

LOSARI

JURNAL ARSITEKTUR KOTA DAN PEMUKIMAN

<http://jurnal.ft.umi.ac.id>

ARTIKEL RISET

URL artikel: <http://jurnal.ft.umi.ac.id/index.php/losari/article/view/1102082602>

Eksplorasi Strategi Desain Pasif untuk Meningkatkan Kenyamanan Termal pada Rancangan Tipikal Asrama Siswa Sekolah Rakyat di Makassar

Ahmad Nadhil Edar¹, Andi Muhammad Ikhsan²

¹Nagoya City University, Graduate School of Design and Architecture

²Program Studi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia

Email Korespondensi (*): andimuhammad.ikhsan@umi.ac.id

245881@ed.nagoya-cu.ac.jp¹, andimuhammad.ikhsan@umi.ac.id²

Abstract

This study aims to explore various passive design strategies to improve thermal comfort in typical dormitory designs for elementary school students in Makassar Regency, a region characterized by a tropical humid climate. By considering microclimatic conditions and the specific needs of child users, the study reviews innovations in local materials, natural ventilation systems, and bio-climatic adaptations such as shading vegetation and urban farming concepts. A literature review of recent studies (2021-2026) was conducted to identify best practices and research gaps in the application of passive design in dormitory buildings. Results indicate that integrating effective thermal materials, cross ventilation, stack ventilation, and bio-climatic elements significantly reduces indoor temperatures and enhances thermal comfort without additional energy loads. Furthermore, addressing the specific thermal perception of children highlights the need for more sensitive design approaches tailored to their requirements. Innovative recommendations for Makassar's context include the use of modified Trombe walls with local materials and hybrid passive-active ventilation systems powered by renewable energy. This study contributes valuable insights towards developing comfortable, energy-efficient, and sustainable school dormitories in tropical regions of Indonesia.

Keywords: thermal comfort, passive design, student dormitory, Sekolah Rakyat, tropical architecture, Indonesian climate.

PUBLISHED BY :

Engineering Faculty

Universitas Muslim Indonesia

Address :

Jl. Urip Sumoharjo Km. 5 (Kampus II UMI)

Makassar, Sulawesi Selatan.

Email :

losari.arsitekturjurnal@umi.ac.id

Phone : +62 81342502866

Article history :

Received 17 Juni 2026

Received in revised form 19 Juni 2026

Accepted 27 Juni 2026

Available online 31 Agustus 2026

licensed by [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi berbagai strategi desain pasif yang dapat meningkatkan kenyamanan termal pada rancangan tipikal asrama siswa sekolah rakyat di Kota Makassar, yang beriklim tropis lembap. Dengan mempertimbangkan kondisi mikroklimat dan kebutuhan spesifik pengguna anak-anak, studi ini mengkaji inovasi material lokal, sistem ventilasi alami, serta adaptasi bio-iklim seperti vegetasi peneduh dan konsep urban farming. Metode kajian literatur terkini (2021-2026) digunakan untuk mengidentifikasi praktik terbaik dan celah penelitian dalam penerapan desain pasif pada bangunan asrama. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi material termal efektif, ventilasi silang dan stack ventilation, serta elemen bio-iklim dapat secara signifikan menurunkan suhu dalam ruangan dan meningkatkan kenyamanan termal tanpa tambahan beban energi. Selain itu, pendalaman kebutuhan pengguna anak mengungkap pentingnya sensitivitas desain terhadap persepsi termal mereka. Rekomendasi inovatif untuk konteks Makassar meliputi penggunaan dinding trombe modifikasi dengan material lokal dan sistem ventilasi hibrid berbasis energi terbarukan. Studi ini memberikan kontribusi penting dalam mendukung pengembangan asrama sekolah yang nyaman, hemat energi, dan berkelanjutan di wilayah tropis Indonesia..

Kata kunci: kenyamanan termal, desain pasif, asrama mahasiswa, Sekolah Rakyat, arsitektur tropis, iklim Indonesia.

PENDAHULUAN

Kenyamanan termal yang memadai merupakan aspek fundamental dalam mendukung kesehatan dan performa akademik siswa, terutama pada lingkungan asrama yang digunakan sebagai tempat beristirahat pasca-kegiatan belajar [1]. Namun, banyak bangunan sekolah dan asrama di Indonesia yang belum mengintegrasikan parameter termal dalam perencanaannya, sehingga sering kali menyebabkan penurunan produktivitas siswa akibat kondisi ruang yang tidak optimal [2]. Tantangan iklim tropis yang ditandai dengan paparan radiasi matahari tinggi sepanjang tahun sering kali menyebabkan beban panas berlebih pada selubung bangunan, terutama pada orientasi fasad yang menghadap Timur dan Barat [3]. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi strategi desain pasif yang efektif dalam meminimalisir perolehan panas tanpa ketergantungan pada sistem pendingin aktif guna mencapai stabilitas suhu ruang yang lebih baik serta meningkatkan durabilitas kenyamanan termal secara berkelanjutan bagi para penghuni [4] [5]. penerapan pendekatan ini diharapkan mampu memberikan pedoman praktis bagi pengembangan asrama yang tidak hanya adaptif terhadap lingkungan, tetapi juga efisien dalam penggunaan energi [6], [7]. Kondisi ini menuntut adanya intervensi desain yang spesifik, mengingat karakteristik bangunan sekolah di Indonesia umumnya belum secara khusus mengintegrasikan aspek kenyamanan termal melampaui pemenuhan kebutuhan fungsional dasar [8]. Padatnya massa bangunan di lingkungan pendidikan kerap menghambat sirkulasi udara alami dan membatasi akses pencahayaan, sehingga menurunkan efektivitas proses pendinginan evaporatif yang krusial di daerah tropis [9]. Pengembangan solusi desain pasif melalui optimalisasi orientasi massa dan penempatan vegetasi strategis dipandang sebagai langkah krusial untuk memitigasi efek perubahan iklim mikro di kawasan pendidikan [10], [11].

