

ANALISIS STRATEGI DESAIN RUMAH TINGGAL RENDAH EMISI UNTUK ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM DI KECAMATAN MEURAXA KOTA BANDA ACEH

*Analysis Of Low Emission House Design Strategy For Climate Change
Adaptation In Meuraxa District, Banda Aceh City*

Rinal Hardian¹, Donni Arief², Murnia Suri³, Safrizan⁴

^{1,2,4} Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ubudiyah Indonesia,

³ Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Ubudiyah Indonesia,

Corresponding author: rinalhardian@uui.ac.id

Abstrak

Penelitian ini menganalisis karakteristik desain rumah tinggal di Kecamatan Meuraxa, Banda Aceh, dalam konteks adaptasi terhadap perubahan iklim, khususnya efisiensi termal dan ketahanan terhadap banjir. Hasil observasi terhadap enam rumah menunjukkan bahwa bentuk bangunan memanjang dengan atap pelana tinggi ($>30^\circ$) dan bukaan di sisi panjang mendukung ventilasi silang yang optimal, menghasilkan suhu dalam ruang yang lebih rendah hingga $\pm 1,5^\circ\text{C}$ dibandingkan rumah dengan bentuk massa kompak dan atap datar. Ventilasi silang pasif yang dihadirkan melalui bukaan berseberangan secara signifikan menurunkan suhu dalam ruang dan mengurangi kebutuhan pendinginan buatan. Penggunaan material lokal seperti kayu juga menunjukkan performa termal yang stabil ($29\text{--}30^\circ\text{C}$) serta emisi embodied carbon yang lebih rendah ($\pm 150\text{--}180\text{ kg CO}_2/\text{m}^2$), meskipun perlu mempertimbangkan ketahanan terhadap kelembapan dan rayap. Selain itu, elevasi bangunan terbukti memengaruhi ketahanan terhadap banjir; rumah panggung dengan elevasi >1 meter tidak mengalami genangan, serta memberikan manfaat tambahan dalam sirkulasi udara bawah rumah. Temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan desain arsitektur tropis dan berkelanjutan dalam merespons tantangan iklim di kawasan pesisir.

Kata kunci: desain rumah tinggal, rendah emisi, perubahan iklim

Abstract

This study analyzes the design characteristics of residential houses in Meuraxa District, Banda Aceh, in the context of climate change adaptation, particularly thermal efficiency and flood resilience. Observations of six houses reveal that elongated building forms with high gable roofs ($>30^\circ$) and openings along the longer sides support optimal cross-ventilation, resulting in indoor temperatures that are approximately 1.5°C lower compared to compact-mass houses with flat roofs. Passive cross-ventilation achieved through opposing openings significantly reduces indoor temperatures and minimizes reliance on artificial cooling. The use of local materials such as wood also demonstrates stable thermal performance ($29\text{--}30^\circ\text{C}$) and lower embodied carbon emissions ($\pm 150\text{--}180\text{ kg CO}_2/\text{m}^2$), although durability against moisture and termites must be considered. Additionally, building elevation affects flood resilience; stilt houses elevated more than 1 meter did not experience inundation and also benefited from improved underfloor air circulation. These findings highlight the importance of tropical and sustainable architectural design approaches in responding to climate challenges in coastal areas.

Keywords: residential design, low emission, climate change

PENDAHULUAN

Perubahan iklim telah menjadi isu global yang mendesak, ditandai dengan meningkatnya suhu rata-rata permukaan bumi, naiknya permukaan air laut, dan meningkatnya frekuensi kejadian cuaca ekstrem seperti banjir,

angin kencang, serta gelombang panas. Indonesia sebagai negara kepulauan yang terletak di daerah tropis menghadapi kerentanan yang tinggi terhadap dampak perubahan iklim, termasuk di wilayah pesisir seperti Kota Banda Aceh. Kecamatan Meuraxa, salah satu kecamatan di Kota Banda Aceh yang

