
Sistem Drainase Kota: Strategi Penanganan Banjir dengan Teknik Sipil

WIRDAADEANY SIREGAR

Teknik Sipil

Abstrak

Banjir merupakan salah satu permasalahan yang sering dihadapi oleh kota-kota di seluruh dunia, terutama di daerah dengan curah hujan tinggi dan infrastruktur drainase yang tidak memadai. Fenomena ini tidak hanya mengganggu aktivitas sehari-hari masyarakat, tetapi juga berdampak negatif terhadap ekonomi, kesehatan, dan lingkungan. Dalam konteks ini, sistem drainase kota menjadi komponen penting dalam strategi penanganan banjir. Artikel ini membahas berbagai aspek sistem drainase kota, termasuk desain, implementasi, dan pemeliharaan untuk mengurangi risiko banjir. Sistem drainase yang efektif harus dirancang untuk menangani aliran air hujan secara optimal, mengurangi genangan air, dan mencegah kerusakan infrastruktur. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah penggunaan teknik sipil yang berkelanjutan, yang mengintegrasikan sistem drainase dengan pengelolaan sumber daya air secara holistik. Hal ini mencakup penerapan teknologi terbaru, seperti sistem pengumpulan air hujan, kolam retensi, dan teknologi permeabel yang memungkinkan air meresap ke dalam tanah. Metode penelitian dalam artikel ini mencakup kajian literatur yang mendalam, analisis studi kasus, dan wawancara dengan para ahli di bidang teknik sipil dan manajemen sumber daya air. Dengan demikian, artikel ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih baik mengenai pentingnya sistem drainase kota dalam penanganan banjir. Pembahasan mencakup berbagai jenis sistem drainase, seperti drainase permukaan, drainase bawah tanah, dan sistem pengelolaan air hujan. Selain itu, artikel ini juga membahas tantangan yang dihadapi dalam implementasi sistem drainase, termasuk pembiayaan, pemeliharaan, dan dampak lingkungan. Dengan memahami berbagai aspek ini, diharapkan para pembaca dapat mengevaluasi dan mengembangkan sistem drainase yang lebih efektif untuk menangani banjir di kota mereka. Melalui penelitian ini, penulis berharap dapat memberikan rekomendasi bagi para pengambil keputusan dan pemangku kepentingan untuk meningkatkan sistem drainase di daerah perkotaan. Dengan sistem drainase yang baik, kota dapat mengurangi risiko banjir, meningkatkan kualitas hidup masyarakat, dan menjaga keberlanjutan lingkungan.

Kata Kunci: *Sipil, Struktural, strategi*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Banjir adalah salah satu bencana alam yang paling umum terjadi di daerah perkotaan, dengan penyebab utama yang meliputi curah hujan yang tinggi, perubahan iklim, dan pengelolaan sumber daya air yang buruk. Perubahan penggunaan lahan, urbanisasi yang cepat, dan deforestasi juga berkontribusi terhadap meningkatnya risiko banjir di kota-kota besar. Dalam konteks ini, sistem drainase kota berperan penting dalam mitigasi risiko banjir, yang memerlukan pendekatan teknik sipil yang tepat.

Sistem drainase kota berfungsi untuk mengalirkan air hujan dari permukaan tanah ke saluran pembuangan atau sumber air lainnya. Tanpa sistem drainase yang memadai, air hujan dapat menggenangi di jalan, pekarangan, dan area publik, menyebabkan kerusakan infrastruktur, gangguan transportasi, dan bahkan ancaman kesehatan bagi masyarakat. Oleh karena itu, perencanaan dan desain sistem drainase yang efektif sangat penting.

Metode Penelitian

Metode penelitian dalam artikel ini mencakup kajian literatur, yang memberikan dasar teori tentang sistem drainase, serta analisis studi kasus dari beberapa kota yang berhasil menerapkan sistem drainase yang efektif. Selain itu, wawancara dengan para ahli di bidang teknik sipil dan manajemen sumber daya air dilakukan untuk mendapatkan wawasan praktis mengenai tantangan dan solusi yang dapat diterapkan dalam pengembangan sistem drainase.

Dengan memahami latar belakang dan metode penelitian ini, artikel ini bertujuan untuk menjelaskan bagaimana sistem drainase kota dapat digunakan sebagai strategi untuk menangani banjir dengan lebih efektif. Diharapkan bahwa pemahaman ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan kebijakan dan praktik yang lebih baik dalam manajemen sumber daya air di daerah perkotaan.