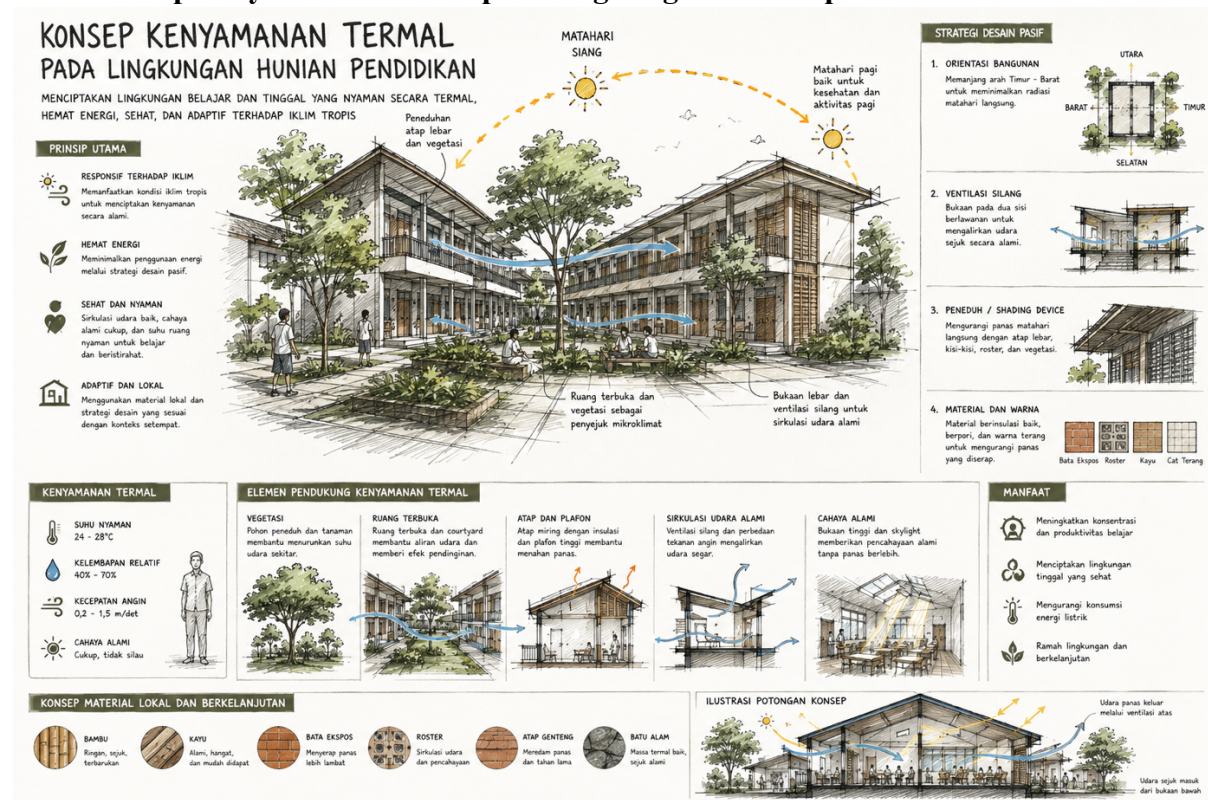
Optimalisasi ini mencakup penerapan sistem ventilasi silang (*cross-ventilation*) serta penggunaan elemen peneduh pada selubung bangunan yang mampu menyelaraskan suhu internal dengan kebutuhan penghuni [12], [13]. Melalui integrasi strategi tersebut, diharapkan tercipta lingkungan yang mendukung kesehatan emosional serta performa akademik siswa secara jangka panjang [14]. Secara khusus, intervensi ini bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana konfigurasi ruang, seperti pemanfaatan halaman dalam (*courtyard*), dapat meningkatkan kinerja termal asrama dan menciptakan zona adaptasi yang responsif terhadap pola pergerakan penghuni [15]. Pengembangan ini selaras dengan kebutuhan akan bangunan adaptif yang mampu merespons perubahan kondisi lingkungan luar dan kebutuhan penghuni secara berkelanjutan [16]. Implementasi desain tersebut menekankan pada integrasi material lokal dan sistem fasad dinamis guna menekan perolehan radiasi termal secara signifikan. Pendekatan ini juga bertujuan untuk memvalidasi efektivitas penggunaan sumber daya alam seperti sinar matahari dan aliran angin sebagai instrumen utama dalam meningkatkan efisiensi energi bangunan [17]. Integrasi metode ini diharapkan dapat mengatasi kesenjangan antara kondisi fisik bangunan dan persepsi subjektif penghuni, yang sering kali tidak selaras dalam lingkungan pendidikan tropis [18]. Selain itu, upaya mitigasi ini menjadi semakin mendesak karena fluktuasi suhu dan kelembapan yang tinggi terbukti secara empiris dapat menurunkan konsentrasi serta performa tugas akademik para siswa [19]. Mengingat pentingnya kualitas lingkungan belajar bagi prestasi siswa, intervensi desain ini berfokus pada perancangan yang mampu menyeimbangkan kenyamanan termal dengan pengurangan kebutuhan pendingin mekanis [20]. Upaya ini juga menekankan pentingnya mempertimbangkan kebutuhan fisiologis dan psikologis siswa dalam menciptakan lingkungan yang berpusat pada manusia [21].

