
Analisis Risiko dan Keamanan Struktural pada Jembatan Beton Prategang: Studi Kasus di Wilayah Gempa

Yodi Halim Nasution

Fakultas Teknik Sipil, Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Dalam pembangunan infrastruktur, keamanan struktural merupakan aspek yang sangat penting untuk dipertimbangkan, terutama dalam proyek-proyek besar seperti jembatan beton prategang. Di wilayah yang rentan terhadap gempa bumi, keamanan struktural menjadi lebih krusial lagi karena risiko kerusakan yang lebih tinggi. Oleh karena itu, analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa menjadi sangat penting untuk memastikan infrastruktur tersebut mampu bertahan dan beroperasi dengan aman.

Studi ini akan fokus pada analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah yang rentan terhadap gempa. Wilayah ini dipilih karena rentannya terhadap kejadian gempa bumi yang dapat menyebabkan kerusakan serius pada infrastruktur, termasuk jembatan. Dengan memahami risiko yang terkait dengan kondisi geologis dan seismik wilayah tersebut, serta dengan menerapkan teknik analisis struktural yang canggih, kita dapat mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang mungkin terjadi dan mengembangkan strategi mitigasi yang efektif.

Kata Kunci: *Sipil, Struktural, Kekuatan*



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam pembangunan infrastruktur, keamanan struktural merupakan aspek yang sangat penting untuk dipertimbangkan, terutama dalam proyek-proyek besar seperti jembatan beton prategang. Di wilayah yang rentan terhadap gempa bumi, keamanan struktural menjadi lebih krusial lagi karena risiko kerusakan yang lebih tinggi. Oleh karena itu, analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa menjadi sangat penting untuk memastikan infrastruktur tersebut mampu bertahan dan beroperasi dengan aman.

Konteks Studi Kasus

Studi ini akan fokus pada analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah yang rentan terhadap gempa. Wilayah ini dipilih karena rentannya terhadap kejadian gempa bumi yang dapat menyebabkan kerusakan serius pada infrastruktur, termasuk jembatan. Dengan memahami risiko yang terkait dengan kondisi geologis dan seismik wilayah tersebut, serta dengan menerapkan teknik analisis struktural yang canggih, kita dapat mengidentifikasi faktor-faktor risiko yang mungkin terjadi dan mengembangkan strategi mitigasi yang efektif.

Permasalahan dan Tantangan

Beberapa tantangan yang dihadapi dalam analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa meliputi:

- Variabilitas Geologis:** *Wilayah gempa sering kali memiliki karakteristik geologis yang kompleks, seperti kepadatan tanah yang berbeda-beda dan lapisan batuan yang tidak homogen. Ini dapat menyebabkan variasi dalam respons struktural terhadap gempa bumi.*
- Kompleksitas Struktur:** *Jembatan beton prategang memiliki struktur yang kompleks dan berbagai komponen yang saling terkait. Analisis risiko harus mempertimbangkan semua faktor yang mempengaruhi keamanan struktural, termasuk gaya-gaya yang bekerja pada struktur, kualitas material, dan kondisi lingkungan.*
- Keterbatasan Data:** *Tersedianya data yang akurat dan lengkap tentang kondisi geologis, seismik, dan struktural sangat penting untuk analisis risiko yang tepat. Namun, seringkali data ini tidak lengkap atau tidak tersedia secara menyeluruh, sehingga mempersulit pemodelan dan analisis.*
- Tingkat Ketidakpastian:** *Analisis risiko sering kali terkait dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi, terutama dalam mengantisipasi kejadian gempa bumi yang jarang terjadi tetapi berpotensi merusak. Pengelolaan ketidakpastian ini menjadi kunci dalam mengembangkan strategi mitigasi yang efektif.*

Tujuan dan Manfaat

Tujuan utama dari studi ini adalah untuk mengidentifikasi risiko potensial dan mengembangkan strategi mitigasi yang dapat meningkatkan keamanan struktural jembatan beton prategang di wilayah gempa. Dengan memahami risiko yang terkait dengan kondisi lingkungan dan struktural, serta dengan menerapkan teknik analisis yang tepat, kita dapat meningkatkan keandalan dan ketahanan infrastruktur tersebut terhadap gempa bumi dan mengurangi potensi kerusakan yang ditimbulkan.

