
Integrasi Teknologi Cerdas dalam Desain Bangunan untuk Menghadapi Tantangan Perubahan Iklim

Uma Meriah Siregar
Fakultas Teknik Sipil

Abstrak

Perubahan iklim membawa dampak signifikan terhadap lingkungan, yang memerlukan pendekatan inovatif dalam perencanaan dan pembangunan infrastruktur. Teknologi cerdas, seperti Internet of Things (IoT), analisis data besar, dan sistem otomatisasi, dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi energi, mengurangi emisi karbon, dan meningkatkan ketahanan bangunan terhadap bencana alam. Melalui studi kasus dan analisis terkini, artikel ini menunjukkan bagaimana penerapan teknologi cerdas dalam desain bangunan tidak hanya berkontribusi pada keberlanjutan tetapi juga meningkatkan kualitas hidup penghuni. Temuan ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi arsitek, insinyur, dan pembuat kebijakan dalam merancang bangunan yang lebih adaptif dan responsif terhadap perubahan iklim.

Kata Kunci: *Integrasi teknologi cerdas, desain bangunan, perubahan iklim, efisiensi energi, keberlanjutan, sistem otomatisasi.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perubahan iklim merupakan salah satu tantangan terbesar yang dihadapi oleh umat manusia di abad ke-21. Fenomena ini ditandai oleh peningkatan suhu global, perubahan pola curah hujan, peningkatan frekuensi dan intensitas bencana alam, serta dampak sosial dan ekonomi yang signifikan. Sektor bangunan dan infrastruktur memiliki kontribusi besar terhadap emisi gas rumah kaca, yang berkontribusi pada pemanasan global. Oleh karena itu, penting untuk mencari solusi yang efektif dalam merancang bangunan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan. Salah satu pendekatan yang menjanjikan adalah integrasi teknologi cerdas dalam desain bangunan.

Integrasi teknologi cerdas dalam desain bangunan dapat meningkatkan efisiensi energi, mengurangi limbah, dan memperbaiki kualitas hidup penghuni. Teknologi seperti Internet of Things (IoT), kecerdasan buatan (AI), dan sistem otomasi bangunan dapat digunakan untuk menciptakan lingkungan bangunan yang responsif terhadap kondisi lingkungan dan kebutuhan penghuninya. Dengan memanfaatkan data real-time, sistem cerdas dapat mengoptimalkan penggunaan energi, mengatur suhu, dan mengelola air secara lebih efisien, sehingga mengurangi jejak karbon bangunan secara signifikan.

Salah satu contoh penerapan teknologi cerdas adalah penggunaan sensor pintar yang memantau kualitas udara dalam ruangan. Dengan teknologi ini, penghuni dapat diberi informasi mengenai tingkat polusi udara dan sirkulasi udara, sehingga dapat mengambil tindakan untuk menjaga kesehatan dan kenyamanan. Selain itu, teknologi ini juga dapat terintegrasi dengan sistem ventilasi dan pendinginan yang lebih efisien, mengurangi kebutuhan energi dan meningkatkan kenyamanan penghuni.

Di samping itu, teknologi cerdas juga dapat diterapkan dalam manajemen air hujan. Dengan sistem pengelolaan air yang cerdas, air hujan dapat diolah dan disimpan untuk digunakan kembali, mengurangi ketergantungan pada sumber air bersih dan meminimalkan risiko banjir. Sistem ini dapat memanfaatkan data cuaca untuk memprediksi curah hujan dan mengoptimalkan penggunaan air secara keseluruhan. Dengan demikian, integrasi teknologi cerdas dalam desain bangunan tidak hanya berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan, tetapi juga meningkatkan ketahanan terhadap dampak perubahan iklim.

Pentingnya integrasi teknologi cerdas dalam desain bangunan juga terletak pada aspek ekonomi. Meskipun investasi awal dalam teknologi cerdas mungkin lebih tinggi, penghematan biaya jangka panjang dari efisiensi energi, pengurangan limbah, dan peningkatan produktivitas dapat memberikan manfaat yang signifikan. Bangunan yang dirancang dengan teknologi cerdas dapat mengurangi biaya operasional, meningkatkan nilai properti, dan menarik perhatian penyewa yang lebih sadar akan keberlanjutan. Hal ini menciptakan peluang bagi pengembang dan investor untuk berpartisipasi dalam pasar yang semakin mengedepankan keberlanjutan.