berbatasan langsung dengan laut, merupakan wilayah dengan risiko tinggi terhadap dampak perubahan iklim, khususnya banjir pesisir (rob), abrasi, dan suhu lingkungan yang terus meningkat. Wilayah ini juga menyimpan nilai historis dan kultural yang kuat, terutama pasca bencana tsunami 2004, sehingga pengembangan kawasan hunian di Meuraxa perlu mempertimbangkan aspek ketahanan terhadap bencana serta keberlanjutan lingkungan. Di sisi lain, sektor permukiman, khususnya rumah tinggal, turut menyumbang emisi gas rumah kaca baik dari segi penggunaan material konstruksi konvensional yang intensif energi maupun dari konsumsi energi operasional rumah tangga (pendingin udara, pencahayaan, dsb). Dalam konteks adaptasi perubahan iklim, rumah tinggal perlu didesain tidak hanya sebagai tempat berlindung, tetapi juga sebagai sistem yang tangguh dan efisien dalam menghadapi kondisi iklim ekstrem.

Desain rumah tinggal rendah emisi (low-carbon housing) merupakan pendekatan yang relevan untuk diterapkan di Kecamatan Meuraxa. Strategi desain seperti penggunaan ventilasi silang alami, optimalisasi pencahayaan alami, pemilihan material lokal rendah karbon, serta konfigurasi bentuk bangunan yang adaptif terhadap iklim dapat meningkatkan efisiensi energi sekaligus menurunkan emisi karbon. Namun, di lapangan, sebagian besar rumah tinggal di Meuraxa masih mengandalkan desain konvensional yang belum sepenuhnya mempertimbangkan aspek keberlanjutan dan adaptasi iklim. Mengingat posisi geografis Meuraxa yang strategis sekaligus rentan, perlu dilakukan sebuah analisis yang mendalam terhadap strategi desain rumah tinggal yang rendah emisi dan adaptif terhadap perubahan iklim. Penelitian ini akan mengkaji kondisi eksisting rumah tinggal di wilayah tersebut, mengidentifikasi potensi strategi desain berkelanjutan yang sesuai dengan iklim lokal, serta memberikan rekomendasi desain yang relevan untuk pengembangan permukiman masa depan di wilayah pesisir. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat tercipta lingkungan hunian yang tidak hanya nyaman dan efisien secara energi, tetapi juga tangguh dalam menghadapi perubahan iklim jangka panjang.

Berdasarkan uraian di atas penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi eksisting rumah tinggal di Kecamatan Meuraxa terkait aspek adaptasi iklim dan efisiensi energi, menilai potensi emisi karbon dari desain rumah tinggal yang ada berdasarkan penggunaan material dan energi dan merumuskan strategi desain rumah tinggal yang rendah emisi dan adaptif terhadap perubahan iklim, sesuai dengan karakteristik iklim dan sosial masyarakat di Banda Aceh, khususnya Kecamatan Meuraxa.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif dengan dukungan analisis kuantitatif untuk menilai performa energi dan emisi dari rumah tinggal. Tujuan utamanya adalah mengidentifikasi strategi desain yang adaptif terhadap perubahan iklim sekaligus rendah emisi karbon berdasarkan konteks lokal Kecamatan Meuraxa. Jenis penelitian ini bersifat studi kasus yang mendalam terhadap 3–5 rumah tinggal dengan karakteristik berbeda (modern, semi-tradisional, panggung) berdasarkan variasi bentuk, orientasi, dan penggunaan material di kecamatan Meuraxa, Kota Banda Aceh dalam rentan waktu antara April – Agustus 2021.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui data primer dan data sekunder. Data primer direalisasikan dalam bentuk observasi langsung, wawancara dan pengukuran. Observasi langsung dengan mendokumentasikan bentuk bangunan, ventilasi, material dan elevasi. Wawancara dilakukan dengan pemilik rumah tentang kenyamanan dan konsumsi energi sementara itu perolehan data selanjutnya berupa pengukuran suhu dalam ruang, bukaan, dimensi rumah dan ketinggian lantai. Dalam mendapatkan data sekunder dilakukan studi Pustaka, berupa kajian jurnal, laporan BMKG, data iklim lokal dan studi terdahulu, sedangkan, data teknis diperoleh melalui informasi LCA (Life Cycle Assessment) material dari database.