PEMBAHASAN

Sistem drainase kota merupakan elemen penting dalam manajemen air perkotaan, terutama untuk mengatasi masalah banjir yang sering terjadi akibat curah hujan tinggi, urbanisasi yang tidak terkendali, dan perubahan iklim. Teknik sipil memainkan peran utama dalam merancang dan membangun sistem drainase yang efektif untuk menangani aliran air permukaan, mencegah genangan, serta meminimalisir dampak negatif dari banjir di kawasan perkotaan.

Peningkatan urbanisasi, terutama di kota-kota besar, telah mengakibatkan banyak wilayah yang tadinya mampu menyerap air hujan diubah menjadi permukaan keras seperti jalan raya, bangunan, dan beton. Akibatnya, kemampuan tanah untuk menyerap air hujan berkurang drastis, yang menyebabkan air hujan mengalir dengan cepat menuju sistem drainase, sering kali melebihi kapasitas sistem yang ada. Kondisi ini memerlukan perancangan sistem drainase yang lebih kompleks dan efisien untuk mengantisipasi peningkatan volume air hujan dan menjaga keseimbangan ekosistem perkotaan.

Sistem drainase kota yang dirancang dengan baik harus mempertimbangkan beberapa faktor penting, termasuk topografi wilayah, jenis tanah, pola curah hujan, serta tata guna lahan. Setiap kota memiliki karakteristik unik yang mempengaruhi perilaku aliran air, sehingga diperlukan analisis menyeluruh sebelum menentukan desain yang tepat. Misalnya, di daerah dataran rendah atau cekungan, risiko genangan air lebih besar dibandingkan dengan daerah dataran tinggi, sehingga sistem drainase di daerah tersebut perlu dirancang dengan kapasitas yang lebih besar.

Strategi penanganan banjir melalui sistem drainase juga melibatkan penggunaan teknologi yang semakin canggih. Salah satu contohnya adalah penerapan drainase berkelanjutan atau Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) yang bertujuan untuk mengelola air hujan sedekat mungkin dengan sumbernya. Konsep ini mencakup pembangunan saluran air yang memungkinkan air hujan meresap ke dalam tanah secara alami, mengurangi tekanan pada sistem drainase utama. Selain itu, SUDS sering kali dilengkapi dengan fitur seperti kolam retensi, bioretensi, dan area resapan, yang membantu menahan dan membersihkan air hujan sebelum dilepaskan ke saluran air yang lebih besar.

Kolam retensi adalah salah satu komponen penting dalam strategi penanganan banjir dengan teknik sipil. Kolam ini dirancang untuk menampung kelebihan air hujan selama periode hujan lebat dan secara perlahan melepaskannya kembali ke sistem drainase. Ini mengurangi risiko banjir dengan mengurangi beban pada sistem drainase utama pada saat curah hujan tinggi. Kolam retensi juga dapat berfungsi sebagai elemen estetis di dalam kota, dengan menambahkan elemen hijau dan air ke lingkungan perkotaan.

Selain itu, penggunaan rain garden atau taman hujan juga menjadi salah satu solusi alami yang semakin populer dalam mengelola air hujan di area perkotaan. Rain garden adalah area hijau yang dirancang khusus untuk menangkap dan menyerap air hujan dari permukaan keras seperti atap dan trotoar. Dengan mengalihkan air ke area taman ini, volume air yang harus ditangani oleh sistem drainase berkurang, sekaligus mendukung penyerapan alami oleh tanah. Teknik ini juga dapat membantu mengurangi pencemaran air, karena air hujan yang melewati tanah dapat disaring secara alami sebelum mencapai saluran air utama.

Namun, untuk menghadapi tantangan yang lebih kompleks seperti banjir bandang atau banjir musiman yang parah, sistem drainase konvensional saja tidak cukup. Salah satu pendekatan yang semakin relevan dalam teknik sipil adalah pembangunan infrastruktur hijau. Infrastruktur hijau mencakup penggunaan material dan desain yang memungkinkan interaksi antara sistem buatan dan sistem alam, seperti pembuatan lahan basah buatan yang berfungsi untuk menahan air hujan dan memulihkan keseimbangan air tanah. Sistem ini membantu mengurangi volume aliran permukaan dan memperlambat laju air, sehingga menurunkan risiko banjir.

