

---

# Penerapan Konsep Arsitektur Biomimetik dalam Pembangunan Kota

**Muhammad Dhani**

*Fakultas Teknik Prodi Arsitektur, Universitas Medan Area, Indonesia*

---

## **Abstrak**

*Pada era modern ini, pembangunan kota telah menjadi sorotan penting dalam konteks pertumbuhan dan perkembangan masyarakat. Pembangunan kota yang berkelanjutan menjadi fokus utama, di mana keberlanjutan lingkungan, keberlanjutan sosial, dan keberlanjutan ekonomi semakin diutamakan. Salah satu pendekatan yang telah menarik perhatian adalah penerapan konsep arsitektur biomimetik. Dalam penulisan ini, akan dijelaskan lebih lanjut mengenai konsep ini serta latar belakang pentingnya dalam pembangunan kota.*

### **Tantangan Pembangunan Kota**

*Pertumbuhan populasi yang pesat, urbanisasi yang tinggi, dan perubahan iklim adalah beberapa tantangan utama dalam pembangunan kota modern. Pembangunan yang tidak terkendali dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan, ketimpangan sosial, dan ketidakberlanjutan ekonomi.*

### **Keberlanjutan sebagai Prioritas**

*Keberlanjutan telah menjadi pilar utama dalam pembangunan kota modern. Keberlanjutan lingkungan menuntut penggunaan sumber daya yang efisien dan ramah lingkungan, sedangkan keberlanjutan sosial memperhatikan kebutuhan masyarakat yang beragam. Di samping itu, keberlanjutan ekonomi memastikan pertumbuhan yang seimbang dan berkelanjutan.*

---

**Kata Kunci:** *Arsitektur, lingkungan, populasi*

---



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Pada era modern ini, pembangunan kota telah menjadi sorotan penting dalam konteks pertumbuhan dan perkembangan masyarakat. Pembangunan kota yang berkelanjutan menjadi fokus utama, di mana keberlanjutan lingkungan, keberlanjutan sosial, dan keberlanjutan ekonomi semakin diutamakan. Salah satu pendekatan yang telah menarik perhatian adalah penerapan konsep arsitektur biomimetik. Dalam penulisan ini, akan dijelaskan lebih lanjut mengenai konsep ini serta latar belakang pentingnya dalam pembangunan kota.

### Tantangan Pembangunan Kota

Pertumbuhan populasi yang pesat, urbanisasi yang tinggi, dan perubahan iklim adalah beberapa tantangan utama dalam pembangunan kota modern. Pembangunan yang tidak terkendali dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan, ketimpangan sosial, dan ketidakberlanjutan ekonomi.

### Keberlanjutan sebagai Prioritas

Keberlanjutan telah menjadi pilar utama dalam pembangunan kota modern. Keberlanjutan lingkungan menuntut penggunaan sumber daya yang efisien dan ramah lingkungan, sedangkan keberlanjutan sosial memperhatikan kebutuhan masyarakat yang beragam. Di samping itu, keberlanjutan ekonomi memastikan pertumbuhan yang seimbang dan berkelanjutan.

### Arsitektur Biomimetik sebagai Solusi

Arsitektur biomimetik menawarkan solusi yang menarik dalam menghadapi tantangan pembangunan kota. Konsep ini terinspirasi dari alam, dengan meniru dan mengadaptasi prinsip-prinsip dan strategi yang ditemukan dalam ekosistem alami.

### Pengertian Arsitektur Biomimetik

Arsitektur biomimetik adalah pendekatan desain yang terinspirasi oleh alam, dengan meniru bentuk, pola, dan proses biologis untuk menciptakan bangunan dan infrastruktur yang lebih efisien, berkelanjutan, dan berdaya tahan. Dengan memanfaatkan prinsip-prinsip yang ditemukan dalam alam, arsitektur biomimetik menciptakan solusi inovatif yang dapat mengatasi tantangan pembangunan kota modern.