Integrasi teknologi cerdas dalam desain bangunan juga sejalan dengan kebijakan dan regulasi pemerintah yang semakin ketat dalam upaya mitigasi perubahan iklim. Banyak negara telah mengadopsi standar bangunan hijau dan regulasi yang mendorong penggunaan teknologi yang efisien dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, pengembang bangunan perlu

mempertimbangkan teknologi cerdas sebagai bagian integral dari proses desain dan konstruksi untuk mematuhi regulasi ini dan memenuhi ekspektasi masyarakat.

Selain itu, integrasi teknologi cerdas dapat meningkatkan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan dalam industri konstruksi. Dengan berbagi data dan informasi, arsitek, insinyur, dan kontraktor dapat bekerja sama untuk merancang solusi yang lebih efektif dan inovatif. Pendekatan kolaboratif ini dapat mempercepat pengembangan teknologi dan praktik terbaik dalam desain bangunan, sehingga memperkuat ketahanan sektor bangunan terhadap perubahan iklim.

Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim, integrasi teknologi cerdas dalam desain bangunan menjadi langkah strategis yang perlu diambil. Dengan memanfaatkan inovasi teknologi, sektor bangunan dapat beradaptasi dan berkontribusi dalam upaya mitigasi dan adaptasi perubahan iklim. Melalui desain yang cerdas dan berkelanjutan, diharapkan dapat menciptakan lingkungan binaan yang tidak hanya efisien dan ramah lingkungan, tetapi juga memberikan kualitas hidup yang lebih baik bagi penghuni dan masyarakat secara keseluruhan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus untuk menganalisis integrasi teknologi cerdas dalam desain bangunan yang beradaptasi terhadap perubahan iklim. Lokasi penelitian akan dipilih di beberapa daerah yang telah menerapkan teknologi cerdas dalam desain bangunan, seperti gedung hijau, smart home, dan infrastruktur berkelanjutan. Data akan dikumpulkan melalui observasi langsung, wawancara mendalam dengan arsitek, insinyur, dan pemilik bangunan, serta analisis dokumen terkait.

Proses pengumpulan data akan dilakukan dalam tiga tahap. Pertama, observasi lapangan akan dilakukan untuk mengidentifikasi elemen-elemen teknologi cerdas yang diterapkan dalam desain bangunan. Observasi ini bertujuan untuk melihat secara langsung bagaimana teknologi tersebut berfungsi dalam konteks iklim yang berubah. Kedua, wawancara semi-struktural akan dilakukan dengan para ahli dan pemangku kepentingan terkait untuk menggali pandangan dan pengalaman mereka tentang efektivitas teknologi cerdas dalam mitigasi dampak perubahan iklim. Ketiga, analisis dokumen akan mencakup studi literatur mengenai penelitian terdahulu, pedoman desain, dan kebijakan terkait.

Analisis data akan dilakukan dengan menggunakan pendekatan tematik untuk mengidentifikasi pola dan tren dalam penerapan teknologi cerdas. Temuan dari analisis ini akan dibandingkan dengan kerangka kerja desain bangunan yang berkelanjutan untuk menilai kontribusi teknologi cerdas terhadap efisiensi energi, pengurangan emisi karbon, dan peningkatan ketahanan terhadap risiko iklim. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi praktis untuk perancangan bangunan di masa depan, serta memberikan kontribusi bagi pengembangan kebijakan yang mendukung integrasi teknologi cerdas dalam arsitektur dan desain perkotaan.