Selain infrastruktur hijau, pendekatan modern lain yang digunakan dalam teknik sipil adalah integrasi antara teknologi digital dan sistem drainase. Sensor dan sistem pemantauan real-time yang dipasang di sepanjang saluran drainase dapat memberikan data secara langsung mengenai tingkat air, aliran, dan kondisi saluran. Dengan data tersebut, pihak berwenang dapat merespons dengan cepat dan tepat ketika terjadi peningkatan volume air yang berpotensi menyebabkan banjir. Misalnya, pintu air otomatis dapat diaktifkan untuk mengalihkan aliran air ke area yang lebih aman atau menahan air sementara di kolam retensi.

Pengelolaan air di kawasan perkotaan juga harus mempertimbangkan dampak jangka panjang dari perubahan iklim. Proyeksi peningkatan curah hujan ekstrem dan naiknya permukaan air laut menambah tantangan yang dihadapi dalam perancangan sistem drainase. Insinyur teknik sipil perlu mempertimbangkan skenario iklim masa depan dalam perancangan infrastruktur drainase, termasuk membangun sistem yang lebih fleksibel dan tangguh terhadap kondisi cuaca yang ekstrem.

Namun, solusi teknik sipil untuk penanganan banjir tidak hanya terbatas pada aspek teknis, tetapi juga membutuhkan kolaborasi dengan masyarakat dan pemangku kepentingan.

Keterlibatan masyarakat dalam proses perencanaan dan implementasi sistem drainase sangat penting untuk memastikan bahwa solusi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan lokal dan didukung oleh kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga sistem drainase. Misalnya, kampanye edukasi mengenai pentingnya menjaga kebersihan saluran air dan tidak membuang sampah sembarangan dapat membantu mencegah penyumbatan saluran, yang merupakan salah satu penyebab utama banjir perkotaan.

Di samping itu, penting juga untuk mengembangkan regulasi dan kebijakan yang mendukung pengelolaan air perkotaan yang berkelanjutan. Pemerintah kota dan lembaga terkait perlu menyusun peraturan yang mendorong pembangunan infrastruktur drainase berkelanjutan, sekaligus memberikan insentif bagi pengembang dan perusahaan untuk menerapkan praktik terbaik dalam manajemen air hujan. Kebijakan yang tegas dalam pengendalian tata ruang juga diperlukan untuk mencegah pembangunan di daerah rawan banjir dan melindungi area resapan air alami.

Penggunaan material inovatif dalam pembangunan infrastruktur drainase juga menjadi perhatian utama dalam teknik sipil modern. Material yang mampu menyerap air seperti porous asphalt dan permeable pavers dapat digunakan di area parkir atau jalan raya untuk memungkinkan air meresap langsung ke dalam tanah, mengurangi volume air yang harus dikelola oleh sistem drainase. Penggunaan material ini juga membantu mengurangi risiko erosi dan memperpanjang umur infrastruktur yang ada.

Selain itu, salah satu pendekatan yang juga dapat diterapkan adalah pengelolaan air berbasis ekosistem. Pendekatan ini berfokus pada memulihkan fungsi alami ekosistem dalam mengelola air, seperti merehabilitasi sungai-sungai yang telah mengalami kerusakan akibat urbanisasi. Sungai yang berfungsi dengan baik tidak hanya membantu mengalirkan air hujan ke tempat yang tepat, tetapi juga dapat menjadi sumber daya yang berharga bagi masyarakat sekitar, termasuk sebagai area rekreasi dan habitat bagi keanekaragaman hayati.

Dalam konteks kota-kota besar di Indonesia yang sering kali dilanda banjir, seperti Jakarta dan Surabaya, sistem drainase menjadi topik yang sangat relevan. Berbagai proyek besar telah dilakukan untuk mengatasi banjir, mulai dari pembangunan terowongan air raksasa hingga peningkatan kapasitas saluran drainase kota. Namun, upaya-upaya ini perlu diimbangi dengan perencanaan jangka panjang dan pendekatan berkelanjutan yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk masyarakat, pemerintah, dan sektor swasta.