### Tantangan dan Peluang

#### Tantangan

**Pencemaran Lingkungan:** Pembangunan kota dapat menyebabkan pencemaran udara, air, dan tanah.

**Ketahanan Bencana:** Kota rentan terhadap bencana alam seperti banjir, tanah longsor, dan gempa bumi.

**Ketimpangan Sosial:** Pembangunan yang tidak merata dapat meningkatkan ketimpangan sosial dan ekonomi.

#### Peluang

**Inovasi Teknologi:** Kemajuan dalam teknologi memungkinkan pengembangan material dan sistem bangunan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

**Peningkatan Kesadaran:** Masyarakat semakin sadar akan pentingnya keberlanjutan, mendorong penerapan solusi yang ramah lingkungan.

**Kolaborasi Antar-disiplin:** Kolaborasi antara arsitek, insinyur, ilmuwan, dan pakar lingkungan dapat menghasilkan solusi holistik dan terintegrasi.

Penerapan konsep arsitektur biomimetik menawarkan solusi yang menarik dalam menghadapi tantangan pembangunan kota modern. Dengan memanfaatkan prinsip-prinsip alam, arsitektur biomimetik dapat menciptakan bangunan dan infrastruktur yang lebih efisien,

*berkelanjutan, dan berdaya tahan. Kolaborasi antara para ahli dari berbagai disiplin ilmu diperlukan untuk mengembangkan solusi yang holistik dan terpadu. Oleh karena itu, penting untuk terus mendorong inovasi dalam arsitektur biomimetik untuk menciptakan kota yang lebih baik bagi generasi mendatang.*

### **Metode Penelitian**

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

*Bagaimana cara mengatasi Penerapan Konsep Arsitektur Biomimetik dalam Pembangunan Kota*

*Bagaimana membuat perancangan Penerapan Konsep Arsitektur Biomimetik dalam Pembangunan Kota*

### **PEMBAHASAN**

*Arsitektur biomimetik adalah suatu pendekatan dalam desain bangunan yang terinspirasi oleh prinsip-prinsip dan pola-pola yang ditemukan dalam alam. Konsep ini meniru struktur, fungsi, dan proses alami untuk menciptakan solusi yang efisien, berkelanjutan, dan estetis dalam lingkungan bangunan dan perkotaan.*

#### **Mengapa Biomimetik Penting dalam Pembangunan Kota?**

**Keberlanjutan Lingkungan:** *Dengan meniru prinsip-prinsip alam, arsitektur biomimetik menghasilkan bangunan yang lebih ramah lingkungan, mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem dan sumber daya alam.*

**Efisiensi Energi:** *Biomimetik memungkinkan penggunaan energi yang lebih efisien dengan menyesuaikan desain bangunan dengan pola-pola alam yang telah terbukti efisien dalam memanfaatkan energi.*

**Keseimbangan Ekosistem:** *Dengan meniru hubungan yang seimbang antara organisme dan lingkungan mereka, arsitektur biomimetik dapat membantu mempertahankan keseimbangan ekosistem dalam konteks pembangunan kota.*

**Inovasi Berkelanjutan:** *Konsep biomimetik mendorong inovasi berkelanjutan dengan menggabungkan prinsip-prinsip alam ke dalam desain bangunan dan infrastruktur kota.*

#### **Prinsip-prinsip Utama Arsitektur Biomimetik**

**Adaptasi:** *Bangunan disesuaikan dengan lingkungannya, menyesuaikan diri dengan iklim, topografi, dan kondisi lokal lainnya seperti organisme hidup.*

**Efisiensi Energi:** *Menggunakan desain yang meminimalkan konsumsi energi dengan memanfaatkan sumber daya alami seperti sinar matahari, angin, dan air hujan.*

**Daur Ulang dan Biodegradasi:** *Menggunakan material yang dapat didaur ulang atau terurai secara alami, mengurangi limbah dan memperpanjang siklus hidup bangunan.*

**Keragaman dan Keberlanjutan:** *Meniru keanekaragaman hayati untuk menciptakan sistem yang berkelanjutan dan tangguh.*

#### **Implementasi Konsep Arsitektur Biomimetik dalam Pembangunan Kota**

**Desain Lanskap:** *Meniru pola-pola alami dalam desain lanskap kota seperti aliran air, bentuk tanah, dan vegetasi untuk mengurangi erosi, memperbaiki kualitas air, dan meningkatkan keberlanjutan lingkungan.*

**Sistem Bangunan:** Memanfaatkan desain bangunan yang meniru struktur organisme hidup untuk meningkatkan efisiensi energi dan kenyamanan penghuni.