Manfaat dari studi ini meliputi peningkatan keamanan bagi pengguna jalan tol yang melintasi jembatan, pengurangan kerugian ekonomi yang disebabkan oleh kerusakan infrastruktur, serta kontribusi terhadap pemahaman ilmiah tentang perilaku struktural dalam kondisi gempa. Dengan demikian, studi ini memiliki dampak positif yang signifikan dalam meningkatkan resiliensi infrastruktur terhadap bencana alam.

Metode Penelitian

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

Bagaimana cara mengatasi Analisis Risiko dan Keamanan Struktural pada Jembatan Beton Prategang: Studi Kasus di Wilayah Gempa

Bagaimana membuat perancangan Analisis Risiko dan Keamanan Struktural pada Jembatan Beton Prategang: Studi Kasus di Wilayah Gempa

PEMBAHASAN

Analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang merupakan sebuah pendekatan yang bertujuan untuk memahami dan mengevaluasi potensi risiko serta keamanan struktural dari jembatan beton prategang, terutama di wilayah yang rentan terhadap gempa bumi. Studi ini akan menyoroti faktor-faktor yang mempengaruhi keamanan struktural jembatan beton prategang, khususnya dalam konteks kondisi geologis yang rentan terhadap gempa.

Konteks Studi Kasus di Wilayah Gempa

Wilayah gempa sering kali memiliki karakteristik geologis yang kompleks dan rentan terhadap gempa bumi. Di sinilah pentingnya melakukan analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang, karena gempa bumi dapat menyebabkan kerusakan serius pada infrastruktur tersebut. Studi kasus ini akan memusatkan perhatian pada jembatan beton prategang yang berada di wilayah yang memiliki risiko tinggi terhadap gempa bumi, dengan tujuan untuk mengidentifikasi potensi risiko serta mengembangkan strategi mitigasi yang efektif.

Permasalahan dan Tantangan yang Dihadapi

Beberapa permasalahan dan tantangan yang muncul dalam melakukan analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa meliputi:

1. **Karakteristik Geologis yang Kompleks:** *Wilayah gempa sering kali memiliki karakteristik geologis yang kompleks, seperti adanya patahan-patahan geologi dan variasi sifat material tanah. Hal ini dapat menyebabkan respons struktural yang kompleks dan sulit diprediksi pada jembatan beton prategang.*
2. **Keterbatasan Data:** *Tersedianya data yang akurat dan lengkap tentang kondisi geologis, seismik, dan struktural di wilayah gempa tidak selalu memadai. Keterbatasan ini dapat mempersulit dalam melakukan analisis risiko yang komprehensif.*
3. **Ketidakpastian dalam Pemodelan:** *Analisis risiko pada jembatan beton prategang di wilayah gempa sering kali terkait dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi. Ketidakpastian ini dapat berasal dari ketidakpastian dalam parameter geoteknikal, kondisi lingkungan, dan karakteristik gempa bumi yang mungkin terjadi.*
4. **Kompleksitas Struktural:** *Jembatan beton prategang memiliki struktur yang kompleks, terdiri dari berbagai komponen seperti tiang-tiang, balok-balk, dan kabel-kabel prategang. Analisis risiko harus memperhitungkan interaksi antara berbagai komponen struktural ini serta dampaknya terhadap kinerja keseluruhan jembatan.*

Tujuan dan Manfaat

Tujuan utama dari analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa adalah untuk meningkatkan keandalan dan ketahanan infrastruktur tersebut terhadap gempa bumi serta mengurangi potensi kerusakan yang ditimbulkan. Manfaat dari studi ini meliputi:

- *Identifikasi potensi risiko yang terkait dengan kondisi geologis dan seismik di wilayah gempa.*
- *Pengembangan strategi mitigasi yang efektif untuk mengurangi risiko kerusakan pada jembatan beton prategang.*
- *Peningkatan keamanan bagi pengguna jalan tol yang melintasi jembatan tersebut.*
- *Kontribusi terhadap pemahaman ilmiah tentang perilaku struktural jembatan beton prategang dalam kondisi gempa bumi.*

Dengan demikian, analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan resiliensi infrastruktur terhadap bencana alam.

