

PENERAPAN ARSITEKTUR BIOKLIMATIK PADA POLITEKNIK PASER: EFISIENSI ENERGI BERBASIS *SOFTWARE* EDGE

Afifah Sri Astuti

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
d300220155@ums.student.ac.id

Suryaning Setyowati

Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Ss207@ums.ac.id

ABSTRAK

*Penerapan arsitektur bioklimatik merupakan pendekatan penting dalam menjawab isu efisiensi energi dan keberlanjutan di wilayah iklim tropis. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja desain eksisting Politeknik Kabupaten Paser, Kalimantan Timur, berdasarkan prinsip arsitektur bioklimatik serta merumuskan rekomendasi desain yang lebih responsif terhadap kondisi iklim lokal. Penelitian ini menggunakan observasi lapangan untuk mengidentifikasi kondisi eksisting bangunan dan analisis memanfaatkan *software* EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies) guna mengukur efisiensi energi. Hasil menunjukkan bahwa desain saat ini belum sepenuhnya mendukung efisiensi energi secara optimal, ditandai dengan orientasi bangunan belum akurat, minimnya ventilasi silang, serta keterbatasan integrasi ruang hijau. Namun, alternatif desain baru mampu meningkatkan efisiensi energi pada bangunan hingga 50,98% dan mendapat sertifikasi EDGE Advanced. Selain itu, pemanfaatan material lokal beremisi karbon rendah seperti bambu dan kayu ulin, berpotensi memperkuat strategi keberlanjutan bangunan. Penelitian ini menegaskan bahwa pendekatan desain bioklimatik berbasis simulasi kinerja energi dan potensi lokal mampu meningkatkan kualitas lingkungan, kenyamanan, serta efisiensi bangunan pendidikan.*

KEYWORDS:

Arsitektur Bioklimatik; Efisiensi Energi; Material Lokal

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Arsitektur bioklimatik dikenal sebagai *“the art of building in harmony with the climate”* atau seni membangun yang selaras dengan iklim, menurut arsitek David (Gailard, 2024). Desain bioklimatik memaksimalkan potensi alam maupun lingkungan sekitar untuk mewujudkan sebuah bangunan berkelanjutan. Wujud bangunan juga harus membaur dengan keseluruhan kawasan sekeliling. Singkatnya, arsitektur bioklimatik mengacu pada desain bangunan yang memaksimalkan pemanfaatan sumber daya alam untuk meningkatkan efisiensi energi.

Dalam lingkup pendidikan, pertumbuhan Perguruan Tinggi di Indonesia menunjukkan peningkatan jumlah yang signifikan. Badan Pusat Statistik Indonesia, mencantumkan

jumlah Perguruan Tinggi swasta maupun negeri sebanyak 2.937 pada tahun 2024. Tentu saja, angka sebanyak ini menuntut penggunaan energi lebih banyak. Penggunaan teknologi inovatif selama pembelajaran masih mengonsumsi material secara berlebihan hingga mengeluarkan emisi polutan berbahaya (Abergel, 2017).

Politeknik merupakan bagian dari sistem pendidikan nasional di Indonesia yang mengedepankan sisi pengembangan sumber daya manusia agar mempunyai keterampilan praktis memadai. Politeknik umumnya membekali lulusannya dengan kecakapan yang disokong dengan pengetahuan dasar teoritis yang memadai serta sikap disiplin tangguh. Diharapkan, alumni politeknik mampu menjadi tenaga vokasional di bidangnya, sehingga memenuhi kualifikasi dunia industri.

Politeknik Paser merupakan sebuah universitas atau institut negeri yang ada di kawasan Paser, Kalimantan Timur. Meskipun gedung ini belum sepenuhnya dihuni, sejumlah kekeliruan kecil dapat terdefinisikan melalui pandangan mata. Pada bangunan Politeknik Paser, arsitektur bioklimatik terlihat minim pengusungannya. Beberapa area sedikit mendapatkan cahaya matahari sebab kurang teroganisir antara orientasi bangunan dengan kebutuhan cahaya. Integrasi tiga hal penting pada penerapan prinsip arsitektur bioklimatik, yaitu perlindungan panas secara pasif, teknik pendinginan ruangan, dan cahaya alami di siang hari, belum memadai.

Desain bangunan Politeknik Paser terlalu tertutup, tidak ada celah cahaya masuk dan keluar secara bebas bahkan dari lantai satu. Penggunaan cahaya buatan terus berjalan meski pada siang hari, dimana seharusnya dapat memaksimalkan sinar matahari sebagai penerangan alami. Kurangnya bukaan serta ventilasi udara menimbulkan perasaan kurang nyaman saat berada di dalam area Politeknik Paser.

Menurut standar Pemendikbud No.3 Tahun 2020, salah satu syarat bangunan perguruan tinggi adalah sarana dan prasarana yang harus memenuhi persyaratan keselamatan, kesehatan, kenyamanan, dan keamanan. Perguruan Tinggi harus menyediakan akses oleh mahasiswa berkebutuhan khusus, seperti penyediaan ramp dan toilet khusus. Tetapi hampir 50% syarat belum tersedia di Politeknik Paser dan harus dilakukan perbaikan desain padanya.