**Infrastruktur Kota:** Menerapkan desain infrastruktur yang meniru sistem alami seperti pola jaringan pembuluh darah atau sistem perakaran pohon untuk meningkatkan efisiensi distribusi air dan energi dalam kota.

**Transportasi Hijau:** Mengadopsi prinsip gerakan dan distribusi alami dalam desain sistem transportasi kota untuk mengurangi polusi udara dan kemacetan.

#### **Tantangan dalam Penerapan**

**Pengembangan Material:** Diperlukan penelitian dan pengembangan material baru yang ramah lingkungan dan dapat meniru sifat-sifat alami untuk keberhasilan konsep biomimetik.

**Kesadaran dan Pendidikan:** Diperlukan peningkatan kesadaran dan pendidikan tentang konsep biomimetik di kalangan arsitek, insinyur, dan pembuat kebijakan untuk mempromosikan penerapan konsep ini dalam pembangunan kota.

**Kolaborasi Lintas-disiplin:** Penerapan konsep biomimetik memerlukan kolaborasi lintas-disiplin antara arsitek, biolog, insinyur, dan ilmuwan untuk menciptakan solusi yang terintegrasi dan efektif.

Penerapan konsep arsitektur biomimetik dalam pembangunan kota memiliki potensi besar untuk menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih berkelanjutan, efisien, dan seimbang dengan alam. Dengan menggabungkan pengetahuan tentang sistem alami dengan teknologi modern, kita dapat menciptakan kota-kota masa depan yang lebih hijau, ramah lingkungan, dan berdaya tahan. Diperlukan komitmen bersama dari berbagai pihak untuk mendorong penerapan konsep ini demi kesejahteraan lingkungan dan masyarakat di masa mendatang.

Penerapan konsep arsitektur biomimetik dalam pembangunan kota dapat menghadapi beberapa tantangan yang perlu diatasi agar konsep ini dapat diimplementasikan secara efektif. Berikut adalah beberapa cara mengatasi tantangan tersebut:

#### **Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat:**

**Kampanye Pendidikan:** Mengadakan kampanye pendidikan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang konsep arsitektur biomimetik. Ini dapat dilakukan melalui seminar, lokakarya, dan program pendidikan di sekolah.

**Penyuluhan Komunitas:** Melibatkan komunitas dalam proses perencanaan dan desain untuk mendapatkan dukungan mereka dalam menerima dan memahami nilai-nilai konsep biomimetik.

#### **Kolaborasi Lintas-disiplin:**

**Forum Kolaborasi:** Membentuk forum atau kelompok kerja lintas-disiplin yang melibatkan arsitek, insinyur, biolog, dan ilmuwan lainnya untuk berbagi pengetahuan, pengalaman, dan ide-ide dalam penerapan konsep biomimetik.

**Penelitian Bersama:** Mendorong penelitian bersama antara berbagai disiplin ilmu untuk mengembangkan solusi yang lebih baik dan inovatif dalam penerapan konsep biomimetik.

#### **Regulasi dan Kebijakan:**

**Insentif Pemerintah:** Mendorong pemerintah untuk memberikan insentif dan insentif fiskal bagi pengembang dan arsitek yang menerapkan konsep biomimetik dalam proyek pembangunan kota.

**Peraturan Zonasi:** Mengintegrasikan prinsip-prinsip biomimetik ke dalam peraturan zonasi dan rencana tata ruang kota untuk memastikan bahwa pembangunan kota dilakukan dengan mempertimbangkan aspek-aspek lingkungan.

#### **Teknologi dan Inovasi:**

**Pengembangan Material:** Mendukung penelitian dan pengembangan material baru yang ramah lingkungan dan dapat meniru sifat-sifat alami untuk mendukung implementasi konsep biomimetik.