Teknik analisis data melalui tiga tahapan analisis kualitatif, simulasi energi dan emisi serta tahap perbandingan strategi desain. Analisis kualitatif merupakan evaluasi bentuk dan strategi desain menggunakan prinsip arsitektur tropis dan adaptasi iklim. Simulasi

energi dan emisi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak seperti DesignBuilder, EnergyPlus, atau Ecotect untuk menilai konsumsi energi, suhu dalam ruang, dan estimasi emisi CO₂ operasional sedangkan perbandingan strategi desain dibuat dengan matriks perbandingan antar rumah berdasarkan skor efisiensi dan adaptabilitas terhadap iklim.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari penelitian yang mengkaji tentang strategi desain rumah tinggal rendah emisi untuk perubahan iklim di kecamatan Meuraxa kota Banda Aceh adalah sebagaimana yang rangkum dalam table di bawah ini. Masing-masing temuan tersebut diperoleh dari observasi, wawancara.

Temuan dari observasi	Keterangan	Spesifikasi
Bentuk Bangunan	Rumah tinggal di Kecamatan Meuraxa menunjukkan bahwa sebagian besar rumah memiliki bentuk massa bangunan memanjang ke samping dengan atap pelana. Bentuk ini cenderung mengikuti pola rumah tradisional Aceh, namun modifikasi pada beberapa rumah menyebabkan kehilangan efisiensi termal.	Rumah A dan B (dengan bentuk memanjang dan atap tinggi simetris) menunjukkan suhu dalam ruang yang lebih rendah $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ dibanding rumah C yang memiliki bentuk massa kompak dan atap datar.
Ventilasi	Ventilasi silang ditemukan hanya pada 2 dari 5 rumah.	Rumah B memiliki ventilasi silang melalui jendela besar dan kisi

	Rumah-rumah yang menggunakan bukaan pada dua sisi berseberangan (timur-barat) menunjukkan performa ventilasi yang lebih baik.	kayu di bagian atas dinding, yang memungkinkan aliran udara terus menerus sepanjang hari. Rumah D, yang hanya memiliki satu sisi bukaan, menunjukkan suhu dalam ruang tertinggi (rata-rata 32°C pada siang hari), dengan kebutuhan penggunaan kipas hampir sepanjang hari.
Material Bangunan	Penggunaan material lokal ditemukan pada sebagian kecil rumah. Mayoritas rumah menggunakan material beton dan bata merah, dengan sedikit pemanfaatan material kayu atau bambu.	Embodied carbon dari rumah tipe beton: ±350–400 kg CO ₂ /m ² Embodied carbon dari rumah kayu semi-tradisional: ±150–180 kg CO ₂ /m ² Rumah E yang menggunakan struktur kayu lokal dan dinding papan menunjukkan performa suhu dalam ruang yang stabil (sekitar 29–30°C) dan emisi material lebih rendah hingga 50% dibanding rumah beton.
Elevasi Bangunan	3 dari 5 rumah	Rumah F (elevasi 120

memiliki elevasi rendah (<50 cm dari tanah), sementara 2 rumah dibangun dengan struktur panggung (elevasi >1 meter).	cm) tidak pernah mengalami banjir meskipun lokasi berjarak <300 m dari garis pantai. Rumah C (elevasi 30 cm) mengalami genangan air pada musim hujan tahun sebelumnya (berdasarkan wawancara).
--	--

Tabel 1
 Elemen Desain Arsitektur

Berdasarkan table di atas ditemukan bahwa bentuk bangunan yang memanjang dengan banyak bukaan di sisi panjang mendukung ventilasi silang lebih optimal, sementara atap pelana dengan kemiringan >30° memungkinkan sirkulasi udara panas di bagian atas ruang. Ventilasi silang pasif secara signifikan menurunkan suhu dalam ruang dan mengurangi ketergantungan terhadap pendingin buatan. Meskipun kayu lebih rendah emisi, daya tahan terhadap kelembapan dan rayap harus diperhatikan dalam desain ulang. Elevasi rumah yang lebih tinggi (>1 m) meningkatkan ketahanan terhadap banjir rob dan memperbaiki aliran udara bawah rumah, yang turut menurunkan suhu lantai dan ruang.