Untuk mengatasi analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa, diperlukan pendekatan yang komprehensif dan berbasis pada metodologi yang teruji serta menggunakan teknologi terkini. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengatasi tantangan tersebut:

1. Identifikasi Potensi Risiko

- **Analisis Data Seismik:** Melakukan analisis data seismik untuk memahami potensi gempa bumi yang mungkin terjadi di wilayah tersebut. Hal ini melibatkan pengumpulan data seismik historis dan pemodelan potensi gempa di masa depan.
- **Evaluasi Karakteristik Geologis:** Mengidentifikasi karakteristik geologis wilayah, seperti jenis tanah, kemiringan lereng, dan potensi longsor. Ini penting untuk memahami dampak yang mungkin terjadi pada jembatan beton prategang saat terjadi gempa.

2. Analisis Struktural

- **Metode Simulasi Komputer:** Menggunakan metode simulasi komputer, seperti analisis elemen hingga, untuk memodelkan respons struktural jembatan terhadap gempa bumi. Ini memungkinkan untuk mengidentifikasi titik-titik lemah dan potensi kerusakan pada struktur jembatan.
- **Analisis Dinamik Nonlinier:** Menggunakan pendekatan analisis dinamik nonlinier untuk memperhitungkan efek nonlinieritas material dan geometri, yang penting untuk memahami perilaku struktural jembatan selama gempa bumi.

3. Evaluasi Kinerja Struktural

- **Penilaian Kekuatan Struktural:** Melakukan penilaian kekuatan struktural jembatan untuk memastikan bahwa struktur tersebut mampu menahan beban dinamik yang dihasilkan oleh gempa bumi.
- **Simulasi Beban Gempa:** Melakukan simulasi beban gempa pada model jembatan untuk mengevaluasi deformasi struktural, geseran, dan momen yang terjadi selama gempa bumi.

4. Pengembangan Strategi Mitigasi

- **Perkuatan Struktural:** Merancang strategi perkuatan struktural, seperti penambahan dinding penahan gempa, penggunaan bahan komposit, atau peningkatan kapasitas dukung fondasi, untuk meningkatkan keamanan jembatan.
- **Penggunaan Sistem Pemantauan:** Memasang sistem pemantauan yang terintegrasi pada jembatan untuk memantau kondisi struktural secara real-time dan memberikan peringatan dini jika terjadi kerusakan.

5. Pengembangan Protokol Evakuasi

- **Perencanaan Evakuasi:** Mengembangkan protokol evakuasi untuk pengguna jalan tol yang melintasi jembatan, termasuk jalur evakuasi darurat dan komunikasi yang efektif selama situasi darurat.
- **Pelatihan dan Kesadaran:** Melakukan pelatihan kepada petugas jalan tol dan masyarakat sekitar tentang tindakan yang harus dilakukan dalam situasi gempa bumi dan evakuasi darurat.

6. Konsultasi dengan Ahli

- **Konsultasi Teknis:** Melibatkan ahli teknik sipil dan seismologi dalam proses perencanaan dan analisis, untuk mendapatkan wawasan dan rekomendasi yang lebih terperinci.
- **Review Independen:** Melakukan review independen terhadap analisis risiko dan keamanan struktural untuk memvalidasi temuan dan rekomendasi yang dihasilkan.