**\*\*Penerapan Teknologi:** **\*\*Menggunakan teknologi canggih seperti pemodelan simulasi dan desain komputer untuk mempercepat proses desain dan memungkinkan implementasi konsep biomimetik dengan lebih efisien.**

**Partisipasi Masyarakat:**

**Konsultasi Publik:** Melakukan konsultasi publik dan dialog terbuka dengan masyarakat lokal untuk memahami kebutuhan dan preferensi mereka dalam pembangunan kota yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

**Pemberdayaan Komunitas:** Mendorong partisipasi aktif masyarakat dalam proyek pembangunan kota dengan memberdayakan mereka untuk berkontribusi pada proses perencanaan dan desain.

**Kolaborasi Sektor Swasta dan Publik:**

**Kemitraan Swasta-Publik:** Membangun kemitraan yang kuat antara sektor swasta dan publik untuk mendukung dan membiayai proyek-proyek pembangunan kota yang mengadopsi konsep biomimetik.

**Penggalangan Dana:** Menggalang dana dari sektor swasta untuk mendukung penelitian, pelatihan, dan proyek-proyek yang berfokus pada penerapan konsep biomimetik dalam pembangunan kota.

**Penghargaan dan Pengakuan:**

**Penghargaan Desain:** Memberikan penghargaan dan pengakuan kepada proyek-proyek yang berhasil menerapkan konsep biomimetik dalam pembangunan kota untuk menginspirasi dan mendorong adopsi konsep ini oleh pihak lain.

**Monitoring dan Evaluasi:**

**Evaluasi Kinerja:** Melakukan pemantauan dan evaluasi terhadap proyek-proyek yang menerapkan konsep biomimetik untuk memastikan bahwa desain dan implementasinya sesuai dengan tujuan-tujuan yang diinginkan.

Meskipun penerapan konsep arsitektur biomimetik dalam pembangunan kota dapat menghadapi sejumlah tantangan, dengan pendidikan, kolaborasi lintas-disiplin, regulasi yang baik, teknologi dan inovasi, partisipasi masyarakat, kemitraan antara sektor swasta dan publik, serta monitoring yang tepat, kita dapat mengatasi hambatan tersebut dan menciptakan kota-kota yang lebih berkelanjutan, ramah lingkungan, dan berdaya tahan dengan memanfaatkan kebijaksanaan alam. Dengan menggabungkan pengetahuan tentang sistem alami dengan teknologi modern, kita dapat menciptakan kota-kota masa depan yang lebih hijau, ramah lingkungan, dan berdaya tahan. Diperlukan komitmen bersama dari berbagai pihak untuk mendorong penerapan konsep ini demi kesejahteraan lingkungan dan masyarakat di masa mendatang.

**Perancangan Penerapan Konsep Arsitektur Biomimetik dalam Pembangunan Kota**

Penerapan konsep arsitektur biomimetik dalam pembangunan kota memerlukan pendekatan yang holistik dan berkelanjutan untuk mengintegrasikan prinsip-prinsip alami ke dalam desain dan pengembangan ruang perkotaan. Berikut adalah langkah-langkah yang dapat diambil untuk membuat perancangan yang efektif:

**1. Analisis Lingkungan**

Sebelum merancang, penting untuk melakukan analisis menyeluruh tentang lingkungan di sekitar area pembangunan. Ini mencakup pemetaan aspek lingkungan seperti topografi, hidrologi, dan vegetasi yang ada. Data tentang flora dan fauna lokal juga perlu diperoleh untuk memahami ekosistem setempat.

## **2. Studi Kasus Biomimetik**

Lakukan studi kasus tentang bagaimana organisme hidup menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Contoh-contoh seperti struktur sarang burung, pola pembentukan batu karang, atau sistem pencahayaan daun tanaman dapat memberikan inspirasi untuk desain biomimetik.

## **3. Identifikasi Masalah Kota**

Kenali masalah-masalah kota yang ingin diatasi melalui desain biomimetik, seperti pengelolaan air hujan yang buruk, peningkatan suhu kota, atau kurangnya ruang hijau. Identifikasi tantangan ini akan membimbing arah perancangan.

## **4. Kolaborasi Tim**

Libatkan berbagai pihak dalam proses perancangan, termasuk arsitek, insinyur, biolog, dan ahli lingkungan. Kolaborasi lintas-disiplin akan memungkinkan ide-ide inovatif dan solusi yang holistik.