Hasil dari mewawancarai pemilik rumah tentang kenyamanan termal dan konsumsi energi yang diperoleh dari pengukuran suhu dalam ruang, kelembapan, frekuensi penggunaan alat pendingin dan tingkat kenyamanan subjektif penghuni dirangkum pada table di bawah ini.

Rumah A	Rumah B	Rumah C	Rumah D	Kelembapan Udara
Rumah A yang memiliki	Rumah B memiliki	Rumah C yang orientasinya kurang	Rumah D, memiliki ventilasi	Seluruh rumah memiliki

ventilasi silang dan orientasi bangunan ke arah angin dominan (timur), mencahkan suhu dalam ruang rata-rata: Pagi: 27,2°C Sore: 30,1°C Siang: 28,4°C	si silang dan orientasi bangunan ke arah angin timur dengan suhu dalam ruang rata-rata: Pagi: 27,2°C Sore: 28,4°C	optimal (menghadap barat) dan memiliki ventilasi terbatas, mencatat suhu ruang: Pagi: 28,4°C Siang: 33,5°C Sore: 31,0°C	si terbatas, mencatat suhu ruang: Pagi: 28,4°C Siang: 33,5°C Sore: 31,0°C	liki kelembapan relatif antara 65–85%, yang tergolong tinggi dan dapat memperburuk rasa panas.
Penghuninya merasa panas, terutama pada pukul 11.00–16.00, dan menggunakan kipas angin selama hampir 10 jam/hari, dan tidak merasa gerah pada malam hari.	Penghuninya merasa panas, terutama pada pukul 11.00–16.00, dan menggunakan kipas angin selama hampir 10 jam/hari, dan tidak merasa gerah pada malam hari.	Penghuninya merasa panas, terutama pada pukul 11.00–16.00, dan menggunakan kipas angin selama hampir 10 jam/hari, dan tidak merasa gerah pada malam hari.	Penghuninya merasa panas, terutama pada pukul 11.00–16.00, dan menggunakan kipas angin selama hampir 10 jam/hari, dan tidak merasa gerah pada malam hari.	Rumah dengan plafon tinggi dan bukaan (ventilasi loteng) cenderung memiliki kelembapan yang lebih stabil.

Tabel 2
Evaluasi Kinerja Bangunan terhadap Iklim Lokal

Sementara itu, konsumsi energi yang diperoleh dari catatan tagihan listrik bulanan rumah dituangkan dalam table 3 berikut ini.

Rumah A	Rumah B	Rumah C	Rumah D	Rumah E
Rumah A	Rumah B	Rumah C	Rumah D	Rumah E
dengan luas bangunan 90m ²	dengan luas bangunan 100m ²	dengan luas bangunan 85m ²	dengan luas bangunan 120m ²	dengan luas bangunan 80m ²
konsumsi listrik 145 kWh/rata-rata	konsumsi listrik 170 kWh/rata-rata	konsumsi listrik 230 kWh/rata-rata	konsumsi listrik 275 kWh/rata-rata	konsumsi listrik 120 kWh/rata-rata
1,61 kWh/m ² /bulan tanpa pendinginan AC	1,70 kWh/m ² /bulan dengan pendinginan AC	2,71 kWh/m ² /bulan dengan pendinginan AC	2,29 kWh/m ² /bulan dengan pendinginan AC	1,50 kWh/m ² /bulan tanpa pendinginan AC

Tabel 3
Konsumsi energi

Table di atas menginformasikan bahwa rumah A, B, dan E, yang dirancang dengan pencahayaan alami dan ventilasi pasif yang baik, menunjukkan konsumsi listrik <1,8 kWh/m²/bln. Rumah C dan D memiliki konsumsi energi yang tinggi (>2,2 kWh/m²/bln), dikarenakan penggunaan pendingin udara secara intensif. Penggunaan AC menjadi penyumbang utama kenaikan konsumsi energi, terutama pada siang hari dengan suhu dalam ruang >32°C.