Meninjau kompleksitas permasalahan dari Politeknik Paser, kiranya penerepan arsitektur bioklimatik sejalan dengan keseluruhan solusi. Strategi desain bioklimatik secara signifikan mampu meminimalisir ketergantungan pada sumber daya tak terbarukan, mengurangi konsumsi energi untuk pencahayaan, *heating, and cooling*. Arsitektur bioklimatik memunculkan desain *indoor* yang menawarkan kestabilan temperatur, meningkatkan kualitas udara, serta penerangan alami guna mendukung kenyamanan dan kesejahteraan penghuni.

Desain bioklimatik didasarkan pada diagnosis termal yang menyeluruh terhadap

bangunan. Tantangan utama perwujudan desain ini adalah keseimbangan antara kebutuhan dan kenyamanan yang sangat bervariasi antar individu sebagai penghuni bangunan. Terlebih lagi, terus memperhatikan isu penting lainnya seperti, mempelajari iklim lokal secara seksama untuk mengetahui potensi iklim dan cara pemanfaatannya, menjadi tantangan tambahan bagi arsitek.

Oleh karena itu, penggunaan *software* simulasi termal diperlukan untuk mengetahui secara tepat faktor-faktor iklim tertentu. EDGE (*Excellence in Design for Greater Efficiencies*) adalah sebuah *software* yang dapat mengenali standar *green building* guna mendukung arsitektur bioklimatik. EDGE diperkenalkan oleh IFC sebagai sebuah lembaga internasional pendukung bumi bebas emisi, agar keberlanjutan bertemu dengan keterjangkauan, dan menjadi alat pembangunan lebih ramah lingkungan.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengkaji penerapan arsitektur bioklimatik dalam upaya meningkatkan efisiensi energi. Namun, beberapa dari studi berfokus pada perancangan bangunan dengan pendekatan arsitektur bioklimatik sejak awal. Sementara kajian ini, mengevaluasi kinerja prinsip arsitektur bioklimatik pada bangunan yang telah berdiri, dikaitkan dengan pengukuran efisiensi energi berbasis data operasional kemudian menginterpretasikan desain baru sesuai arsitektur bioklimatik.

Rumusan Masalah

Studi ini berangkat dari pertanyaan tentang pengaplikasian arsitektur bioklimatik pada Politeknik Paser. Sehingga, beberapa rumusan masalah tersusun seperti di bawah:

1. Bagaimana hubungan antara penerapan arsitektur bioklimatik, material lokal, dan ruang hijau terhadap nilai efisiensi energi pada Politeknik Paser?
2. Bagaimana tingkat penerapan arsitektur bioklimatik bangunan Politeknik Paser berdasarkan hasil analisis menggunakan *software* EDGE?
3. Sejauh mana pemanfaatan material lokal membantu mengurangi emisi karbon dan menyimpan energi lebih banyak?

Tujuan Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu meraih pembaca dengan menghadirkan beberapa tujuan, yaitu:

1. Menganalisis hubungan arsitektur bioklimatik, material lokal, dan ruang hijau berdasarkan hasil evaluasi kinerja energi menggunakan analisis *software* EDGE
2. Mengembangkan konsep perancangan bangunan Politeknik Paser yang mendukung efisiensi energi dan prinsip bioklimatik
3. Menyusun saran pemilihan material lokal yang berpotensi menurunkan emisi karbon namun meningkatkan kinerja energi bangunan

TINJAUAN PUSTAKA

Arsitektur Bioklimatik

Sebuah konsep dipopulerkan oleh arsitek Victor Olgyay sejak tahun 1960-an (Handoko & Ikaputra, 2019), yaitu istilah bioklimatik yang berkaitan dengan hubungan antara iklim dan makhluk hidup serta penekanan pada bidang biologi, klimatologi, dan arsitektur secara bersamaan.

Bioklimatik sangat mempelajari bagaimana iklim merupakan generator utama desain bangunan untuk meminimalkan ketergantungan terhadap energi buatan. Studi yang dilakukan IFC, sebuah anggota *World Bank Group*, bersama Green Building Council Indonesia menunjukkan bahwa bangunan bersertifikasi green building mampu menurunkan biaya utilitas tahun 30%-80% dibandingkan bangunan konvensional (Hoesin, 2020).

Penerapan prinsip bioklimatik, seperti: 1) Orientasi bangunan 2) Bukaannya berjumlah banyak 3) Material berkelanjutan 4) Atap hijau 5) Penempatan panel surya, bekerja terintegrasi membentuk respon bangunan terhadap kondisi termal bangunan. Bukaannya berjumlah banyak berperan sebagai pengendali aliran udara dan panas, sementara pemilihan material serta pemasangan atap hijau berkontribusi terhadap keseimbangan termal melalui penurunan beban pendinginan.

Energi Terbarukan

Energi terbarukan merupakan energi yang berasal dari sumber daya alam dan dapat diperbaharui dalam waktu singkat. Sumber energi ini bisa menjadi potensi lokal setiap daerah, sehingga masyarakat mampu mengurangi polusi dan emisi Gas Rumah Kaca. Penggalakan penggunaan energi terbarukan di Indonesia dapat memperluas akses energi ke daerah terpencil serta menghasilkan dampak lingkungan negatif (Renewable Energy Indonesia, 2025).

Produksi energi terbarukan di Indonesia mampu memenuhi peningkatan konsumsi energi, sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Sebab Indonesia berupaya menuju Karbon Netral pada tahun 2060 (Zahira & Fadillah, 2022), sehingga pengembangan sumber daya alam sangat diperhatikan.