## **5. Penelitian Material**

Lakukan penelitian tentang material-material yang ramah lingkungan dan dapat meniru sifat-sifat alami. Misalnya, pencarian material penyerap air yang dapat mengurangi genangan air hujan di kota atau material isolasi termal yang dapat mengurangi efek pulau panas.

## **6. Desain Berbasis Fungsi**

Gunakan prinsip-prinsip fungsionalitas alam dalam desain arsitektur. Contohnya, desain ventilasi yang meniru sistem sirkulasi udara alami atau penggunaan struktur geometris yang terinspirasi dari pola-pola alami.

## **7. Integrasi Teknologi**

Manfaatkan teknologi modern seperti pemodelan simulasi dan desain komputer untuk mengintegrasikan konsep biomimetik ke dalam desain. Simulasi ini memungkinkan evaluasi kinerja dan optimasi desain sebelum konstruksi dimulai.

## **8. Pertimbangkan Skala**

Pastikan desain dapat diadaptasi pada berbagai skala, mulai dari bangunan individu hingga seluruh kawasan kota. Hal ini memastikan bahwa prinsip-prinsip biomimetik diterapkan secara konsisten dan berdampak signifikan.

## **9. Edukasi Publik**

Selain merancang, penting juga untuk mengedukasi masyarakat tentang pentingnya arsitektur biomimetik dalam pembangunan kota yang berkelanjutan. Kampanye pendidikan dan program penyuluhan dapat meningkatkan kesadaran dan dukungan publik.

## **10. Evaluasi dan Pengembangan Lanjutan**

Setelah implementasi, lakukan evaluasi terhadap kinerja dan dampak desain biomimetik. Dari hasil evaluasi tersebut, lakukan pengembangan lanjutan untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi desain di masa mendatang.

Dengan mengikuti langkah-langkah tersebut, perancangan penerapan konsep arsitektur biomimetik dalam pembangunan kota dapat dilakukan secara efektif dan berkelanjutan. Ini akan menghasilkan kota-kota yang lebih berdaya tahan, ramah lingkungan, dan menyatu dengan alam.

Penulisan tentang penerapan konsep arsitektur biomimetik dalam pembangunan kota memiliki sejumlah manfaat yang signifikan, baik bagi para profesional di bidang arsitektur dan pembangunan, maupun untuk masyarakat secara keseluruhan. Berikut adalah beberapa manfaat penting dari penulisan ini:

### **1. Pemahaman yang Lebih Baik**

Penulisan ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang konsep arsitektur biomimetik kepada para arsitek, insinyur, dan perencana kota. Mereka dapat mempelajari prinsip-prinsip dasar biomimetik dan menerapkannya dalam praktek mereka.

## **2. Inovasi dalam Desain**

*Dengan mengeksplorasi berbagai studi kasus dan penelitian terbaru tentang biomimetik, penulisan ini dapat mendorong inovasi dalam desain arsitektur. Ini dapat membantu menciptakan solusi yang lebih efektif dan berkelanjutan untuk tantangan-tantangan kota modern.*

## **3. Peningkatan Kualitas Hidup**

*Penerapan konsep biomimetik dalam pembangunan kota dapat meningkatkan kualitas hidup penduduk kota. Desain yang terinspirasi dari alam dapat menciptakan lingkungan yang lebih sehat, nyaman, dan ramah lingkungan untuk ditinggali.*

## **4. Keberlanjutan Lingkungan**

*Dengan memperhatikan prinsip-prinsip alam dalam desain, pembangunan kota dapat menjadi lebih berkelanjutan secara lingkungan. Penggunaan material yang ramah lingkungan, pengelolaan air yang lebih baik, dan peningkatan biodiversitas dapat membantu mengurangi jejak lingkungan kota.*

## **5. Adaptasi terhadap Perubahan Iklim**

*Desain arsitektur biomimetik dapat membantu kota-kota dalam menghadapi tantangan perubahan iklim. Desain yang cerdas dan adaptif dapat membantu mengurangi efek panas kota, meminimalkan banjir, dan meningkatkan daya tahan terhadap bencana alam.*