Perolehan data selanjutnya adalah berasal dari pengukuran suhu dalam ruang, bukaan, dimensi rumah dan ketinggian lantai.

Data tersebut dapat dilihat pada sejumlah table berikut ini.

Rumah	Suhu pagi (°C)	Suhu siang (°C)	Suhu sore (°C)
A	27,0	30,2	28,3
B	27,5	32,0	29,4
C	28,1	33,8	31,0
D	28,1	34,2	31,8
E	26,8	29,8	28,0

Tabel 4
Pengukuran Suhu dalam ruang

Pengukuran suhu yang dilakukan pada pagi (08.00), siang (13.00), dan sore (17.00) selama 3 hari berturut-turut di lima rumah berbeda menjelaskan bahwa Rumah E memiliki suhu paling stabil dan nyaman, karena penggunaan ventilasi silang dan banyak bukaan sementara itu Rumah C dan D menunjukkan suhu siang hari >33°C, disebabkan oleh ventilasi buruk dan atap datar tanpa insulasi. Pengamatan bukaan (ventilasi dan pencahayaan alami dilakukan terhadap jumlah dan ukuran jendela, arah bukaan, dan rasio luas bukaan terhadap luas lantai (Window-to-Floor Ratio/WFR) sebagaimana yang disajikan pada table di bawah ini.

Rumah	Jumlah Bukaan	Arah Bukaan	WF R (%)	Ventilasi Silang
A	6	Timur-Barat	22	Ya
B	5	Selatan	18	Tidak
C	4	Barat	12	Tidak
D	3	Selatan	9	Tidak
E	7	Timur-Utara	25	Ya

Tabel 5
Distribusi Arah Bukaan, WFR, dan Ketersediaan Ventilasi Silang di Rumah Contoh

Dari data di table 5 bisa lihat bahwa Rumah A dan E memiliki rasio bukaan >20% dan orientasi ke arah angin dominan (Timur), menghasilkan ventilasi silang efektif sedangkan Rumah C dan D memiliki rasio bukaan <15%, menyebabkan sirkulasi udara buruk dan peningkatan suhu siang hari. Data

berikut ini adalah pengukuran dimensi rumah yang bertujuan untuk melihat pengaruh sirkulasi udara dan distribusi panas.

Rumah	Luas Bangunan (m ²)	Tinggi Ruang (m)	Tipe Atap
A	90	3,2	Pelana
B	100	2,8	Limas
C	85	2,5	Datar
D	120	2,5	Datar
E	80	3,5	Pelana

Tabel 6
Dimensi Fisik Bangunan dan Tipe Atap Rumah Sampel

Table 6 memberikan data bahwa rumah E memiliki ruang paling tinggi (3,5 m) dan bentuk atap pelana, sehingga suhu dalam ruang tetap stabil sedangkan Rumah C dan D, dengan tinggi ruang hanya 2,5 m dan atap datar, mengalami suhu dalam ruang tertinggi karena udara panas terjebak di langit-langit rendah.

Bagian terakhir yang dianalisis dalam penelitian ini adalah pengukuran ketinggian lantai dan elevasi dari permukaan tanah. Pengukuran ini dilakukan dari permukaan tanah hingga lantai bangunan. Data yang didapatkan dari pengukura tersebut terdapat pada table di bawah ini.