Pemanfaatan panel surya pada atap bangunan mampu menghasilkan listrik dalam upaya mendukung kebutuhan operasional bangunan. Susunan massa bangunan yang memanjang dari timur-barat dapat mengurangi beban panas matahari dan mengurangi kebutuhan penerangan buatan di siang hari.

Material Lokal

Material lokal berarti pemakaian bahan sesuai dengan karakter setempat, yang tidak bisa lepas dari konstruksi dan teknologi lokal. Material lokal biasanya berasal dari alam sekitar dan dapat digunakan sesuai bentuk alamnya atau dibantu dengan sedikit proses tangan manusia.

Kabupaten Paser berada di Provinsi Kalimantan Timur, dimana flora bambu banyak tumbuh dalam hutan Kalimantan, tetapi belum dioptimalkan dengan baik oleh masyarakat setempat. Bambu yang dapat melepaskan 35% oksigen, hingga mendapat julukan "*bamboo is the green material*" (Genuchten, 2023). Tanaman ini tahan dari terpaan angin kuat, sehingga cocok dijadikan tanaman penghijauan pada daerah aliran sungai.

Selain pohon bambu, kayu ulin merupakan flora yang banyak tumbuh di hutan Kalimantan. Sebagai material kayu dengan kekuatan struktural dan daya tahan tertinggi, kayu ini banyak dimanfaatkan dalam konstruksi. Kayu

ulin juga stabil pada kondisi iklim tropis, sehingga tidak mudah melengkung maupun retak.

Kenyamanan dalam Ruangan

Kenyamanan dalam ruangan mengacu pada kondisi lingkungan internal agar penghuni dapat beraktivitas tanpa gangguan fisik maupun psikologis. Menurut standar ASHRAE, kenyamanan merupakan hasil kombinasi antara parameter lingkungan (suhu, angin, udara) dan karakteristik personal (pakaian, metabolisme). Kenyamanan dalam ruangan umumnya terbagi menjadi kenyamanan termal dan kenyamanan visual bagi penghuni.

Kalimantan Timur merupakan provinsi yang beriklim panas. BMKG KalTim memperkirakan suhu udara berkisar antara 26-32°C dengan tingkat kelembapan mencapai 65-98 persen pada malam hari. Penerapan strategi bioklimatik menurunkan suhu dalam rumah sekitar 2-4°C (Taing dkk., 2025). Elemen ruang hijau dapat mereduksi suhu bangunan antara 3-5°C menurut laporan (LHK, 2023).

Kenyamanan termal tercermin dari rendahnya kebutuhan energi AC, ditunjukkan dengan kemampuan bangunan dalam mengendalikan panas melalui orientasi, ventilasi, dan material. Sedangkan kenyamanan visual direpresentasikan oleh energi pencahayaan, dimana semakin rendah konsumsi energi pencahayaan, semakin optimal pemanfaatan cahaya alaminya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengambil sebuah objek bangunan kampus negeri di Paser, Kalimantan Utara. Politeknik Paser merupakan sebuah kampus yang berfokus pada ilmu terapan dan pendidikan vokasi. Dalam penelitian ini, beberapa metode digunakan agar mendapatkan data sesuai dengan eksisting, meliputi:

1. Observasi lapangan yang digunakan untuk mengetahui kondisi eksisting bangunan Politeknik Paser, meliputi pengumpulan jenis material yang digunakan, orientasi

bangunan, bukaan, selubung bangunan, dan keberadaan ruang hijau di sekitar bangunan. Observasi juga fokus pada identifikasi pemanfaatan material lokal sebagai prinsip arsitektur berkelanjutan.

2. Penetapan parameter input dan asumsi simulasi pada *software* EDGE. Input yang digunakan mencakup data iklim, luas bangunan, sistem pendingin udara, dan spesifikasi material bangunan. Sementara asumsi ditetapkan sebagai sebuah skenario agar hasil yang diperoleh dapat dibandingkan secara objektif. Kemudian, berdasarkan input dan asumsi inilah analisis kerja efisiensi energi dapat diketahui berupa data numerik, untuk dasar evaluasi pada bangunan eksisting.
3. Studi literatur pada artikel maupun jurnal terkait arsitektur bioklimatik melalui penelaahan pokok materi arsitektur bioklimatik, material lokal, dan efisiensi energi bangunan. Studi ini dapat memperkuat teori yang digunakan dalam penelitian dan landasan analisa arsitektur bioklimatik pada objek penelitian.

Table 1. Parameter Arsitektur Bioklimatik

Parameter	Indikator
Pencahayaan Alami	Efisiensi energi pencahayaan Intensitas cahaya yang masuk ke dalam ruangan
Koefisien Emisi Karbon	Pengurangan emisi dengan penggunaan material lokal
Kenyamanan	Mereduksi panas menggunakan <i>secondary skin</i>
Ruang Hijau	Pengaruh tumbuhan terhadap insulasi termal bangunan

(Sumber: Handoko & Ikaputra, 2019)

Table 2. Parameter *Software* EDGE

Parameter	Indikator
Data Umum Bangunan	Lokasi, Fungsi bangunan, Jumlah lantai, Orientasi
Selubung Bangunan	Material bangunan, Rasio bukaan, Sistem peneduh
Sistem Pencahayaan	Lampu konvensional atau hemat energi
Sistem Penghawaan	Ventilasi alami atau AC

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Eksisting Bangunan



Gambar 1. Lokasi Site Politeknik Paser
(Sumber: Google Earth, 2025)

Lokasi pembangunan lanjutan Politeknik Paser ini berada di Tanah Grogot, Kecamatan Tanah Grogot, Kabupaten Paser, Kalimantan Timur. Berdasarkan gambar 1, kondisi lahan cukup strategis karena berada di jalan antar kota dan area nya yang masih belum padat penduduk, sehingga diharapkan mampu mendapatkan cahaya serta penghawaan maksimal. Bangunan ini rencananya terdiri dari tiga lantai utama, menggunakan atap dak, dan parkir di halaman luar.

