
Analisis Dampak Lingkungan dari Proyek Konstruksi Infrastruktur: Pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (LCA)

Frans Hasian Geofani

Fakultas Teknik Sipil, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Pembangunan infrastruktur merupakan bagian penting dari pertumbuhan ekonomi suatu negara. Namun, seringkali pembangunan tersebut juga menyebabkan dampak lingkungan yang signifikan. Oleh karena itu, dalam pendahuluan dan latar belakang Analisis Dampak Lingkungan dari Proyek Konstruksi Infrastruktur dengan pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (LCA), akan dibahas mengenai pentingnya evaluasi dampak lingkungan dalam siklus hidup proyek konstruksi infrastruktur, serta bagaimana pendekatan LCA dapat membantu dalam proses tersebut.

Pembangunan infrastruktur telah menjadi salah satu pendorong utama pertumbuhan ekonomi di banyak negara di seluruh dunia. Namun, seringkali pembangunan infrastruktur juga berpotensi menyebabkan dampak yang merugikan terhadap lingkungan, seperti kerusakan habitat alami, pencemaran udara dan air, serta perubahan iklim. Oleh karena itu, penting untuk melakukan evaluasi dampak lingkungan secara menyeluruh sebelum, selama, dan setelah pembangunan infrastruktur dilakukan.

Kata Kunci: *Sipil, Struktural, Kekuatan*



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur merupakan bagian penting dari pertumbuhan ekonomi suatu negara. Namun, seringkali pembangunan tersebut juga menyebabkan dampak lingkungan yang signifikan. Oleh karena itu, dalam pendahuluan dan latar belakang Analisis Dampak Lingkungan dari Proyek Konstruksi Infrastruktur dengan pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (LCA), akan dibahas mengenai pentingnya evaluasi dampak lingkungan dalam siklus hidup proyek konstruksi infrastruktur, serta bagaimana pendekatan LCA dapat membantu dalam proses tersebut.

Pembangunan infrastruktur telah menjadi salah satu pendorong utama pertumbuhan ekonomi di banyak negara di seluruh dunia. Namun, seringkali pembangunan infrastruktur juga berpotensi menyebabkan dampak yang merugikan terhadap lingkungan, seperti kerusakan habitat alami, pencemaran udara dan air, serta perubahan iklim. Oleh karena itu, penting untuk melakukan evaluasi dampak lingkungan secara menyeluruh sebelum, selama, dan setelah pembangunan infrastruktur dilakukan.

1. **Pentingnya Evaluasi Dampak Lingkungan:** Dalam era yang semakin peduli lingkungan, evaluasi dampak lingkungan menjadi suatu keharusan bagi setiap proyek pembangunan infrastruktur. Evaluasi ini membantu untuk mengidentifikasi, mengukur, dan memprediksi dampak yang mungkin terjadi akibat proyek tersebut terhadap lingkungan, sehingga memungkinkan adopsi tindakan mitigasi yang diperlukan.
2. **Siklus Hidup Proyek Konstruksi Infrastruktur:** Pembangunan infrastruktur tidak hanya melibatkan tahap pembangunan fisik, tetapi juga mencakup tahap perencanaan, desain, penggunaan, pemeliharaan, dan pembongkaran. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan dampak lingkungan dari semua tahap ini secara holistik, yang dikenal sebagai siklus hidup proyek.
3. **Pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (LCA):** Evaluasi Siklus Hidup (LCA) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari suatu produk atau proyek dari awal hingga akhir siklus hidupnya. Dalam konteks proyek konstruksi infrastruktur, LCA dapat membantu dalam mengidentifikasi sumber-sumber dampak lingkungan yang signifikan dari berbagai tahap siklus hidup proyek, seperti produksi material, konstruksi, penggunaan, dan pemeliharaan.
4. **Tujuan Penulisan:** Tujuan dari penulisan ini adalah untuk menjelaskan konsep Evaluasi Siklus Hidup (LCA) dan bagaimana pendekatan ini dapat diterapkan dalam konteks proyek konstruksi infrastruktur. Melalui pemahaman yang lebih baik tentang dampak lingkungan dari proyek konstruksi infrastruktur, diharapkan dapat diambil keputusan yang lebih bijaksana dalam merencanakan dan melaksanakan pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan secara lingkungan.