7. Keterlibatan Pihak Terkait

- **Konsultasi dengan Pemangku Kepentingan:** Melibatkan pemangku kepentingan, termasuk pemerintah daerah, operator jalan tol, dan masyarakat setempat, dalam proses perencanaan dan pengambilan keputusan.
- **Komunikasi Publik:** Menyampaikan informasi tentang risiko dan strategi mitigasi kepada masyarakat secara transparan dan terbuka.

8. Pemantauan dan Evaluasi Berkelanjutan

- **Pemantauan Kontinu:** Melakukan pemantauan kontinu terhadap kinerja struktural jembatan setelah implementasi strategi mitigasi untuk memastikan efektivitasnya.
- **Evaluasi Rutin:** Melakukan evaluasi rutin terhadap sistem mitigasi dan perencanaan evakuasi untuk menyesuaikan strategi sesuai dengan perkembangan kondisi lingkungan dan teknologi.

Dengan mengambil langkah-langkah ini, diharapkan analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa dapat dilakukan secara efektif dan memberikan perlindungan yang memadai terhadap infrastruktur tersebut serta pengguna jalan tol yang melintasinya.

Untuk membuat perancangan Analisis Risiko dan Keamanan Struktural pada Jembatan Beton Prategang di wilayah gempa, diperlukan pendekatan yang komprehensif dan sistematis. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diambil dalam merancang analisis tersebut:

1. Identifikasi Konteks dan Tujuan

- **Penetapan Tujuan:** Tentukan tujuan utama dari analisis risiko dan keamanan struktural, seperti mengidentifikasi titik-titik lemah dalam desain jembatan atau mengevaluasi tingkat risiko kerusakan akibat gempa bumi.
- **Pemahaman Konteks:** Pahami kondisi geografis, lingkungan sekitar, dan karakteristik geologis wilayah gempa di mana jembatan berada.

2. Identifikasi Potensi Ancaman

- **Analisis Potensi Gempa Bumi:** Gunakan data seismik historis dan model prediksi gempa untuk menilai potensi gempa bumi di wilayah tersebut.
- **Identifikasi Ancaman Sekunder:** Identifikasi potensi ancaman sekunder yang mungkin terjadi selama atau setelah gempa, seperti tanah longsor atau banjir.

3. Evaluasi Kondisi Eksisting

- **Inspeksi Struktural:** Lakukan inspeksi struktural menyeluruh untuk mengevaluasi kondisi eksisting jembatan, termasuk identifikasi kerusakan yang sudah ada dan potensi titik lemah.
- **Analisis Desain:** Tinjau dokumentasi desain jembatan untuk memahami karakteristik struktural dan material yang digunakan.

4. Analisis Struktural

- **Modeling Elemen Hingga:** Gunakan perangkat lunak simulasi untuk memodelkan respons struktural jembatan terhadap gempa bumi dengan menggunakan metode elemen hingga.
- **Analisis Dinamik Nonlinier:** Lakukan analisis dinamik nonlinier untuk memperhitungkan efek nonlinieritas material dan geometri, yang penting dalam mengevaluasi kinerja jembatan selama gempa bumi.

5. Evaluasi Risiko dan Keamanan

- **Penilaian Kekuatan Struktural:** Lakukan penilaian kekuatan struktural jembatan untuk menentukan kapasitas beban dinamik yang bisa ditahan.
- **Evaluasi Risiko:** Gunakan hasil analisis untuk mengevaluasi risiko kerusakan struktural jembatan akibat gempa bumi dan ancaman sekunder lainnya.
- **Identifikasi Peningkatan Keamanan:** Identifikasi area-area di mana peningkatan keamanan diperlukan, seperti perkuatan struktural atau perbaikan desain.

6. Pengembangan Strategi Mitigasi

- **Perencanaan Perbaikan:** Berdasarkan temuan analisis, kembangkan rencana perbaikan yang mencakup perkuatan struktural, peningkatan kapasitas dukung fondasi, atau desain alternatif.
- **Prioritasi Tindakan:** Prioritaskan tindakan perbaikan berdasarkan tingkat risiko dan dampaknya terhadap keamanan jembatan.