Bangunan Politeknik Paser mempunyai massa ramping dengan orientasi fasad menghadap arah Selatan. Bagian belakang bangunan cenderung terpapar banyak konsentrasi cahaya matahari, sehingga area depan bangunan mendapat sedikit sorot cahaya. Aktivitas mahasiswa dan dosen sebagian besar terletak pada area selatan bangunan. Sehingga, prinsip orientasi bangunan pada arsitektur bioklimatik belum sepenuhnya diterapkan pada Politeknik Paser, sebab pusat kegiatan minim terpapar matahari.

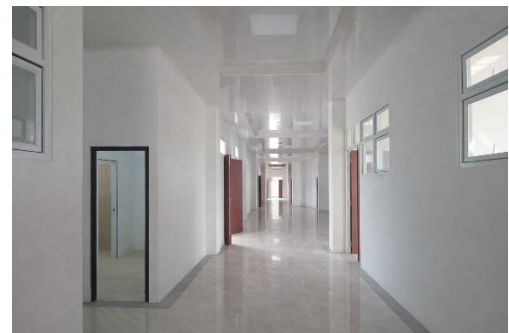
Berdasarkan prinsip arsitektur bioklimatik, perubahan laju angin dari luar ke dalam ruangan dapat dilakukan dengan menambahkan transisi selasar maupun *foyer* pada bangunan. Politeknik Paser sudah menerapkan penggunaan selasar yang dapat digunakan sebagai pengarah laju angin.

Namun, *cross ventilation* belum terjadi disini, sebab kedua ujung selasar tertutup dinding utuh, seperti pada gambar 2 dan gambar 3. Sehingga hanya ada arah masuk udara dari sisi selatan, namun tidak ada dorongan udara keluar dari arah utara atau *single sided ventilation*.



Gambar 2. Selasar bangunan tidak ada ventilasi silang
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Selain kurangnya ventilasi silang pada bangunan Politeknik, jendela kaca untuk masuknya cahaya matahari terpantau belum banyak persentase yang diajukan. Dinding pada lobi utama bahkan sedikit sekali pencahayaan alami masuk ke dalam bangunan, masih memerlukan banyak bantuan pencahayaan internal.



Gambar 3. Selasar lantai 2 tidak ada ventilasi silang
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Analisis Lingkungan/Lansekap

Pada umumnya, lansekap terdiri dari unsur *biotic* (tanaman) dan *abiotic* (bangunan), memadukan elemen *softscape* dengan *hardscape* untuk menciptakan ruang luar yang harmonis. Bangunan Politeknik memiliki dua unsur lansekap, tetapi eksekusi keduanya masih kurang jika dimaksudkan sebagai prinsip arsitektur bioklimatik. Pepohonan hanya ada

pada lingkungan sekitar bangunan, bahkan halaman depan sekadar terisi rerumputan pendek yang akan ditimpa dengan cor beton.

Ketika lapangan parkir tanpa adanya penghijauan seperti digambarkan pada gambar 4, sukar sekali air meresap ke dalam tanah, memungkinkan terjadinya genangan saat hujan turun.



Gambar 4. Kurangnya vegetasi pada halaman Politeknik Paser
(Sumber: Dokumentasi Penulis, 2025)

Padahal secara fisik, vegetasi berfungsi sebagai peredam radiasi matahari langsung ke permukaan bangunan, sehingga panas yang diserap selubung bangunan berkurang. Penurunan panas permukaan berdampak pada rendahnya suhu ruang dalam, menurunkan kebutuhan energi pendinginan buatan, dan mengurangi beban termal sistem pendingin.

Pada simulasi EDGE, pengaruh vegetasi tercermin melalui peningkatan kinerja bangunan, yang kemudian menghasilkan persentase penghematan energi pendingin pada hasil simulasi.