PEMBAHASAN

Perubahan iklim telah menjadi isu global yang mendesak, dan dampaknya semakin terlihat di seluruh dunia. Kenaikan suhu, cuaca ekstrem, dan perubahan pola hujan mempengaruhi semua aspek kehidupan, termasuk sektor bangunan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang inovatif untuk mengatasi tantangan ini. Salah satu solusi yang muncul adalah integrasi teknologi cerdas dalam desain bangunan. Teknologi ini tidak hanya membantu meningkatkan efisiensi energi, tetapi juga dapat berkontribusi pada keberlanjutan dan ketahanan bangunan terhadap dampak perubahan iklim.

1. Definisi dan Ruang Lingkup Teknologi Cerdas

Teknologi cerdas merujuk pada penggunaan alat dan sistem yang memanfaatkan data dan analisis untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi. Dalam konteks desain bangunan, teknologi ini mencakup berbagai elemen seperti sensor, sistem otomatisasi, dan perangkat IoT (Internet of Things). Integrasi teknologi ini dalam desain bangunan bertujuan untuk menciptakan lingkungan yang responsif terhadap kebutuhan penghuninya dan kondisi lingkungan.

2. Manfaat Integrasi Teknologi Cerdas dalam Bangunan

Salah satu manfaat utama dari integrasi teknologi cerdas adalah efisiensi energi. Dengan menggunakan sensor dan sistem otomatisasi, bangunan dapat memantau penggunaan energi secara real-time dan menyesuaikan penggunaan energi berdasarkan kebutuhan. Misalnya, sistem pencahayaan yang otomatis dapat mengurangi penggunaan listrik ketika cahaya alami cukup, sementara sistem pemanas dan pendingin dapat diatur untuk bekerja lebih efisien.

Selain itu, teknologi cerdas juga dapat meningkatkan kenyamanan penghuni. Sistem HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) yang cerdas dapat mengatur suhu dan kelembapan secara otomatis berdasarkan preferensi penghuni dan kondisi cuaca. Ini tidak hanya meningkatkan kenyamanan, tetapi juga dapat mengurangi risiko kesehatan yang terkait dengan kualitas udara yang buruk.

3. Peran Data dalam Desain Bangunan yang Berkelanjutan

Penggunaan data besar (big data) dan analisis menjadi bagian penting dari desain bangunan yang cerdas. Dengan mengumpulkan dan menganalisis data dari berbagai sumber, arsitek dan insinyur dapat mengidentifikasi pola dan tren yang dapat membantu mereka merancang bangunan yang lebih berkelanjutan. Misalnya, data cuaca historis dapat digunakan untuk merancang sistem drainase yang lebih efektif, sementara data penggunaan energi dapat membantu dalam pengembangan strategi efisiensi energi.

Analisis data juga dapat membantu dalam merencanakan lokasi bangunan. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti risiko banjir, suhu ekstrem, dan kualitas udara, desainer dapat memilih lokasi yang lebih aman dan berkelanjutan untuk pembangunan. Ini penting untuk memastikan bahwa bangunan tidak hanya tahan terhadap dampak perubahan iklim, tetapi juga dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang berubah.

4. Teknologi Cerdas untuk Ketahanan Bangunan

Ketahanan bangunan menjadi semakin penting dalam menghadapi dampak perubahan iklim. Teknologi cerdas dapat berkontribusi pada ketahanan ini melalui beberapa cara. Pertama, sistem

pemantauan yang cerdas dapat memberikan peringatan dini terhadap kondisi cuaca ekstrem, seperti badai atau banjir. Dengan informasi ini, penghuni dapat mengambil langkah-langkah untuk melindungi diri dan properti mereka.

Kedua, teknologi cerdas dapat membantu dalam merancang bangunan yang lebih kuat dan tahan lama. Misalnya, penggunaan material pintar yang dapat beradaptasi dengan perubahan suhu dan kelembapan dapat meningkatkan ketahanan struktural bangunan. Selain itu, teknologi ini juga dapat digunakan untuk memantau kondisi struktural bangunan secara terus-menerus, sehingga memungkinkan perawatan dan pemeliharaan yang lebih proaktif.