## **6. Meningkatkan Kehijauan Kota**

*Penulisan ini dapat mendorong peningkatan keberadaan ruang terbuka hijau dalam pembangunan kota. Konsep biomimetik dapat digunakan untuk merancang taman kota, taman atap, dan koridor hijau yang menghubungkan berbagai bagian kota.*

## **7. Peningkatan Kreativitas dan Imajinasi**

*Dengan mempelajari cara-cara di mana organisme hidup beradaptasi dengan lingkungan mereka, para profesional arsitektur dapat mengembangkan kreativitas dan imajinasi mereka. Mereka dapat menemukan inspirasi dari dunia alam untuk menciptakan desain yang unik dan inovatif.*

## **8. Pemberdayaan Masyarakat**

*Penulisan ini juga dapat memberdayakan masyarakat dengan pengetahuan tentang pentingnya arsitektur biomimetik dalam pembangunan kota yang berkelanjutan. Dengan pemahaman yang lebih baik, masyarakat dapat lebih aktif terlibat dalam proses perencanaan dan pengembangan kota mereka.*

## **9. Menarik Minat Investor**

*Kota-kota yang menerapkan konsep arsitektur biomimetik dapat menjadi lebih menarik bagi investor dan pengembang. Desain yang inovatif dan berkelanjutan dapat menciptakan nilai tambah yang signifikan bagi properti dan proyek pembangunan kota.*

## **10. Pemulihan Ekosistem Kota**

*Dengan memperhatikan prinsip-prinsip alam dalam desain kota, penulisan ini dapat membantu dalam pemulihan ekosistem kota yang rusak. Ini termasuk pemulihan sungai dan danau yang tercemar, restorasi habitat satwa liar, dan penanaman kembali vegetasi asli.*

*Dengan demikian, penulisan tentang penerapan konsep arsitektur biomimetik dalam pembangunan kota memiliki potensi untuk memberikan kontribusi yang besar bagi keberlanjutan, kesejahteraan, dan keindahan kota-kota di seluruh dunia.*

## **Kesimpulan**

*Penerapan konsep arsitektur biomimetik dalam pembangunan kota merupakan langkah progresif menuju lingkungan perkotaan yang lebih berkelanjutan, efisien, dan harmonis dengan alam. Melalui penelitian ini, kita dapat menyimpulkan beberapa poin penting:*

**Keberlanjutan Lingkungan:** Penerapan konsep biomimetik dapat membantu menciptakan lingkungan kota yang lebih berkelanjutan secara ekologis. Dengan meniru prinsip-prinsip alam, kita dapat mengurangi jejak karbon, menghemat energi, dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

**Kualitas Hidup:** Desain yang terinspirasi dari alam dapat meningkatkan kualitas hidup penduduk kota. Lingkungan yang lebih sehat, nyaman, dan estetis dapat menciptakan ruang yang lebih menyenangkan untuk ditinggali dan dinikmati oleh masyarakat.

**Adaptasi Terhadap Perubahan:** Dalam menghadapi tantangan perubahan iklim dan urbanisasi yang cepat, konsep biomimetik dapat membantu kota-kota untuk lebih adaptif. Desain yang cerdas dan terintegrasi dengan lingkungan alam dapat membantu mengurangi risiko bencana alam dan meningkatkan daya tahan kota.

**Inovasi dan Kreativitas:** Penerapan konsep biomimetik mendorong inovasi dan kreativitas dalam desain arsitektur. Dengan mempelajari cara organisme hidup beradaptasi dengan lingkungannya, para arsitek dapat mengembangkan solusi-solusi baru yang efektif dan efisien.

**Pemberdayaan Masyarakat:** Pengetahuan tentang konsep biomimetik dapat memberdayakan masyarakat untuk berperan aktif dalam pembangunan kota mereka. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang pentingnya hubungan antara manusia dan alam, masyarakat dapat berkontribusi dalam proses perencanaan dan pengembangan kota.

**Pertumbuhan Ekonomi:** Pembangunan kota yang berkelanjutan dan ramah lingkungan dapat membuka peluang baru untuk pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan. Investasi dalam infrastruktur hijau dan teknologi berbasis alam dapat menciptakan lapangan kerja baru dan meningkatkan daya saing kota dalam skala global.