Emisi Karbon pada Material

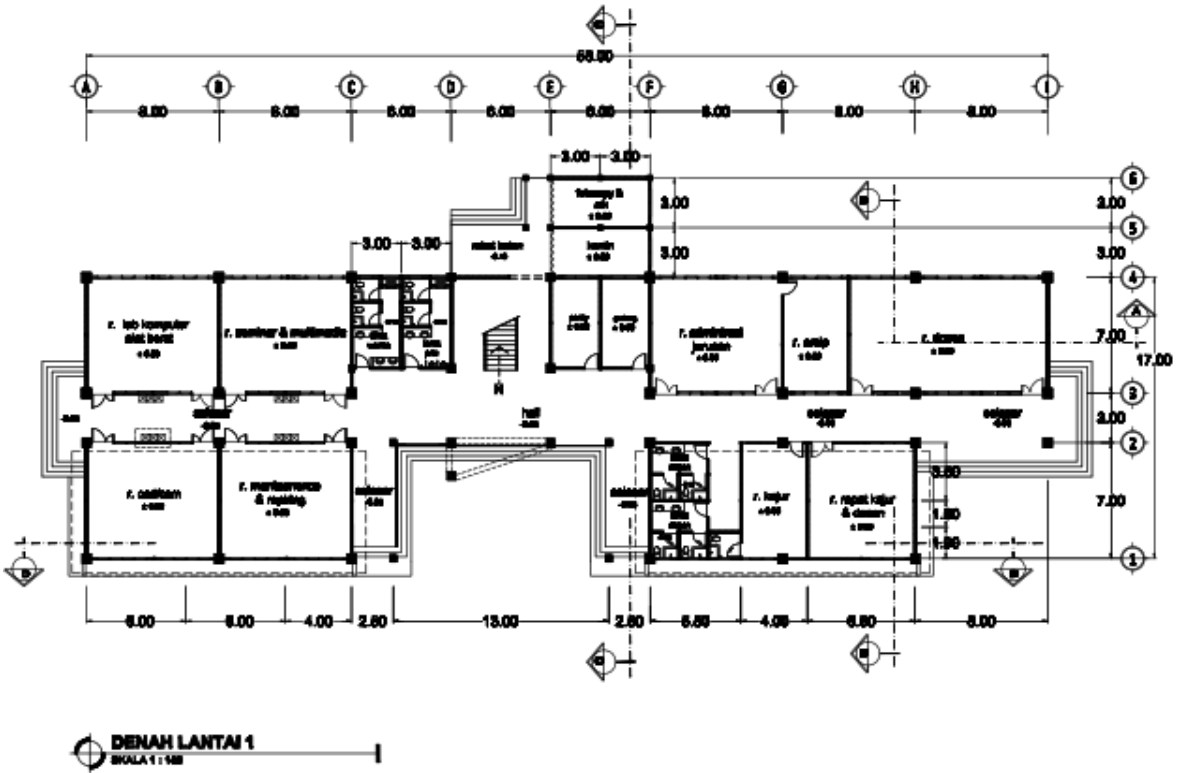
Bangunan dalam teori arsitektur bioklimatik, harus merespons iklim setempat melalui strategi pasif, termasuk pemilihan material. Olgyay (1963), menegaskan bahwa desain bioklimatik menuntut keselarasan

antara iklim, manusia, dan bangunan, dimana material berperan sebagai media pengendali matahari. Penggunaan material yang sesuai dengan iklim lokal mampu menjadi strategi fundamental dalam mencapai kenyamanan termal.

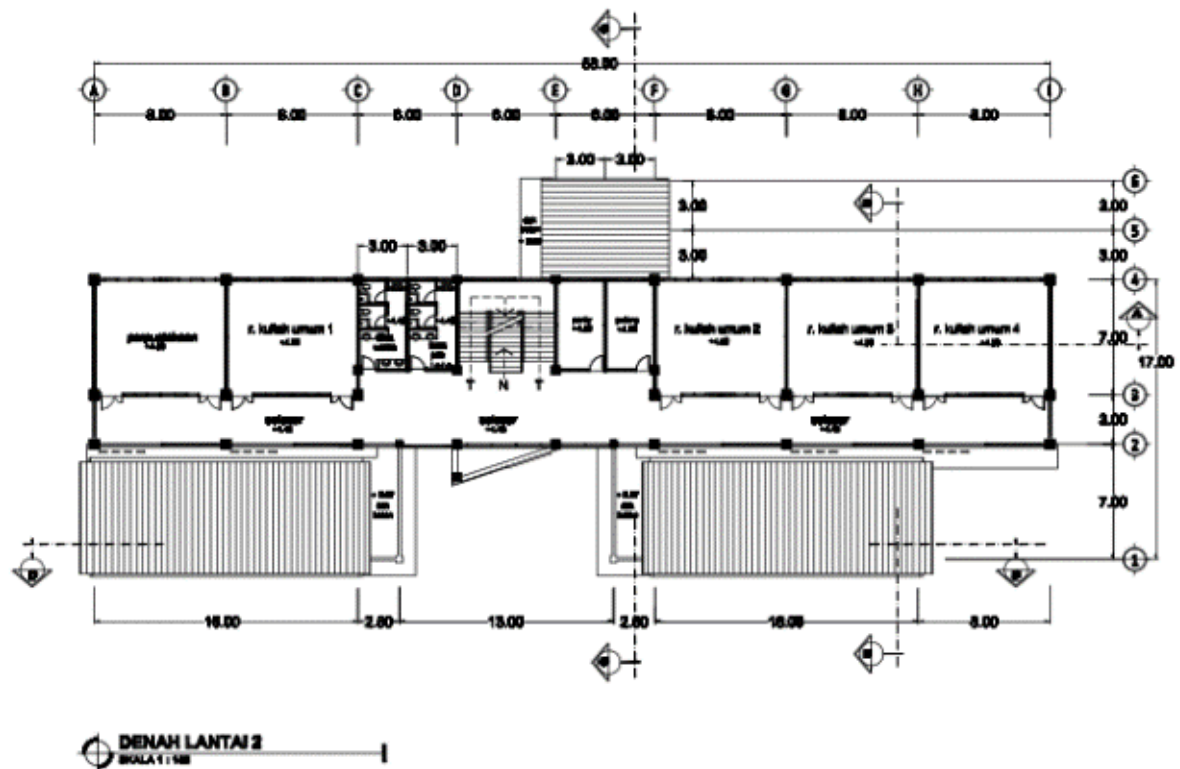
Dalam konteks iklim tropis lembab, material berbasis kayu dan bambu dinilai lebih adaptif karena memiliki kapasitas panas yang lebih rendah, mendukung ventilasi alami. Selain itu, kontribusi emisi karbon dari material lokal sedikit, akibat transportasi dan proses industri jarang memakan biaya karena jaraknya dekat. Penggunaan kayu ulin mendukung prinsip keberlanjutan melalui umur pakai yang panjang, sedangkan bambu berfungsi efektif sebagai elemen yang meningkatkan udara alami.