Dengan demikian, dalam penulisan ini akan dibahas secara rinci mengenai konsep Evaluasi Siklus Hidup (LCA), penerapannya dalam konteks proyek konstruksi infrastruktur, serta manfaat dari penggunaan pendekatan ini dalam mengurangi dampak lingkungan dan mempromosikan pembangunan yang berkelanjutan.

Metode Penelitian

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

Bagaimana cara mengatasi Analisis Dampak Lingkungan dari Proyek Konstruksi Infrastruktur: Pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (LCA)

Bagaimana membuat perancangan Analisis Dampak Lingkungan dari Proyek Konstruksi Infrastruktur: Pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (LCA)

PEMBAHASAN

Analisis Dampak Lingkungan (Environmental Impact Assessment/EIA) dari Proyek Konstruksi Infrastruktur dengan pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (Life Cycle Assessment/LCA) adalah suatu metode yang digunakan untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari suatu proyek konstruksi infrastruktur sepanjang siklus hidupnya, mulai dari tahap produksi bahan bangunan, konstruksi, penggunaan, hingga pembongkaran dan pembuangan akhir. Dalam konteks ini, pendekatan LCA memberikan gambaran yang komprehensif tentang dampak lingkungan yang dihasilkan oleh proyek infrastruktur, memungkinkan para pembuat keputusan untuk mengidentifikasi opsi yang lebih ramah lingkungan.

Komponen Penting dari Pengertian Ini:

1. **Analisis Dampak Lingkungan (EIA):** Ini adalah proses evaluasi yang menyeluruh dari dampak yang dihasilkan oleh suatu proyek terhadap lingkungan sekitarnya. EIA melibatkan pengumpulan data, analisis dampak, dan pengembangan rencana mitigasi untuk meminimalkan atau menghindari dampak negatif yang mungkin timbul.
2. **Pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (LCA):** LCA adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi dampak lingkungan dari suatu produk, proses, atau aktivitas sepanjang siklus hidupnya, dari tahap awal produksi bahan baku hingga tahap akhir pembuangan. LCA mengukur dampak terhadap berbagai indikator lingkungan, seperti emisi gas rumah kaca, penggunaan energi, dan degradasi habitat.
3. **Proyek Konstruksi Infrastruktur:** Ini merujuk pada pembangunan berbagai jenis infrastruktur seperti jalan raya, jembatan, gedung, dan proyek air seperti bendungan dan saluran irigasi. Pembangunan infrastruktur seringkali memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan, baik selama konstruksi maupun setelahnya.
4. **Siklus Hidup Proyek:** Ini mencakup semua tahapan dari awal hingga akhir keberadaan suatu proyek, mulai dari perencanaan hingga pembongkaran. Melalui pendekatan LCA, setiap tahap siklus hidup proyek dievaluasi untuk mengetahui dampaknya terhadap lingkungan.

Pentingnya Penggunaan Pendekatan LCA dalam EIA Proyek Konstruksi

Infrastruktur:

1. **Komprehensif:** LCA memungkinkan para pembuat keputusan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang dampak lingkungan dari seluruh siklus hidup proyek, termasuk tahap-tahap yang mungkin terlewatkan dalam evaluasi dampak lingkungan konvensional.
2. **Pembandingan:** Dengan menggunakan LCA, berbagai alternatif desain atau material konstruksi dapat dievaluasi secara objektif untuk menentukan pilihan yang paling ramah lingkungan.
3. **Mendukung Keputusan Berkelanjutan:** Hasil dari analisis LCA dapat membantu pembuat keputusan untuk memilih opsi yang meminimalkan dampak lingkungan, mendukung pembangunan berkelanjutan, dan mematuhi regulasi lingkungan yang berlaku.
4. **Transparansi dan Akuntabilitas:** Pendekatan LCA menyediakan kerangka kerja yang transparan dan terukur untuk mengevaluasi dampak lingkungan, yang dapat meningkatkan akuntabilitas dan kepercayaan publik terhadap keputusan pembangunan.