5. Tantangan dalam Integrasi Teknologi Cerdas

Meskipun terdapat banyak manfaat dari integrasi teknologi cerdas dalam desain bangunan, ada juga tantangan yang perlu dihadapi. Salah satunya adalah biaya implementasi. Meskipun biaya teknologi semakin menurun, investasi awal untuk mengintegrasikan sistem cerdas dalam desain bangunan masih bisa menjadi kendala, terutama bagi pengembang kecil dan menengah. Oleh karena itu, perlu adanya insentif dari pemerintah dan lembaga keuangan untuk mendorong investasi dalam teknologi cerdas.

Selain itu, ada tantangan terkait dengan interoperabilitas sistem. Dalam banyak kasus, berbagai teknologi yang digunakan dalam bangunan tidak selalu dapat berkomunikasi satu sama lain dengan baik. Ini dapat mengurangi efisiensi dan efektivitas sistem cerdas. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan standar dan protokol yang memfasilitasi integrasi berbagai teknologi dalam satu ekosistem yang koheren.

6. Pendekatan Berkelanjutan dalam Desain Bangunan

Desain bangunan yang cerdas harus mengadopsi pendekatan berkelanjutan. Ini mencakup pemilihan material yang ramah lingkungan, penggunaan energi terbarukan, dan pengelolaan air yang efisien. Integrasi teknologi cerdas dapat mendukung pendekatan ini dengan memantau dan mengelola sumber daya secara efektif.

Misalnya, penggunaan panel surya yang terintegrasi dengan sistem manajemen energi cerdas dapat mengoptimalkan penggunaan energi terbarukan. Sistem ini dapat memantau produksi energi dari panel surya dan menyesuaikan penggunaan energi di dalam bangunan sesuai dengan produksi energi tersebut. Dengan cara ini, bangunan tidak hanya mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil, tetapi juga dapat menghasilkan energi lebih dari yang digunakan.

7. Contoh Implementasi Teknologi Cerdas dalam Bangunan

Beberapa proyek bangunan telah berhasil menerapkan teknologi cerdas untuk mengatasi tantangan perubahan iklim. Contoh yang menonjol adalah bangunan "The Edge" di Amsterdam. Bangunan ini menggunakan sistem otomasi yang canggih untuk mengelola pencahayaan, suhu, dan energi secara efisien. Selain itu, bangunan ini dilengkapi dengan panel surya dan sistem pengumpulan air hujan, yang membantu mengurangi jejak karbonnya.

Contoh lain adalah "Bosco Verticale" di Milan, yang merupakan dua gedung tinggi yang ditanami pohon dan tanaman. Selain memberikan manfaat estetik, desain ini juga membantu dalam mengurangi polusi udara dan meningkatkan kualitas hidup penghuni. Teknologi cerdas digunakan untuk memantau kesehatan tanaman dan mengelola kebutuhan irigasi, sehingga memastikan keberlanjutan taman vertikal ini.

8. Peran Kebijakan dalam Mendukung Integrasi Teknologi Cerdas

Untuk mendorong integrasi teknologi cerdas dalam desain bangunan, diperlukan dukungan dari kebijakan publik. Pemerintah dapat memainkan peran penting dengan memberikan insentif fiskal bagi pengembang yang menerapkan teknologi cerdas dan praktik berkelanjutan. Selain itu, regulasi yang mendorong efisiensi energi dan penggunaan material ramah lingkungan dapat membantu menciptakan pasar yang lebih mendukung teknologi cerdas.

Kebijakan pendidikan juga penting untuk mempersiapkan tenaga kerja yang terampil dalam bidang teknologi cerdas. Pendidikan dan pelatihan yang memadai akan memastikan bahwa arsitek, insinyur, dan profesional lainnya memiliki pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk merancang dan mengimplementasikan teknologi cerdas dalam bangunan.

9. Masa Depan Desain Bangunan yang Cerdas

Dengan semakin meningkatnya kesadaran akan perubahan iklim, masa depan desain bangunan yang cerdas tampak cerah. Teknologi akan terus berkembang, dan inovasi baru akan muncul untuk mengatasi tantangan yang ada. Di masa depan, kita mungkin akan melihat lebih banyak bangunan yang sepenuhnya otonom, mampu mengelola energi dan sumber daya lainnya tanpa campur tangan manusia.