Pengambilan data emisi karbon pada tabel 2, dilakukan menggunakan Inventory of Carbon and Energy (ICE, 2025). ICE dipilih karena menyediakan nilai material bangunan yang disusun berdasarkan pendekatan *life assesment*, yang akan dikonversikan sesuai volume dan berat material pada bangunan.

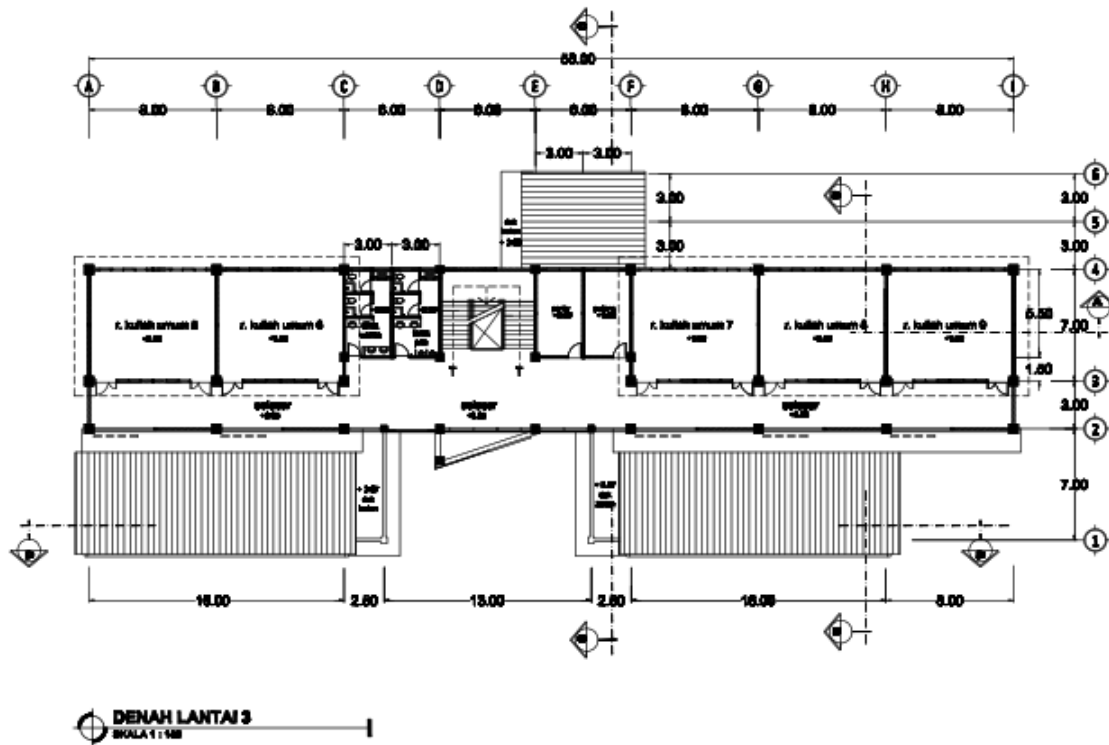
Tabel 3. Emisi Karbon Material		
Material	Emisi Karbon	Keterangan
Batu Kali	0,0048	
Semen	0,144	Semen:pasir:agregat 1:1,5:3
Bata Merah	0,74	
Kayu Ulin	0,27	
Bambu	0,35	
Keramik	0,796	
Kaca	1,44	Kaca tebal 5mm
Besi	1,31	
Baja Ringan	1,45	
Sumber: (ICE, 2025)		



Gambar 5. Denah Lantai 1
(Sumber: Dokumen Penulis,2025)



**Gambar 6. Denah Lantai 2
(Sumber: Dokumen Penulis,2025)**



Gambar 7. Denah Lantai 3
(Sumber: Dokumen Penulis,2025)

REKOMENDASI DESAIN

Berdasarkan data yang telah dikumpulkan, pembaharuan desain pada bangunan Politeknik Paser menghasilkan dua alternatif pilihan dengan nilai efisiensi energi paling minimum:

- 1. Alternatif Desain 1
 - a. Rasio jendela/bukaan alami diperluas hingga 65%: Memaksimalkan pencahayaan alami masuk hingga ke bagian dalam bangunan
 - b. Bukaan balkon: Meningkatkan sistem *cross ventilation* atau ventilasi silang sehingga udara mengalir menumbuhkan kualitas udara dalam ruangan dan meningkatkan kenyamanan termal
 - c. Pencahayaan internal: Mengintegrasikan sensor cahaya dan waktu, serta mengatur zonasi pencahayaan sesuai fungsi ruang
- 2. Alternatif Desain 2
 - a. Rasio jendela/bukaan alami diperluas hingga 65%: Memaksimalkan pencahayaan alami masuk hingga ke bagian dalam bangunan

- b. *Skylight* pada void bangunan: Meningkatkan kualitas pencahayaan alami, sehingga mengurangi konsumsi energi pencahayaan
- c. *Green Roof* sekitar 70% dari luas atap: Meningkatkan kinerja lingkungan bangunan dengan mengurangi efek urban heat island dan membantu meredam kebisingan dari luar