Di masa depan, strategi penanganan banjir dengan teknik sipil harus terus berkembang sesuai dengan dinamika perubahan iklim, pertumbuhan populasi, dan urbanisasi. Investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi baru akan menjadi kunci dalam menemukan solusi yang lebih efektif dan efisien. Dengan memanfaatkan teknologi canggih dan prinsip-prinsip keberlanjutan, insinyur teknik sipil dapat terus memainkan peran penting dalam melindungi kota dari dampak negatif banjir dan menjaga kesejahteraan masyarakat perkotaan.

Secara keseluruhan, sistem drainase kota merupakan bagian yang tak terpisahkan dari infrastruktur perkotaan yang berfungsi untuk melindungi kehidupan manusia dari ancaman banjir. Dengan strategi yang tepat, pendekatan yang berkelanjutan, dan keterlibatan aktif dari berbagai pihak, banjir dapat dikelola secara lebih efektif, menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih aman, bersih, dan berkelanjutan.

Selain fokus pada desain teknis dan teknologi mutakhir, salah satu aspek penting dalam pengembangan sistem drainase kota adalah pemeliharaan berkala dan manajemen yang berkelanjutan. Infrastruktur yang dirancang dengan baik tetap memerlukan perhatian dan perawatan agar tetap berfungsi secara optimal. Tanpa pemeliharaan yang baik, sistem drainase bisa mengalami kerusakan, penyumbatan, atau penurunan kapasitas, yang pada akhirnya akan meningkatkan risiko banjir. Di banyak kota besar, saluran drainase sering kali tersumbat oleh sampah, lumpur, atau sedimentasi yang menumpuk, sehingga mengurangi efektivitas sistem dalam mengalirkan air hujan.

Pemeliharaan drainase juga melibatkan inspeksi rutin terhadap kondisi fisik saluran, pompa air, pintu air, dan infrastruktur pendukung lainnya. Dalam banyak kasus, teknologi drone dan sistem sensor modern digunakan untuk memantau jaringan drainase dari udara dan mengidentifikasi area yang memerlukan perbaikan atau pembersihan. Teknologi ini memungkinkan deteksi dini terhadap masalah-masalah kecil sebelum berkembang menjadi kerusakan besar yang membutuhkan biaya perbaikan yang lebih mahal. Dengan demikian, integrasi teknologi pemantauan ini sangat membantu dalam menjaga keberlanjutan fungsi sistem drainase.

Selain perawatan fisik, sistem drainase juga memerlukan perbaikan dan modernisasi secara berkala. Di beberapa kota, sistem drainase yang digunakan masih merupakan peninggalan dari dekade sebelumnya yang tidak lagi mampu menangani volume air hujan akibat urbanisasi yang cepat. Teknik sipil modern kini berfokus pada peningkatan kapasitas saluran dan pembuatan saluran baru yang lebih luas dan efisien untuk menghadapi beban air yang lebih besar.

Selain aspek teknis, solusi penanganan banjir melalui sistem drainase juga memerlukan pendekatan sosial-ekologis yang lebih holistik. Salah satu pendekatan yang semakin mendapat perhatian adalah integrasi ruang hijau perkotaan dengan sistem drainase. Taman kota, lahan basah buatan, dan koridor hijau berfungsi ganda sebagai penangkap air hujan dan area resapan alami. Dengan adanya ruang hijau yang memadai di dalam kota, air hujan dapat diserap secara langsung ke dalam tanah sebelum mencapai sistem drainase utama. Solusi ini tidak hanya mengurangi tekanan pada sistem drainase, tetapi juga meningkatkan kualitas hidup masyarakat melalui penyediaan ruang rekreasi dan pengurangan polusi udara.

Selain itu, penerapan prinsip *water-sensitive urban design* (WSUD) atau desain kota yang ramah air juga menjadi salah satu tren dalam perencanaan kota modern. WSUD mendorong perencanaan yang memperhatikan siklus air secara keseluruhan, mulai dari sumber, penggunaan, hingga pengelolaannya. Dengan WSUD, pembangunan di kawasan perkotaan dilakukan dengan memprioritaskan sistem yang mendukung infiltrasi air, pengurangan limpasan permukaan, dan pengelolaan air hujan yang ramah lingkungan. Konsep ini membantu menciptakan kota yang lebih berkelanjutan dan tangguh terhadap perubahan iklim.