7. Implementasi dan Monitoring

- **Implementasi Tindakan Korektif:** Terapkan tindakan perbaikan yang direkomendasikan dengan memperhatikan prinsip-prinsip keselamatan konstruksi.
- **Pemantauan Struktural:** Pasang sistem pemantauan struktural yang memungkinkan untuk memantau kondisi jembatan secara real-time dan memberikan peringatan dini jika terjadi kerusakan atau kegagalan.

8. Pelatihan dan Kesadaran

- **Pelatihan Petugas:** Berikan pelatihan kepada petugas jalan tol dan personel terkait untuk meningkatkan kesadaran mereka terhadap risiko gempa bumi dan tindakan evakuasi yang diperlukan.
- **Sosialisasi Masyarakat:** Lakukan kampanye sosialisasi kepada masyarakat tentang tindakan yang harus diambil dalam situasi gempa bumi dan pentingnya pemeliharaan keamanan struktural jembatan.

9. Evaluasi Rutin dan Pembaruan

- **Evaluasi Berkala:** Lakukan evaluasi berkala terhadap keamanan jembatan dengan mempertimbangkan perkembangan baru dalam teknologi dan pemahaman tentang risiko gempa bumi.
- **Pembaruan Strategi:** Perbarui strategi mitigasi dan rencana darurat sesuai dengan hasil evaluasi baru dan perubahan kondisi lingkungan.

Dengan mengikuti langkah-langkah ini, analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa dapat dilakukan dengan lebih efektif, dan tindakan yang diperlukan dapat diambil untuk memastikan keamanan infrastruktur tersebut.

Penulisan analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa memiliki beberapa manfaat penting, baik bagi para insinyur sipil, pengambil kebijakan, maupun masyarakat umum. Berikut adalah beberapa manfaat dari penulisan tersebut:

1. **Penyelidikan Kinerja Struktural:** Analisis ini memungkinkan penyelidikan mendalam tentang kinerja struktural jembatan beton prategang selama gempa bumi. Ini memberikan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor yang mempengaruhi keamanan jembatan tersebut, seperti geometri, material, dan kondisi lingkungan.
2. **Pengidentifikasian Potensi Risiko:** Dengan melakukan analisis risiko, potensi risiko kerusakan pada jembatan akibat gempa bumi dapat diidentifikasi secara lebih tepat. Hal ini memungkinkan pihak terkait untuk mengambil langkah-langkah pencegahan yang diperlukan untuk mengurangi dampak negatif yang mungkin timbul.
3. **Perbaikan Desain dan Konstruksi:** Hasil analisis dapat digunakan untuk memperbaiki desain dan konstruksi jembatan beton prategang agar lebih tahan terhadap gempa bumi. Ini termasuk peningkatan geometri struktur, pemilihan material yang lebih tahan terhadap gempa, dan penggunaan teknologi pemantauan struktural yang lebih canggih.
4. **Peningkatan Keamanan Publik:** Dengan memahami risiko dan kinerja struktural jembatan, tindakan korektif yang tepat dapat diambil untuk meningkatkan keamanan publik. Hal ini dapat membantu mencegah kerusakan serius pada jembatan yang dapat mengancam keselamatan pengguna jalan.
5. **Pengembangan Kebijakan dan Standar:** Analisis risiko ini dapat digunakan sebagai dasar untuk pengembangan kebijakan dan standar baru dalam perencanaan, desain, dan pemeliharaan jembatan di wilayah gempa. Hal ini akan membantu memastikan bahwa infrastruktur jembatan dibangun dengan standar yang sesuai dengan risiko gempa yang ada.
6. **Peningkatan Kapasitas Tanggap Darurat:** Dengan mengetahui potensi risiko kerusakan pada jembatan, pihak berwenang dapat mempersiapkan rencana tanggap

darurat yang lebih efektif. Ini termasuk pengaturan rute alternatif dan perencanaan evakuasi untuk mengurangi dampak gempa bumi pada sistem transportasi.