Table 3. Alternatif Desain	
Alternatif 1	Alternatif 2
Rasio jendela/bukaan alami diperluas	Rasio jendela/bukaan alami diperluas
Bukaan balkon dengan sistem <i>cross ventilation</i>	Memaksimalkan <i>skylight</i> pada void
Pencahayaan Internal	<i>Green Roof</i> sekitar 70% dari luas atap dan

Keberadaan dua alternatif ini mempertimbangkan konsistensi kinerja yang lebih stabil dalam mengendalikan panas melalui kombinasi cara. Selain itu, alternatif desain terpilih dinilai lebih rasional dari sisi implementasi karena mengandalkan material kayu dan bambu. Pemilihan dua alternatif desain tidak semata-mata didasarkan pada nilai efisiensi energi terendah secara angka, tetapi juga meninjau tahap operasional dan siklus hidup bangunan.

Gambar di bawah, merupakan hasil simulasi EDGE yang menggambarkan secara

rinci bagaimana kedua alternatif desain mempunyai tingkat efisiensi energi berbeda satu sama lain. Meskipun alternatif desain terpilih dari kinerja efisiensi energi berdasarkan simulasi EDGE, penerapannya tidak lepas dari aspek biaya konstruksi.

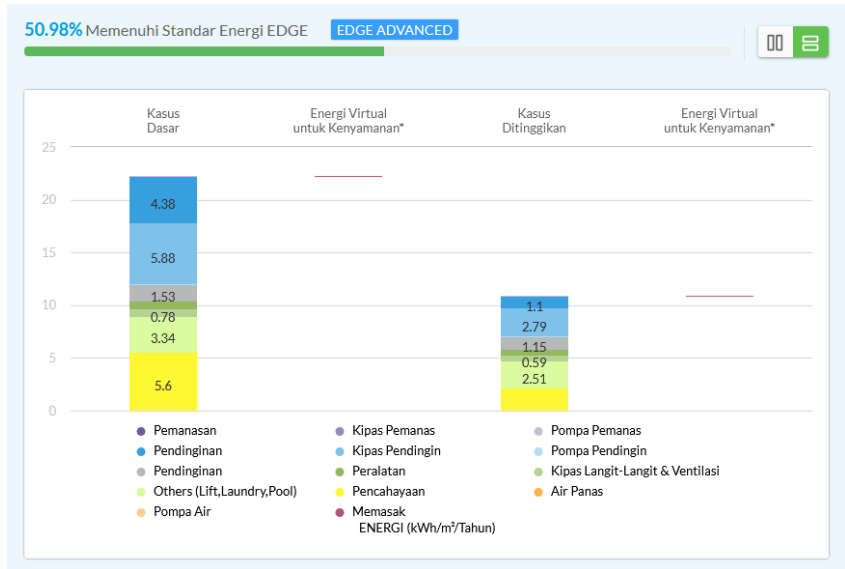
Namun demikian, biaya operasional mahal perlu dipahami dalam kerangka putar sebuah bangunan (*life cycle perspective*). Biaya awal relatif lebih tinggi berpotensi diimbangi oleh penurunan biaya perawatan energi dalam jangka panjang.



Gambar 8. EDGE Desain 1
(Sumber: Dokumen Penulis, 2025)

Table 4. Analisis EDGE dan Arsitektur Bioklimatik Desain 1

Aspek	Analisis	Arsitektur Bioklimatik	Implikasi
Energi Total	Penurunan mencapai 29,46% dari kasus dasar	Desain harus responsif terhadap iklim lokal	Bangunan sudah memenuhi standar EDGE
Beban Pendingin	Konsumsi energi pendingin menurun	Orientasi bangunan mesti diperhatikan serta pengendalian cahaya matahari	Mengurangi panas masuk dengan konsep bukaan balkon untuk memunculkan <i>cross ventilation</i> dan pemanfaatan vegetasi
Pencahayaan	Penurunan konsumsi energi pencahayaan	Memanfaatkan cahaya alami masuk ke dalam	Menambah rasio bukaan jendela



Gambar 9. EDGE Desain 2
(Sumber: Dokumen Penulis,2025)

Table 5. Analisis EDGE dan Arsitektur Bioklimatik Desain 2

Aspek	Analisis	Arsitektur Bioklimatik	Implikasi
Energi Total	Penurunan mencapai 50,98% dari kasus dasar	Desain harus responsif terhadap iklim lokal	Bangunan sudah memenuhi standar EDGE
Beban Pendingin	Penurunan secara signifikan pada konsumsi energi pendinginan	Orientasi bangunan mesti diperhatikan serta pengendalian cahaya matahari	Mengurangi panas masuk dengan konsep selubung bangunan dan <i>green roof</i> sebesar 70% dari luas atap
Pencahayaan	Penurunan konsumsi energi pencahayaan	Memanfaatkan cahaya alami masuk ke dalam	Menambah rasio bukaan jendela dan pemaksimalam <i>skylight</i> pada atap

Table 6. Hasil Analisis Rancangan

Gambar	Keterangan
	Mengaplikasikan konsep <i>green roof</i> untuk menyerap polutan dari kendaraan bahkan meredam kebisingan
	Menerapkan <i>skylight</i> pada void tangga menggunakan bahan <i>polycarbonate</i> agar lebih ramah lingkungan namun tetap tahan lama
	