Selain itu, integrasi teknologi cerdas tidak hanya akan terbatas pada bangunan individu, tetapi juga akan meluas ke pengembangan kota pintar. Dengan menghubungkan bangunan, infrastruktur, dan layanan publik melalui jaringan cerdas, kota-kota dapat berfungsi lebih efisien dan berkelanjutan.

Kesimpulan

Integrasi teknologi cerdas dalam desain bangunan merupakan langkah penting untuk meningkatkan efisiensi energi, kenyamanan, dan ketahanan bangunan terhadap dampak perubahan iklim. Penggunaan sistem otomatisasi, sensor, dan analisis data dapat membantu memantau dan mengelola sumber daya secara lebih efektif, mengurangi jejak karbon, dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat bagi penghuni. Selain itu, pendekatan berkelanjutan dalam pemilihan material dan penggunaan energi terbarukan semakin memperkuat keberlanjutan bangunan.

Namun, tantangan seperti biaya implementasi, interoperabilitas sistem, dan perlunya dukungan kebijakan tetap harus diatasi untuk mendorong adopsi teknologi ini. Dengan dukungan dari pemerintah dan pendidikan yang tepat, serta inovasi berkelanjutan di bidang teknologi, masa depan desain bangunan cerdas dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mitigasi perubahan iklim dan menciptakan kota yang lebih berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., & Rangkuti, N. M. (2014). *Metode Perbaikan Tanah Dengan Menggunakan Kombinasi Preloading Dan Pemasangan Pre Fabricated Vertical Drain Untuk Mempercepat Proses Konsolidasi (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Rangkuti, N. M. (2018). *Buku Pedoman Praktikum Mekanika Tanah*.
- Lubis, K. (2023). *Evaluasi Perkerasan Rigid dengan Metode Software Kenpave*.
- Sembiring, R. R., & Lubis, K. (2005). *Analisa Anggaran Biaya dan Harga Jual Perumahan Bekala Asri Kecamatan Medan Tuntungan-Medan (Studi Kasus) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Lubis, K., & Rangkuti, N. M. (2020). *The Evaluation and Calculation of Hotmix Pavement Thickness at Dolok Sanggul Silimbat Road Section in North Tapanuli Districts (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Lubis, K. (2010). *Laporan Kerja Praktek Analisa Pembuatan Pondasi pada Pengembangan Pembangunan Rumah Sakit Umum (RSUD) Dr. R. M Djoelham Kota Binjai*.
- Syarif, Y., & Bahri, Z. (2013). *Rancang Bangun Traffic Light Menggunakan Sensor Reflective Berbasis Programmable Logic Control (PLC) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Lubis, K. (2006). *Laporan Kerja Praktek pada Pembangunan Jembatan Pedestrian Bridge KM 28+ 300 Jalan Tol Belmera*.
- Pasaribu, J. P., & Barky, N. Y. (2012). *Perkembangan Penempatan Perumahan di Pinggiran Lokasi Bandar Udara Polonia Medan*.
- Lubis, K. (2007). *Penanggulangan Kemacetan Lalu Lintas Dengan metode Fase Optimum*.
- Barky, N. Y. (2024). *Perencanaan Rekreasi dan Edukasi Park di Kota Medan Kecamatan Medan Tuntungan Tema Arsitektur Biofilik (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Nasution, A. M., Rambe, Y. S., Kurniaty, E. Y., Putri, R. M., & Tizardi, T. (2022). *The Office Workers' Readiness Level To Inhabit In A Vertical Residential Co Living Concept In Medan, Indonesia*.
- Lubis, K. (2005). *Teknik Pengelolaan Sampah*.
- Barky, N. Y. (2023). *Perancangan Football Training Camp PSMS Medan dengan Tema Arsitektur Post Modern (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Lubis, K., & Rangkuti, N. M. (2020). *The Evaluation and Calculation of Hotmix Pavement Thickness at Dolok Sanggul Silimbat Road Section in North Tapanuli Districts (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Barky, N. Y. (2006). *Showroom PT Astra Daihatsu di Medan*.
- Lubis, K. (2011). *Pengaruh Tekanan Air Pori Terhadap Tegangan Regangan Pada Tanah Elastoplastis*.
- Rangkuti, N. M., & Lubis, K. (2020). *Evaluasi Dimensi dan Kinerja Drainase Kawasan Perkantoran Aceh Tamiang Kuala Simpang (Studi Kasus) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Lubis, K. (2008). *Sistem Transportasi Berkalanjutan Di Perkotaan*.
- Rangkuti, N. M. (2020). *Evaluasi Kinerja Pintu dan Tingkat Pelayanan (Studi Kasus: GERbang Tol Teluk Mengkudu, Kab. Serdang Bedagai Sumatera Utara) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Saraswaty, R., Barky, N. Y., & Banjarnahor, M. (2021). *Pola Pengembangan Perumahan dan Pemukiman di Kota Medan*.
- Lubis, K. (2007). *Pengaruh Pematatan Tanah Terhadap karakteristik Tanah*.
- 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*.
- Rangkuti, N. M. (2013). *Laporan kerja Praktek Pada Proyek Pembangunan Jembatan Sei Dalu Dalu Indrapura Kab. Batubara*.
- Lubis, K. (2006). *Sistem Penyediaan Sarana Air Bersih di Perumahan*.
- Lubis, K. (2018). *Panduan Praktikum Survey & Pemetaan*.
- Maulana, S. (2016). *Peningkatan Kenyamanan Termal Ruang Melalui Perbaikan Kinerja Ventilasi Satu Sisi pada Rumah Deret Tipe 45 di Medan*.
- Rangkuti, N. M., & Lubis, K. (2020). *Evaluasi Dimensi dan Kinerja Drainase Kawasan Perkantoran Aceh Tamiang Kuala Simpang (Studi Kasus) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Maulana, S. (2007). *Perencanaan dan Perancangan Bangunan Publik Untuk Komunitas Tertentu*.
- Saraswaty, R. (2019). *Laporan Kerja Praktek I Pengawasan Pekerjaan Kolom (Dudukan Kubah Gapura) Masjid Agung Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Arifin, Z., & Lubis, K. (2004). *Karakteristik Angkutan Taksi Di Kota Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Lubis, K. (2010). *Analisa Faktor-Faktor Motivasi Tenaga Ahli Pada Perusahaan Konsultan Konstruksi*.