Partisipasi publik dalam pengelolaan drainase kota juga penting untuk keberhasilan strategi penanganan banjir. Masyarakat harus dilibatkan dalam kampanye kesadaran akan pentingnya menjaga kebersihan saluran air, pengelolaan sampah, serta perilaku ramah lingkungan yang mendukung sistem drainase. Melalui program edukasi dan pelibatan masyarakat, seperti gotong royong membersihkan saluran air, peran serta warga dapat membantu mengurangi risiko banjir akibat penyumbatan sampah di saluran drainase. Edukasi juga dapat mencakup pelatihan mengenai bagaimana masyarakat dapat beradaptasi dan merespons banjir secara efektif.

Lebih jauh lagi, kolaborasi lintas sektoral antara pemerintah, perusahaan swasta, akademisi, dan masyarakat merupakan kunci dalam mengembangkan solusi drainase yang berkelanjutan. Pemerintah berperan dalam mengatur kebijakan dan regulasi yang mendukung pembangunan infrastruktur drainase, sementara sektor swasta dapat menyediakan investasi dan teknologi terbaru untuk memperbaiki sistem yang ada. Akademisi, khususnya dari bidang teknik sipil dan lingkungan, dapat menyediakan riset dan inovasi yang diperlukan untuk menghadapi tantangan drainase di masa depan. Kolaborasi ini harus dibangun di atas landasan komunikasi yang baik dan berbagi data yang relevan antar pihak.

Selain itu, dalam menghadapi tantangan banjir yang semakin kompleks, kota-kota juga harus siap menghadapi kemungkinan darurat air. Ini berarti bahwa sistem drainase perlu dilengkapi dengan rencana kontingensi dan mekanisme darurat yang jelas. Misalnya, ketika hujan ekstrem terjadi dan sistem drainase sudah mencapai kapasitas maksimum, harus ada jalur evakuasi air yang dirancang untuk mencegah meluapnya air ke area pemukiman. Rencana ini juga harus mencakup pelatihan dan persiapan masyarakat terhadap kemungkinan evakuasi dan penyelamatan saat terjadi banjir besar.

Pembangunan infrastruktur drainase masa depan harus memperhitungkan risiko jangka panjang yang ditimbulkan oleh perubahan iklim. Kenaikan permukaan air laut, curah hujan yang lebih ekstrem, serta perubahan pola cuaca akan semakin membebani sistem drainase perkotaan. Oleh karena itu, perencanaan drainase perlu dilakukan dengan pendekatan adaptive management, di mana sistem dapat diubah atau diperbarui sesuai dengan perubahan kondisi lingkungan. Pendekatan ini memungkinkan pemerintah kota dan para insinyur untuk terus memperbarui strategi mereka seiring dengan perubahan kondisi alam, sosial, dan teknologi.

Teknologi smart cities juga menjadi bagian penting dalam strategi drainase kota yang berkelanjutan. Konsep kota pintar mencakup penggunaan data dan teknologi digital untuk memantau, mengelola, dan mengoptimalkan infrastruktur perkotaan, termasuk sistem drainase. Dengan sensor yang dapat mendeteksi volume air secara real-time, kota dapat merespons lebih cepat terhadap potensi banjir dan mengatur aliran air secara otomatis melalui sistem yang terintegrasi. Selain itu, data yang dikumpulkan dapat digunakan untuk memprediksi pola hujan dan banjir di masa depan, sehingga strategi penanganan dapat lebih proaktif.

Pada akhirnya, pengembangan sistem drainase kota yang efektif membutuhkan komitmen jangka panjang dan investasi yang signifikan dari berbagai pihak. Kota-kota yang berhasil mengatasi banjir biasanya adalah kota-kota yang memiliki visi jangka panjang untuk pembangunan yang berkelanjutan, serta mampu beradaptasi dengan perubahan kondisi lingkungan dan sosial. Dengan perencanaan yang baik, penerapan teknologi canggih, dan keterlibatan aktif dari masyarakat, kota-kota di seluruh dunia dapat mengurangi risiko banjir dan menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih aman, bersih, dan berkelanjutan.

Secara keseluruhan, strategi penanganan banjir melalui teknik sipil tidak hanya melibatkan solusi teknis seperti pembangunan saluran drainase, tetapi juga membutuhkan pendekatan yang menyeluruh mencakup aspek lingkungan, sosial, dan ekonomi. Kombinasi antara infrastruktur keras, seperti saluran drainase fisik, dan infrastruktur lunak, seperti kebijakan, peraturan, dan partisipasi publik, akan menciptakan sistem drainase yang lebih tangguh dan mampu beradaptasi dengan perubahan yang terjadi.