	Memasang panel surya agar menghemat penggunaan energi listrik serta mendukung energi terbarukan
	Mengaplikasikan sistem <i>cross ventilation</i> , dengan menghilangkan dinding samping bangunan
	
	Mewujudkan penggunaan material bambu dan kayu ulin sebagai upaya mengurangi emisi karbon pada lingkungan

Berdasarkan perbandingan antara tabel 4 dan tabel 5 yang menyajikan hasil analisis desain baru pada bangunan Politeknik Paser, terlihat bahwa tabel 5 menunjukkan nilai efisiensi energi lebih tinggi. Persentase hasil yang mencapai 50,98% tersebut, memenuhi kriteria *EDGE Advanced*, yaitu sertifikasi bangunan hijau yang menandakan tingkat efisiensi energi sangat optimal.

Hasil evaluasi mengidentifikasi bahwa rancangan awal bangunan Politeknik Paser belum memenuhi standar sertifikasi *EDGE* dari sisi kinerja energi bangunan. Oleh karena itu, dilakukan optimalisasi desain melalui perbandingan dua strategi perancangan arsitektural sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4 dan tabel 5. Adapun kasus dasar merepresentasikan tingkat efisiensi energi bangunan berdasarkan kondisi eksisting Politeknik Paser.

Strategi bioklimatik dapat ditunjukkan dengan menentukan orientasi bangunan, karena orientasi sebagai parameter terpenting (Bugenings & Kamari, 2022) dan paling sering dipelajari dapat mengurangi kebutuhan termal sehingga meningkatkan kinerja strategi pasif lainnya. Akan tetapi, karena bangunan eksisting sudah berdiri dan mempunyai orientasi kurang tepat, maka strategi desain menetapkan penambahan *secondary skin* guna mengurangi sinar matahari langsung.

KESIMPULAN

Studi ini mengkaji mengenai desain arsitektur bioklimatik pada Politeknik Paser melalui tiga strategi utama: efisiensi energi, ventilasi alami, dan pencahayaan alami dengan menggabungkan integrasi ruang hijau. Dari analisis menyeluruh, dapat disimpulkan beberapa nilai penting:

1. Dalam lingkup penelitian ini, belum ditemukan data empiris yang membuktikan bahwa desain eksisting Politeknik Paser mendukung efisiensi energi, dilihat dari tabel EDGE yang menunjukkan nilai efisiensi energi pada kasus dasar yang masih sangat tinggi.
2. Alternatif desain 2 lebih optimal dengan pencapaian EDGE Advanced, sebesar 50,98%. Keunggulan ini diperoleh melalui penempatan ruang hijau signifikan di atap bangunan, void dengan *skylight*, dan selubung bangunan. Secara keseluruhan, *software* EDGE membantu penelitian ini dalam penentuan alternatif desain paling layak.
3. Pengurangan material sedikit emisi karbon pada bangunan Politeknik Paser seperti kayu ulin dan bambu mendukung arsitektur bioklimatik agar tidak hanya berfokus pada kinerja operasional bangunan.

Akan tetapi, penelitian ini terbatas pada belum dilakukannya analisis biaya siklus hidup bangunan dan total emisi karbon bangunan secara kuantitatif, sehingga diskusi keduanya masih bersifat kualitatif. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengintegrasikan kedua hal tersebut secara rinci guna memperkuat pengambilan keputusan desain.

DAFTAR PUSTAKA

- Abergel, T. D. (2017). Global Status Report: Toward a Zero-Emission Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. *Glob. Alliance Build. Constr*, 20-35.
- Bugenings & Kamari (2022). Bioclimatic Architecture Strategies in Denmark: A Review of Current and Future

Directions. *Buildings*, 2-28. doi:<https://doi.org/10.3390/buildings12020224>

- Gailard, C. (2024). *What is Bioclimatic Design?* Retrieved from Design by Climate Urbanist and Designer: <https://www.clementgaillard.com/en/articles/blog-en/bioclimatic-design/what-is-bioclimatic-design-definition-architecture-urbanism>
- Genuchten, V. E. (2023, April 20). Sustainable Material. *Fascinating Properties of an Exceptional Type of Grass*.
- Hoesin, M. S. (2020, November 2). *International Finance Corporation and World Bank Group*. Retrieved from Studi Oleh IFC dan Green Building Council Indonesia: <https://www.ifc.org/in/pressroom/2019/24900>
- ICE, D. C. (2025). Inventory of Carbon and Energy. In C. Ecology.
- Handoko & Ikaputra (2019). Prinsip Desain Arsitektur Bioklimatik pada Iklim Tropis. *Langkau Betang: Jurnal Arsitektur*, 87-100.
- LHK, K. L. (2023). *Laporan Kinerja 2023 Produktivitas Tapak Hutan dan Lingkungan Hidup untuk Transformasi Ekonomi Indonesia*.
- Renewable Energy Indonesia*. (2025, Juli 8). Retrieved from Apa itu Energi Terbarukan?: <https://renewableenergy.id/energi-terbarukan/>
- Taing dkk., (2025). Bioclimatic Design Guideliness for Design Decision Support to Enhance Residential Building Thermal Performance in Tropical Regions. *Green Building*.
- Zahira & Fadillah. (2022). Pemerintah Indonesia Menuju Target Net Zero Emission tahun 2060 dengan Variable Renewable Energy di Indonesia. *JIS: Jurnal Ilmu Sosial*, 114-119.