- Lubis, K. (2005). *Stabilisasi Tanah Lempung Ekspansif Dengan Menggunakan Pasir dan Cangkang Kerang*.
- Rangkuti, N. M. (2007). *Daur Ulang Beton Bekas Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Beton (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Maulana, S. (2007). *Peranan Teknologi Bahan Terhadap Struktur dan Bentuk Bangunan*.
- Junaidi, A., & Syarif, Y. (2011). *Analisis Motor Induksi Satu Fasa Kapasitor Start Dengan Teori Medan Putar Ganda (Aplikasi pada Laboratorium Teknik Elektro Growth Centre) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Lubis, K. (2008). *Analisa Pengaruh Susunan Butiran Agregat Campuran (Fineness Modulus) Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Faktor Air Semen 0.55 dan 0.60*.
- Budiani, I. T., & Barky, N. Y. (2012). *Pengaruh Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Nelayan Terhadap Lingkungan Perumahan Nelayan di Desa Lalang dan Desa Medang Kecamatan Medang Deras Kabupaten Batubara*.
- Harahap, U., & Syarif, Y. (2009). *Sistem Kontrol Mesin Es Tube PT Central Windu Sejati*.
- Hutagaol, A., & Barky, N. Y. (2006). *Laporan Perancangan dan Perencanaan Arsitektur Stadion Sepak Bola di Medan Tema Arsitektur High Tech*.
- Lubis, K. (2003). *Pengaruh Bahan Tambahan Serbuk Kayu Terhadap Keretakan Beton*.
- Lubis, K., & Ardan, M. (2013). *Evaluasi Perhitungan Dinding Penahan Tanah Type Kantilever dengan Menggunakan Metode Rangkine*.