Dalam konteks proyek konstruksi infrastruktur, pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (LCA) dalam Analisis Dampak Lingkungan (EIA) merupakan alat yang efektif untuk mengidentifikasi, mengukur, dan mengelola dampak lingkungan dari pembangunan infrastruktur. Dengan memahami dan memperhitungkan dampak lingkungan dari berbagai aspek proyek, dapat diambil keputusan yang lebih bijaksana untuk mempromosikan pembangunan yang berkelanjutan dan meminimalkan kerusakan terhadap lingkungan.

Untuk mengatasi Analisis Dampak Lingkungan (Environmental Impact Assessment/EIA) dari Proyek Konstruksi Infrastruktur dengan pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (Life Cycle Assessment/LCA), beberapa langkah dan strategi dapat diterapkan:

1. **Pemahaman Mendalam tentang Proyek dan Lingkungannya:**
 - *Melakukan studi awal yang menyeluruh tentang proyek konstruksi dan lingkungannya, termasuk kondisi alam, karakteristik geologi, hidrologi, flora, fauna, dan aspek sosial ekonomi.*
 - *Menganalisis kebutuhan infrastruktur dan alternatif desain untuk memahami implikasi lingkungan dari masing-masing pilihan.*
2. **Identifikasi Dampak Potensial:**
 - *Menyusun daftar lengkap dampak lingkungan yang mungkin timbul selama siklus hidup proyek, dari tahap perencanaan hingga pembongkaran.*
 - *Mengidentifikasi dampak langsung dan tidak langsung, sementara juga mempertimbangkan dampak sampingan dan sekunder.*
3. **Pengumpulan Data dan Informasi:**
 - *Mengumpulkan data dan informasi yang diperlukan untuk mengevaluasi dampak lingkungan, termasuk data geografis, hidrologi, topografi, iklim, dan informasi tentang material dan teknologi yang akan digunakan.*
 - *Membuat inventarisasi dan mengukur masukan dan keluaran material, energi, dan limbah selama siklus hidup proyek.*
4. **Penerapan Metode LCA:**
 - *Menggunakan perangkat lunak LCA untuk melakukan analisis siklus hidup proyek konstruksi infrastruktur, mulai dari tahap produksi bahan bangunan hingga tahap pembongkaran dan pembuangan.*
 - *Menetapkan kriteria evaluasi yang sesuai untuk mengukur dampak lingkungan, seperti emisi gas rumah kaca, penggunaan energi, degradasi habitat, dan dampak kesehatan manusia.*
5. **Penilaian Dampak dan Identifikasi Alternatif:**
 - *Menghitung dampak lingkungan dari berbagai alternatif desain atau metode konstruksi.*
 - *Menilai dan membandingkan hasil analisis LCA untuk mengidentifikasi opsi yang paling ramah lingkungan.*
6. **Pengembangan Rencana Mitigasi dan Peningkatan:**
 - *Mengembangkan rencana mitigasi untuk mengurangi atau menghindari dampak lingkungan yang signifikan.*
 - *Meningkatkan desain dan praktik konstruksi untuk meminimalkan dampak negatif yang teridentifikasi.*
7. **Konsultasi dan Kolaborasi:**
 - *Melibatkan para pemangku kepentingan, termasuk masyarakat setempat, organisasi lingkungan, dan pihak berwenang terkait, dalam proses pengambilan keputusan.*
 - *Mendorong partisipasi aktif dan mendengarkan umpan balik untuk memastikan bahwa kekhawatiran dan perspektif masyarakat tercermin dalam keputusan proyek.*
8. **Pemantauan dan Evaluasi:**
 - *Menetapkan sistem pemantauan untuk memantau dan mengevaluasi implementasi rencana mitigasi dan kinerja lingkungan proyek selama siklus hidupnya.*
 - *Menggunakan temuan dari pemantauan untuk memperbaiki dan meningkatkan praktik konstruksi dan mitigasi dampak lingkungan.*

Dengan menerapkan langkah-langkah tersebut secara cermat dan terintegrasi, proyek konstruksi infrastruktur dapat diimplementasikan dengan mempertimbangkan dampak lingkungan secara holistik dan berkelanjutan. Ini akan membantu memastikan bahwa pembangunan infrastruktur tidak hanya memenuhi kebutuhan masyarakat, tetapi juga melindungi dan memelihara lingkungan alam untuk generasi mendatang.