7. **Peningkatan Kesadaran Masyarakat:** Melalui publikasi hasil analisis, kesadaran masyarakat tentang risiko gempa bumi pada jembatan dapat ditingkatkan. Hal ini dapat mendorong partisipasi masyarakat dalam program mitigasi risiko dan pemeliharaan keamanan infrastruktur.
8. **Pengembangan Teknologi Pemantauan Struktural:** Analisis risiko ini dapat mendorong pengembangan teknologi pemantauan struktural yang lebih canggih, seperti sensor-sensor yang dapat mendeteksi deformasi atau keretakan pada jembatan secara real-time. Ini akan memungkinkan deteksi dini kerusakan struktural dan intervensi yang cepat.
9. **Kontribusi Terhadap Penelitian Ilmiah:** Hasil analisis ini dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap penelitian ilmiah dalam bidang rekayasa struktural dan mitigasi risiko bencana. Temuan dan metodologi yang dikembangkan dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian lanjutan dan pengembangan solusi yang lebih inovatif.

Dengan demikian, penulisan analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa memiliki dampak yang luas dan penting dalam upaya menjaga keamanan infrastruktur transportasi dan melindungi masyarakat dari potensi bahaya gempa bumi.

Kesimpulan

Dalam kesimpulan, penulisan analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa merupakan langkah penting dalam memahami dan mengurangi risiko kerusakan infrastruktur akibat gempa bumi. Berikut adalah beberapa poin penting yang dapat disimpulkan dari studi ini:

1. **Identifikasi Risiko:** Analisis ini telah berhasil mengidentifikasi potensi risiko kerusakan pada jembatan beton prategang akibat gempa bumi. Faktor-faktor yang mempengaruhi keamanan struktural telah dianalisis secara komprehensif, termasuk variabel geometri dan material.
2. **Peningkatan Kesadaran:** Melalui penulisan ini, kesadaran akan pentingnya memperkuat keamanan struktural jembatan di wilayah gempa telah ditingkatkan. Pihak berwenang, perencana, dan masyarakat umum dapat lebih memahami risiko yang terlibat dan mengambil langkah-langkah pencegahan yang sesuai.
3. **Pengembangan Solusi:** Hasil analisis memberikan landasan bagi pengembangan solusi teknis untuk meningkatkan keamanan jembatan, baik melalui perbaikan geometri struktur, pemilihan material yang tepat, atau penerapan teknologi pemantauan struktural yang canggih.
4. **Peran Penting Mitigasi Risiko:** Kesimpulan dari penulisan ini menegaskan pentingnya mitigasi risiko dalam merancang dan membangun infrastruktur di wilayah gempa. Langkah-langkah pencegahan yang tepat dapat mengurangi dampak negatif gempa bumi pada jembatan dan menjaga keamanan pengguna jalan.
5. **Kontribusi terhadap Penelitian Lanjutan:** Temuan dan metodologi yang dihasilkan dari penulisan ini dapat menjadi sumbangan berharga bagi penelitian lanjutan dalam bidang rekayasa struktural dan mitigasi risiko bencana. Hal ini dapat memperluas pemahaman kita tentang dinamika gempa bumi dan pengaruhnya terhadap infrastruktur.

Dengan demikian, kesimpulan dari penulisan analisis risiko dan keamanan struktural pada jembatan beton prategang di wilayah gempa adalah bahwa pemahaman yang lebih baik tentang risiko dan kinerja struktural dapat membantu kita menghadapi tantangan yang dihadapi oleh infrastruktur di lingkungan berisiko tinggi seperti wilayah gempa. Langkah-langkah pencegahan yang tepat dan inovasi teknis akan menjadi kunci dalam memastikan keamanan dan ketahanan infrastruktur jembatan di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- 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 Teknografi: 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*.
- Darianto, 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 WIRAUUSAHA 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.*