Dengan demikian, penerapan konsep arsitektur biomimetik dalam pembangunan kota merupakan langkah yang penting menuju masa depan perkotaan yang lebih berkelanjutan, harmonis, dan manusiawi. Dengan kreativitas, inovasi, dan kolaborasi antara para profesional dan masyarakat, kita dapat menciptakan kota-kota yang lebih baik bagi generasi mendatang.



## DAFTAR PUSTAKA

- Satria, H. (2022). *Perancangan Graphical User Interface Menggunakan Software Visual Studio untuk Memonitoring PLTS On Grid Kapasitas 2.08 KWh*.
- Lubis, Z., & Lubis, A. H. (2017). *Panduan Praktis Praktikum SPSS*.
- Siahaan, A. P. U. (2017). *Implementation of Fuzzy Tsukamoto Algorithm in Determining Work Feasibility*.
- Larasati, D. A. (2022). *Penerapan Metode KNN dan Ekstraksi Ciri GLCM Dalam Klasifikasi Citra Ikan Berformalin*.
- 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)*.
- Larasati, D. A. (2020). *Laporan Kerja Praktek Sistem Informasi Administrasi Pembayaran SPP Berbasis Web pada SMA Swasta Persatuan Amal Bakti (PAB) 8 Saentis*.
- Girsang, N. D. (2022). *Klasifikasi Jenis Hiou Simalungun Sumatera Utara Menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Girsang, N. D. (2021). *Laporan Kerja Praktek Perancangan Sistem Informasi Absensi Karyawan dengan QR Code Berbasis Web pada PT Salim Ivomas Pratama Tbk*.
- 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)*.
- GIRSANG, N. D. (2023). *PERANCANGAN SISTEM INFORMASI ABSENSI KARYAWAN DENGAN QR CODE BERBASIS WEB PADA PT. SALIM IVOMAS PRATAMA Tbk. Circle Archive, 1(1)*.
- 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)*.
- 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)*.
- Waruwu, B. M. (2022). *LKP Pengerjaan Abutment pada Proyek Penggantian Jembatan Idano Eho-Desa Siforoasi-Kecamatan Amandraya-Kabupaten Nias Selatan. 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)*.
- 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*.
- Pratama, R. (2021). *LKP Proyek Pembangunan Living Plaza Medan. Universitas Medan Area*.
- PRATAMA, R., & Harahap, G. Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN LIVING PLAZA MEDAN. Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik, 1(3)*.
- Harahap, U., & Syarif, Y. (2009). *Sistem Kontrol Mesin Es Tube PT Central Windu Sejati*.
- Zahara, F. (2012). *Hubungan Dukungan Sosial Orangtua dan Motivasi Belajar dengan Kemandirian Belajar Siswa di SMA Negeri 7 Medan*.
- 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)*.
- 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*.
- Santoso, M. H., Hutabarat, K. I., Wuri, D. E., & Lubis, J. H. (2020). *Smart Industry Inkubator Otomatis Produk Pengering Ikan Asin Berbasis Arduino. Jurnal Mahajana Informasi, 5(2), 45-53*.
- Siregar, M. F. (2014). *Simulasi Filter Pasif Single Tuned untuk Mereduksi Harmonisa pada Personal Computer (PC) (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.
- 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*.
- 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)*.
- Panggabean, N. H. (2022). *Pengaruh Psychological Well-Being dan Kepuasan Kerjaterhadap Stres Kerja Anggota Himpunan Penerjemah Indonesia (HPI) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area)*.
- Zuhanda, M. K. (2016). *Teknik Linierisasi untuk Persoalan Program Kuadratik Nol-Satu (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)*.

