi Medan.*
- Lubis, K., & Ardan, M. (2013). Evaluasi Perhitungan Dinding Penahan Tanah Type Kantilever dengan Menggunakan Metode Rangkine.*
- Telaumbanua, F. (2022). LKP Pembangunan Gedung Bank BRI (Proyek Menara Medan). Universitas Medan Area.*
- Telaumbanua, F. A. (2023). Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pada Proyek Pembangunan Pasar Baru Panyabungan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Arifin, Z., & Ardan, M. (2004). Peran Serta Masyarakat dalam Pembangunan Prasarana Pedesaan (Studi Kasus) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Waruwu, B. M. (2022). LKP Pengerjaan Abutment pada Proyek Penggantian Jembatan Idano Eho-Desa Siforoasi-Kecamatan Amandraya-Kabupaten Nias Selatan. Universitas Medan Area.*
- Ardan, M. (2023). Evaluasi Geometrik Jalan kereta Api Lintas Labuhan Belawan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Hermanto, E., & Ardan, M. (2011). Pemeliharaan dan Perawatan Bangunan Gedung dalam Masa Pemeliharaan dan Analisa Kerusakannya (Studi Kasus Proyek Pembangunan*

- Gedung Kuliah dan Laboratorium Informatika USU) (Doctoral dissertation, 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).*
- Ramadhani, M. R. (2021). *Laporan Kerja Praktek Proyek Pembangunan Saluran Penghubung pada Bendung DI Serdang. Universitas Medan Area.*
- Lase, O. (2022). *Kajian Pembiayaan Terhadap Perubahan Pemilihan Moda Transportasi Pribadi ke Transportasi Umum (Bus Trans Metro Deli) di Kota Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- 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.*
- Sajiwo, A. (2022). *LKP SPBU Shell Adam Malik (Proyek Pembangunan). Universitas Medan Area.*
- Ardan, M. (2003). *Pengadaan Jasa Konsultan pada Proyek Super Visi Jalan dan Jembatan SPL OECF INP 23 LG Tapanuli Utara.*
- Sajiwo, A. (2023). *Analisis Tarif Angkutan Umum Berdasarkan Biaya Operasional Kendaraan (Bok), Ability To Pay Dan Willingness To Pay (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Sidabutar, P. R. (2022). *Laporan Kerja Praktek Identifikasi Pelat Lantai Peron Tinggi pada Pembangunan Stasiun Lubuk Pakam Baru. Universitas Medan Area.*
- OKTAVIANI, R., & Syarif, Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN MERCU PADA BENDUNGAN LAU SIMEME SIBIRU-BIRU-DELISERDANG SUMATERA UTARA. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik, 1(3).*
- Sidabutar, P. R. (2023). *Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Software Vissim (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*
- Lubis, K., & Ardan, M. (2012). *Cangkang Sawit Sebagai Bahan Pengganti FIne Agregat (FA) Pada Campuran Perkerasan jalan.*
- Ardan, M. (2021). *Laporan Kerja Praktek Konstruksi Proyek Pembangunan Jembatan Titi Payung.*
- Siboro, G. L. (2022). *Dampak Transportasi Umum Disebabkan Covid-19 (Studi Kasus: Transportasi Mini Bus Sampri di Samosir) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).*