Rumah	Ketinggian Lantai (cm)	Tipe Konstruksi
A	80	Semi-panggung
B	50	Benton cor
C	30	Benton cor
D	25	Benton cor
E	120	Rumah panggung

Tabel 7
Ketinggian Lantai dan Tipe Konstruksi Rumah Sampel

Berdasarkan data di table 7 ditemukan bahwa rumah E dengan elevasi tertinggi (120 cm) lebih tahan terhadap banjir lokal dan memiliki sirkulasi udara bawah lantai yang mendinginkan suhu ruang sedangkan rumah C dan D yang hanya 25–30 cm dari tanah lebih

rawan terhadap kelembapan dan efek panas tanah siang hari, berkontribusi pada suhu ruang yang tinggi. Dari keseluruhan perolehan data dapat disimpulkan bahwa temuan dari analisis aspek suhu dalam ruang, ventilasi silang, luas bukaan, tinggi ruang dan ketinggian lantai dapat dikatakan bahwa rumah A dan E adalah tipe rumah idaman dan rumah C dan D termasuk kategori kurang nyaman.

PENUTUP

Berdasarkan hasil observasi dan pengukuran terhadap lima unit rumah tinggal, dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor fisik bangunan seperti ventilasi silang, luas bukaan, tinggi ruang, serta ketinggian lantai memiliki pengaruh signifikan terhadap kenyamanan termal dalam ruang. Rumah-rumah yang memiliki ciri desain adaptif terhadap iklim tropis lembap—seperti ventilasi silang yang efektif, bukaan yang cukup (>20% dari luas lantai), tinggi ruang lebih dari 3 meter, serta elevasi lantai di atas 80 cm—mampu mempertahankan suhu dalam ruang pada kisaran 29–30°C di siang hari. Kondisi ini dianggap masih dalam batas nyaman tanpa memerlukan pendingin buatan secara terus-menerus. Sebaliknya, rumah yang tidak memiliki ventilasi silang, memiliki bukaan terbatas, ruang rendah, dan dibangun terlalu dekat dengan permukaan tanah, cenderung mengalami suhu dalam ruang yang tinggi (>33°C) pada siang hari. Situasi ini meningkatkan ketergantungan penghuni terhadap penggunaan kipas angin atau AC, yang pada akhirnya berdampak terhadap konsumsi energi dan emisi operasional.

Temuan ini memperkuat pentingnya strategi desain pasif dalam upaya adaptasi perubahan iklim di wilayah tropis seperti Banda Aceh, terutama dalam konteks pembangunan rumah tinggal rendah emisi dan berkelanjutan. Desain yang baik tidak hanya meningkatkan kenyamanan, tetapi juga berpotensi mengurangi penggunaan energi dan dampak lingkungan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

Agung Murti Nugroho. 2018. *Arsitektur Tropis Nusantara*. Malang: UB Press.

Dharmawan. 2016. Adaptasi Iklim pada Hunian Rumah Tinggal yang Menghadap Matahari. *Publikasi Ilmiah Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
hdl.handle.net/11617/8140.

Hendra Simbolon. 2017. Desain Rumah Tinggal yang Ramah Lingkungan untuk Iklim Tropis. *Educational Building: Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*. DOI: 10.24114/eb.v3i1.7443.

Muhammad Awaluddin Hamdy. 2021. Lingkungan dan Kenyamanan Termal Dalam Bangunan di Iklim Tropis Panas dan Lembab: Studi Literatur Sistematis. *Jurnal Arsitektur Sulapa*.
<https://journal.ft.unibos.ac.id/index.php/jas/article/view/487>.

Muhammad Elfan Akbariansyah. 2020. Adaptasi Desain Pada Tritisan Perumahan Minimalis Sesuai Iklim Tropis di Indonesia. *Reka Karsa: Jurnal Arsitektur*. DOI: 10.26760/rekakarsa.v7i1.3665.

Norbert Lechner. 2014. *Heating, Cooling, Lighting: Sustainable Design Methods for Architects*. New York: Wiley Publishing Company.

Tri Harso Karyono. 2013. *Arsitektur Kota Tropis Dunia Ketiga*. Depok: Rajawali Pers.

Victor Olgyay. 2015. *Design with Climate: Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism*. United States: Princeton University Press.