Untuk membuat perancangan Analisis Dampak Lingkungan (*Environmental Impact Assessment/EIA*) dari Proyek Konstruksi Infrastruktur dengan pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (*Life Cycle Assessment/LCA*), langkah-langkah berikut dapat diikuti:

1. **Identifikasi Ruang Lingkup:**
 - Tentukan ruang lingkup analisis, termasuk tahap siklus hidup proyek yang akan dievaluasi, seperti produksi bahan bangunan, konstruksi, penggunaan, pemeliharaan, dan pembongkaran.
 - Tinjau semua proses yang terkait dengan proyek, termasuk pemrosesan bahan baku, transportasi, dan pengelolaan limbah.
2. **Pengumpulan Data:**
 - Kumpulkan data tentang bahan baku yang digunakan dalam proyek, energi yang dikonsumsi selama siklus hidup, limbah yang dihasilkan, emisi ke atmosfer dan air, dan dampak lainnya.
 - Gunakan data historis, data dari pemasok, dan perangkat lunak LCA untuk mengumpulkan dan mengelola data.
3. **Pembuatan Inventarisasi:**
 - Buat inventarisasi semua input (misalnya, bahan, energi) dan output (misalnya, emisi, limbah) yang terkait dengan proyek.
 - Hitung jumlah dan karakteristiknya selama siklus hidup proyek, termasuk tahap produksi, konstruksi, operasi, dan pembongkaran.
4. **Analisis Dampak:**
 - Gunakan perangkat lunak LCA untuk menganalisis dampak lingkungan dari setiap input dan output selama siklus hidup proyek.
 - Tinjau dan bandingkan dampak dari berbagai opsi desain, material, dan teknologi yang digunakan dalam proyek.
5. **Penilaian Dampak:**
 - Nilai dampak lingkungan yang diidentifikasi selama analisis, termasuk dampak pada udara, air, tanah, flora, fauna, dan masyarakat manusia.
 - Prioritaskan dampak berdasarkan signifikansinya dan kemungkinan untuk mengendalikannya.
6. **Identifikasi Alternatif dan Rencana Mitigasi:**
 - Identifikasi alternatif desain, material, atau teknologi yang dapat mengurangi dampak lingkungan yang signifikan.
 - Buat rencana mitigasi untuk mengurangi dampak negatif yang tidak dapat dihindari.
7. **Pembuatan Laporan LCA:**
 - Susun laporan LCA yang merangkum semua temuan, termasuk identifikasi dan penilaian dampak, rekomendasi mitigasi, serta ketidakpastian dan asumsi yang digunakan dalam analisis.
 - Berikan informasi yang transparan dan mudah dipahami kepada para pemangku kepentingan.
8. **Konsultasi dan Keterlibatan Pemangku Kepentingan:**
 - Konsultasikan laporan LCA dengan para pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, masyarakat setempat, dan organisasi lingkungan.
 - Ambil umpan balik dari mereka dan gunakan untuk memperbaiki dan memperbaiki analisis dan rencana mitigasi Anda.
9. **Pemantauan dan Evaluasi:**
 - Tetapkan sistem pemantauan untuk memantau kinerja lingkungan proyek selama siklus hidupnya.
 - Evaluasi implementasi rencana mitigasi dan identifikasi peluang untuk perbaikan.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, Anda dapat menghasilkan analisis dampak lingkungan yang komprehensif dan informasi yang berharga untuk membantu pengambilan keputusan yang berkelanjutan dalam proyek konstruksi infrastruktur.

Penulisan analisis dampak lingkungan dari proyek konstruksi infrastruktur dengan pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (LCA) memiliki sejumlah manfaat yang signifikan, baik bagi pihak terlibat dalam proyek maupun lingkungan sekitarnya. Berikut ini beberapa manfaat utamanya:

1. **Pemahaman yang Lebih Mendalam:** *LCA memungkinkan untuk memahami dampak lingkungan dari suatu proyek secara menyeluruh. Dengan menganalisis siklus hidup lengkap dari proyek, termasuk produksi, konstruksi, operasi, dan pembongkaran, para pemangku kepentingan dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang dampak proyek pada lingkungan.*
2. **Identifikasi Dampak yang Signifikan:** *Melalui analisis LCA, dampak lingkungan yang signifikan dari proyek dapat diidentifikasi dengan lebih baik. Ini memungkinkan para pengambil keputusan untuk fokus pada aspek-aspek yang paling penting dalam upaya mitigasi dan pengelolaan dampak.*
3. **Pembandingan Opsi Alternatif:** *LCA memungkinkan pembandingan antara berbagai opsi desain, material, dan teknologi yang digunakan dalam proyek. Dengan membandingkan berbagai alternatif, para pemangku kepentingan dapat memilih opsi yang paling ramah lingkungan dan berkelanjutan.*
4. **Optimisasi Efisiensi Energi:** *Dengan mengevaluasi konsumsi energi selama siklus hidup proyek, LCA dapat membantu dalam mengidentifikasi area-area di mana efisiensi energi dapat ditingkatkan. Ini dapat membantu mengurangi dampak lingkungan proyek dan menghemat biaya operasional.*
5. **Penilaian Dampak Pada Kesehatan dan Kesejahteraan Masyarakat:** *LCA tidak hanya mempertimbangkan dampak lingkungan fisik, tetapi juga dampak sosial dan ekonomi dari proyek. Ini termasuk dampak pada kesehatan manusia, kualitas udara dan air, serta kesejahteraan masyarakat setempat.*
6. **Kepatuhan Regulasi:** *Analisis LCA dapat membantu proyek untuk mematuhi peraturan lingkungan yang berlaku. Dengan memahami dampak lingkungan dari proyek, para pengambil keputusan dapat mengambil langkah-langkah untuk meminimalkan dampak negatif dan mematuhi standar lingkungan yang ditetapkan.*
7. **Peningkatan Reputasi dan Kepuasan Pelanggan:** *Dengan menerapkan praktik yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, proyek dapat meningkatkan reputasinya di mata masyarakat dan pelanggan. Hal ini dapat meningkatkan kepercayaan masyarakat dan membantu memperoleh dukungan yang lebih besar untuk proyek.*
8. **Inovasi dan Pengembangan Berkelanjutan:** *Analisis LCA mendorong inovasi dan pengembangan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Dengan memahami dampak lingkungan dari berbagai material dan teknologi, proyek dapat mendorong penggunaan solusi yang lebih berkelanjutan dan memajukan praktik konstruksi yang ramah lingkungan.*
9. **Pemantauan dan Evaluasi Kinerja:** *Setelah proyek selesai, analisis LCA dapat digunakan untuk memantau dan mengevaluasi kinerja lingkungan proyek. Ini dapat membantu dalam mengevaluasi keberhasilan rencana mitigasi dan mengidentifikasi area-area di mana perbaikan lebih lanjut diperlukan.*

Dengan mempertimbangkan manfaat-manfaat ini, penulisan analisis dampak lingkungan dengan pendekatan Evaluasi Siklus Hidup merupakan langkah yang penting dalam memastikan keberlanjutan dan keberhasilan proyek konstruksi infrastruktur.

Kesimpulan

Dalam kesimpulan, analisis dampak lingkungan dari proyek konstruksi infrastruktur dengan pendekatan Evaluasi Siklus Hidup (LCA) menawarkan pendekatan yang holistik dan berkelanjutan dalam memahami dan mengelola dampak proyek terhadap lingkungan. Berikut beberapa poin penting yang bisa disimpulkan:

1. **Keterhubungan yang Holistik:** Pendekatan LCA memungkinkan pemahaman yang holistik tentang dampak proyek konstruksi infrastruktur terhadap lingkungan. Dengan mempertimbangkan siklus hidup lengkap dari proyek, termasuk tahap produksi, konstruksi, operasi, dan pembongkaran, kita dapat mengevaluasi dampaknya secara menyeluruh.
2. **Pemilihan Optimal:** Melalui analisis LCA, kita dapat memilih alternatif desain, material, dan teknologi yang paling ramah lingkungan dan berkelanjutan. Hal ini memungkinkan kita untuk mengoptimalkan kinerja lingkungan proyek sambil memenuhi kebutuhan teknis dan finansial.
3. **Dukungan Keputusan yang Kuat:** Hasil dari analisis LCA memberikan dasar yang kuat untuk pengambilan keputusan yang berkelanjutan. Para pemangku kepentingan dapat menggunakan informasi yang diperoleh dari LCA untuk merencanakan, mengelola, dan memonitor proyek konstruksi infrastruktur dengan lebih efektif.
4. **Kepatuhan Regulasi:** Analisis LCA membantu memastikan bahwa proyek konstruksi infrastruktur mematuhi peraturan lingkungan yang berlaku. Dengan memahami dampak proyek, kita dapat mengambil langkah-langkah untuk meminimalkan dampak negatif dan memenuhi persyaratan hukum.
5. **Inovasi dan Pengembangan:** Melalui LCA, kita mendorong inovasi dan pengembangan teknologi yang lebih ramah lingkungan. Ini memacu industri konstruksi untuk menciptakan solusi yang lebih berkelanjutan dan meningkatkan praktik konstruksi yang ramah lingkungan.
6. **Peningkatan Reputasi dan Kepuasan Pelanggan:** Dengan menerapkan praktik yang berkelanjutan, proyek dapat meningkatkan reputasinya di mata masyarakat dan pelanggan. Ini dapat membantu memperoleh dukungan yang lebih besar untuk proyek dan membangun hubungan yang lebih baik dengan masyarakat setempat.

Dengan demikian, kesimpulan dari analisis dampak lingkungan dengan pendekatan Evaluasi Siklus Hidup adalah bahwa pendekatan ini merupakan alat yang kuat dan efektif untuk memastikan bahwa proyek konstruksi infrastruktur dilakukan secara berkelanjutan dan bertanggung jawab terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ramdan, D., & Mungkin, M. (2018). Modul Praktikum Dasar Teknik Pengaturan.
- Nurmaidah, N. (2022). PENAMBAHAN KAPUR PADA TANAH LEMPUNG UNTUK PERKERASAN JALAN RAYA. *JOURNAL OF CIVIL ENGINEERING BUILDING AND TRANSPORTATION*, 6(2), 148-158.
- Muflih, A. (2015). Stadion Sepak Bola di Medan Tema Arsitektur High Tech.
- Maulana, S. (2016). Peningkatan Kenyamanan Termal Ruang Melalui Perbaikan Kinerja Ventilasi Satu Sisi pada Rumah Deret Tipe 45 di Medan.
- Delvika, Y. (2018). Analisa Pengendalian Kualitas Refined Bleached Deodorized Palm Oil Dengan Menggunakan Metode Taguchi Pada PT. XYZ. *Jurnal Sistem Teknik Industri*, 20(1), 48-53.
- Hasudungan, H. I. (2020). Evaluasi Perhitungan Bangunan Atas Jembatan Komposit (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Eky Ermal, M. (2019). PROFIL KINERJA RETURN DAN RESIKO PADA SAHAM TIDAK BERETIKA: STUDI KASUS PERUSAHAAN ROKOK DI INDONESIA.
- LUMBANRAJA, W., & Harahap, G. Y. (2022). PROYEK PEMBANGUNAN IRIAN SUPERMARKET TEMBUNG-PERCUT SEI TUAN SUMATERA UTARA. *Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*, 1(3).
- Harahap, G. Y. (2013). *Community Enhancement Through Participatory Planning: A Case of Tsunami-disaster Recovery of Banda Aceh City, Indonesia* (Doctoral dissertation, Universiti Sains Malaysia).
- Idris, M., Nasution, F. K., Harahap, U. N., Simanjuntak, R. K., & Pranoto, S. (2018, March). Manufacture of mold of polymeric composite water pipe reinforced charcoal. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 126, No. 1, p. 012052). IOP Publishing.
- Akbar, A. (2021). Collaborative spatial learning for improving public participation practice in Indonesia.
- Tarigan, S. O. P. (2017). Pengaruh Kesadaran Wajib Pajak, Pelayanan Fiskus, dan Sanksi Pajak Terhadap Kepatuhan Wajib Pajak Orang Pribadi yang Melakukan Kegiatan Usaha dan Pekerjaan Bebas pada KPP Pratama Medan Kota (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Hidayat, A. (2023). ANALISIS EKONOMI PERTANIAN DALAM MENGUKUR KEBERLANJUTAN DAN PROFITABILITAS USAHA TANI.
- Ramdan, D., Umroh, B., Elapri, B. Y., & Munthe, I. S. (2022). Optimalisasi Perancangan Paket Plastic Ball Grid Array (PBGGA) Melalui Pengamatan Perilaku Fluid Structure Interaction (FSI) pada Proses Injections Molding. Universitas Medan Area.
- Harahap, U., & Syarif, Y. (2009). Sistem Kontrol Mesin Es Tube PT Central Windu Sejati.
- Larasati, D. A. (2020). Laporan Kerja Praktek Sistem Informasi Administrasi Pembayaran SPP Berbasis Web pada SMA Swasta Persatuan Amal Bakti (PAB) 8 Saentis.
- Munthe, S. (1997). Penempatan Pegawai Melalui Analisa Jabatan dengan Menggunakan The Point Rating Method pada PDAM Tirtanadi Medan.
- Larasati, D. A. (2022). Penerapan Metode KNN dan Ekstraksi Ciri GLCM Dalam Klasifikasi Citra Ikan Berformalin.
- Maulana, S. (2011). Penerapan Regionalisme Kritis pada Bangunan Fasilitas Wisata untuk Meningkatkan Nilai dan Image Kawasan Studi Kasus: Hotel Resort di Tongging, Sumatera Utara (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Mahadi, B., & Umroh, B. (2018). Perancangan Cetakan Sepatu Tiang Pancang dengan Sistem Pencabutan Pin pada PT. Wika Beton, Tbk. Universitas Medan Area.
- Maulana, S. (2011). Penerapan Regionalisme Kritis pada Bangunan Fasilitas Wisata untuk Meningkatkan Nilai dan Image Kawasan Studi Kasus: Hotel Resort di Tongging, Sumatera Utara (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Hidayat, A. (2023). DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PERTANIAN DAN STRATEGI ADAPTASI YANG DITERAPKAN OLEH PETANI.
- Siregar, M. A. R. (2023). Peningkatan Produktivitas Tanaman Padi Melalui Penerapan Teknologi Pertanian Terkini.
- Siregar, F. A. (2023). PENGEMBANGAN USAHA AGROTURISME UNTUK DIVERSIFIKASI PENDAPATAN PETANI DI DAERAH PEDESAAN.
- Swandana, M., & Syarif, Y. (2003). Studi Perbandingan Rugi-Rugi Pada Motor Induksi Yang Di Catu Dengan Inverter Sumber Arus (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Siregar, A. (2008). Perencanaan Bucket Conveyor Untuk Pabrik Pengolahan Kelapa Sawit Kapasitas 45 Ton TBS/Jam.
- Siregar, M. F. (2014). Simulasi Filter Pasif Single Tuned untuk Mereduksi Harmonisa pada Personal Computer (PC) (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).