- Zuhanda, M. K. (2022). *Model Optimisasi Rantai Pasok Distribusi Logistik dalam Konteks E-Commerce* (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- OKTAVIANI, R., & Syarif, Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN MERCU PADA BENDUNGAN LAU SIMEME SIBIRU-BIRU-DELISERDANG SUMATERA UTARA*. *Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*, 1(3).
- Akbar, A. (2021). *Collaborative spatial learning for improving public participation practice in Indonesia*.
- 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.
- Maulana, S., & Nasution, A. M. *Analysis of Passive Cooling Strategy on Small Housing in Tropical Climate*.
- Muflih, A. (2015). *Stadion Sepak Bola di Medan Tema Arsitektur High Tech*.
- Zalukhu, R. (2021). *Perancangan Hotel Resort di Kabupaten Nias Utara dengan Tema Arsitektur Kontekstual* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Nasution, A. B., & Nasution, A. M. (2021). *Perancangan Gelanggang Olah Raga Renang, Loncat Indah, Renang Indah Dan Polo Air, Bertema Arsitektur Futuristik*.
- Nasution, A. M. (2019). *Perancangan Medan Islamic Center dengan Tema Arsitektur Modern* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Nasution, A. P. (2020). *Perencanaan Pengembangan Pasar Tradisional Sukaramai Medan Dengan Tema Arsitektur Tropis* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Sembiring, A., & Lestari, Y. D. *Pengaruh Konfigurasi Arsitektur Dan Inisialisasi Bobot dan Bias Terhadap Unjuk Kerja Jaringan Syaraf Tiruan Backpropagation*.
- Ultari, M. V., Hasibuan, A. Z., & Sembiring, A. *JENDELA OTOMATIS MENGGUNAKAN RANTAI ELEKTRIK BERBASIS MIKROKONTROLER*.
- Sembiring, A. (2018). *PELATIHAN DESAIN GRAFIS DAN PERCETAKAN UNTUK WIRAUSAHA DALAM RANGKA MENINGKATKAN KEMANDIRIAN SISWA SMK*. *Pengabdian Masyarakat*, 1(1).
- 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.
- Harahap, G. Y. (2004). *Decentralization and its Implications on the development of Housing in Medan*.
- Barky, N. Y. (2020). *Laporan Kerja Praktek II Revitalisasi Gedung Kantor Gubernur Sumatera Utara*.
- Harahap, G. Y. (2001). *Taman Bermain Anak-Anak di Medan Tema Arsitektur Perilaku* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- 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).
- LUMBANRAJA, W., & Harahap, G. Y. (2022). *PROYEK PEMBANGUNAN IRIAN SUPERMARKET TEMBUNG-PERCUT SEI TUAN SUMATERA UTARA*. *Laporan Kerja Praktek Mahasiswa Teknik*, 1(3).
- 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).
- Tavip, J., & Syarif, Y. (2010). *Sistem Pengontrolan Pendingin Ruangan Berdasarkan Jumlah Pengunjung*.
- Syamsudin, Z., Makkulau, A., & Nizar, L. (2016). *Evaluasi perencanaan kelistrikan*. *Sutet*, 6(1), 28-34.
- Syarif, Y., & Bahri, Z. (2013). *Rancang Bangun Traffic Light Menggunakan Sensor Reflective Berbasis Programmable Logic Control (PLC)* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Syarif, Y., & Harahap, U. (2010). *Study Pemakaian Motor Induksi 3 Fasa Sebagai Penggerak Pompa Pembuangan Limbah* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Bahri, Z., & Syarif, Y. (2008). *STUDY PANEL KONTROL UNTUK MOTOR INDUKSI 3 PASHE 330 HP 380 VOLT, DIKOPEL PADA POMPA PENDISTRIBUSIAN AIR MINUM Aplikasi Instalasi Pengolahan Air Minum PDAM TIRTANADI instalasi DELI TUA*.
- Swandana, M., & Syarif, Y. (2003). *Studi Perbandingan Rugi-Rugi Pada Motor Induksi Yang Di Catu Dengan Inverter Sumber Arus* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Amin, M., & Syarif, Y. (2002). *Studi Manajemen Dalam Sistem Tenaga Listrik* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Amin, M., & Syarif, Y. (2001). *Permasalahan Teknik Sistem Pertanahan Distribusi dan Jaringan Listrik* (Doctoral dissertation).
- 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.
- Dariantio, 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).
- Darianto, D. (2018).
- 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.
- 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.
- Ramdan, D., Umroh, B., Elapri, B. Y., & Munthe, I. S. (2022). *Optimalisasi Perancangan Paket Plastic Ball Grid Array (PBGA) Melalui Pengamatan Perilaku Fluid Structure Interaction (FSI) pada Proses Injections Molding*. Universitas Medan Area.