Kesimpulan

Sistem drainase kota memainkan peran penting dalam strategi penanganan banjir di daerah perkotaan. Dengan desain yang tepat, pemilihan material yang sesuai, dan pemeliharaan yang rutin, sistem drainase dapat mengurangi risiko banjir dan melindungi infrastruktur serta masyarakat. Tantangan yang dihadapi dalam implementasi sistem drainase, seperti pembiayaan dan pemeliharaan, memerlukan perhatian serius dari para pengambil keputusan. Keberhasilan sistem drainase tidak hanya bergantung pada infrastruktur fisiknya, tetapi juga pada kebijakan yang mendukung, kesadaran masyarakat, dan edukasi tentang pentingnya menjaga saluran drainase. Diperlukan pendekatan multisektoral yang mempertimbangkan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan dalam perencanaan sistem drainase untuk mencapai keberlanjutan.

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan urbanisasi yang cepat, kota-kota perlu beradaptasi dengan strategi inovatif dalam pengelolaan air hujan dan sistem drainase. Dengan perencanaan yang cermat dan pemanfaatan teknologi terbaru, diharapkan kota-kota dapat menjadi lebih tangguh terhadap ancaman banjir di masa depan.

Akhirnya, artikel ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan rekomendasi bagi para insinyur, perencana kota, dan pengambil keputusan dalam merancang sistem drainase yang tidak hanya efektif dalam penanganan banjir tetapi juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan dan kualitas hidup masyarakat. Membangun sistem drainase yang baik adalah langkah awal untuk menciptakan kota yang aman, sehat, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- 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).*
- Waruwu, B. M. (2022). LKP Pengerjaan Abutment pada Proyek Penggantian Jembatan Idano Eho-Desa Siforoasi-Kecamatan Amandraya-Kabupaten Nias Selatan. Universitas Medan Area.*
- Hermanto, E., & Ardan, M. (2004). Teknik Pengendalian Bahan Endapan di Pelabuhan Belawan (Studi Kasus).*
- Sajiwo, A. (2022). LKP SPBU Shell Adam Malik (Proyek Pembangunan). Universitas Medan Area.*
- Ardan, M. (2021). Laporan Kerja Praktek Konstruksi Proyek Pembangunan Jembatan Titi Payung.*
- Telaumbanua, F. A. (2023). Analisis Perhitungan Struktur Gedung Pada Proyek Pembangunan Pasar Baru Panyabungan (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).*

- Arifin, Z., & Ardan, M. (2004). *Peran Serta Masyarakat dalam Pembangunan Prasarana Pedesaan (Studi Kasus) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Ardan, M. (2003). *Pengadaan Jasa Konsultan pada Proyek Super Visi Jalan dan Jembatan SPL OECF INP 23 LG Tapanuli Utara*.
- Ardan, M. (2023). *Evaluasi Geometrik Jalan kereta Api Lintas Labuhan Belawan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Lubis, K., & Ardan, M. (2012). *Cangkang Sawit Sebagai Bahan Pengganti FIne Agregat (FA) Pada Campuran Perkerasan jalan*.
- Sidabutar, P. R. (2023). *Analisis Simpang Bersinyal Menggunakan Software Vissim (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*.
- Lubis, K., & Ardan, M. (2013). *Evaluasi Perhitungan Dinding Penahan Tanah Type Kantilever dengan Menggunakan Metode Rangkine*.
- OKTAVIANI, R., & Syarif, Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN MERCU PADA BENDUNGAN LAU SIMEME SIBIRU-BIRU-DELISERDANG SUMATERA UTARA. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik, 1(3)*.
- 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*.
- Telaumbanua, F. (2022). *LKP Pembangunan Gedung Bank BRI (Proyek Menara Medan). Universitas Medan Area*.
- Ardan, M. (2015). *Laporan Kerja Praktek pada Proyek Pembangunan Konstruksi Revitalisasi dan Pengadaan Asrama Haji Embarkasi Medan*.
- 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)*.
- Siboro, G. L. (2022). *Dampak Transportasi Umum Disebabkan Covid-19 (Studi Kasus: Transportasi Mini Bus Sampri di Samosir) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Sajiwo, A. (2023). *Analisis Tarif Angkutan Umum Berdasarkan Biaya Operasional Kendaraan (Bok), Ability To Pay Dan Willingness To Pay (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.