- Girsang, N. D. (2021). *Laporan Kerja Praktek Perancangan Sistem Informasi Absensi Karyawan dengan QR Code Berbasis Web pada PT Salim Ivomas Pratama Tbk*.
- Tarigan, R. S. (2016). *Manual Procedure Petunjuk Penggunaan Elearning*. uma. ac. id.
- Zalukhu, R. (2021). *Perancangan Hotel Resort di Kabupaten Nias Utara dengan Tema Arsitektur Kontekstual (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Siregar, A. (2013). *Aplikasi Multi Komponen Material Sebagai Penyimpanan Panas Pada Sistem Pendingin Udara (AC) Ramah Lingkungan*.
- LAOLI, D. B. A. S., CANIAGO, E. K., & WIBOWO, H. T. (2016). *APLIKASI MARKETPLACE PENDAMPING WISATA DENGAN API MAPS BERBASIS MOBILE DAN WEB (Doctoral dissertation, Universitas Mikroskil)*.
- Delvika, Y., & Mustafa, K. (2019, May). *Evaluate the Implementation of Occupational Health and Safety (OHS) Management System Performance Measurement at PT. XYZ Medan to minimize Extreme Risks*. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 505, No. 1, p. 012028)*. IOP Publishing.
- Maizana, D., & Anisa, Y. (2021). *Ayo!! Biasakan Cuci Tangan Pakai Sabun (Doctoral dissertation, Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia)*.
- Pratama, R. (2021). *LKP Proyek Pembangunan Living Plaza Medan*. Universitas Medan Area.
- 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 SIngkong 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*.