Penelitian ini juga mengkaji pemanfaatan elemen transisi dan desain fasad sebagai strategi mitigasi panas yang krusial bagi bangunan sekolah di iklim tropis [22], [23]. Dengan memaksimalkan rasio bukaan ventilasi alami, desain ini berupaya mencapai standar area sirkulasi udara minimal 10% dari luas lantai untuk mencegah kelembapan berlebih yang berdampak buruk pada kesehatan penghuni [24]. Selain itu, penggunaan strategi ventilasi yang dioptimalkan secara spasial bertujuan untuk memitigasi anomali termal yang sering terjadi dalam ruang hunian asrama yang padat, terutama pada area tidur dengan kepadatan tinggi yang cenderung mengalami akumulasi panas signifikan akibat keterbatasan sirkulasi silang [25], [26]. Analisis mendalam terhadap koefisien ventilasi alami menjadi parameter krusial dalam menentukan efisiensi aliran udara untuk menciptakan kondisi termal yang ideal di dalam kelas maupun ruang komunal [27]. Melalui pendekatan integratif ini, desain asrama diharapkan mampu menjadi model prototipe yang adaptif dalam menjawab tantangan iklim mikro yang kian ekstrem di lingkungan pendidikan Indonesia [28]. Studi ini secara khusus akan mengevaluasi efektivitas konfigurasi bukaan jendela dan dimensi ventilasi dalam memodulasi distribusi aliran udara untuk menurunkan intensitas ketidaknyamanan termal pada unit asrama [29], [30]. Optimalisasi bukaan ini menjadi langkah fundamental dalam memenuhi standar kenyamanan termal 25 °C – 27 °C, sekaligus

memitigasi dampak buruk suhu tinggi terhadap fokus dan kesehatan fisik para siswa [31], mengingat paparan suhu yang tinggi dan sirkulasi udara yang tidak memadai terbukti secara signifikan menurunkan kapasitas belajar serta memicu stres dan kelelahan fisik pada penghuni [32], [33]. Selaras dengan temuan empiris, optimalisasi distribusi aliran udara melalui penempatan ventilasi yang strategis di berbagai sisi bangunan terbukti mampu menurunkan suhu ruang secara signifikan [34]. Selain itu, penerapan material dengan nilai absorpsi panas yang rendah pada selubung luar bangunan, seperti pemilihan gradasi cat eksterior yang cerah, turut berkontribusi dalam menekan beban pendinginan termal.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Konsep kenyamanan termal pada lingkungan hunian pendidikan



Gambar. 1 Konsep kenyamanan Termal Pada Lingkungan Hunian Pendidikan

Kenyamanan termal dalam ruang pendidikan tidak hanya berpengaruh pada aspek fisiologis, tetapi juga berperan krusial dalam menjaga konsentrasi serta kualitas performa akademik siswa secara berkelanjutan [35]. Konsep ini mencakup interaksi kompleks antara faktor fisik, psikologis, dan fisiologis yang menentukan keberterimaan penghuni terhadap kondisi iklim di dalam ruang [36]. Secara empiris, kenyamanan ini didefinisikan sebagai kondisi saat penghuni tidak merasakan beban termal berlebih, baik berupa panas maupun dingin, yang secara langsung berkorelasi dengan persepsi subjektif mereka selama proses kegiatan belajar berlangsung [37]. Penyediaan lingkungan dengan standar kenyamanan termal yang memadai terbukti menjadi indikator kunci keberhasilan aktivitas belajar-

mengajar di institusi formal[38]. Namun, pada lingkungan pendidikan beriklim tropis, sering terjadi ketidakselarasan antara kondisi aktual ruang dengan standar kenyamanan yang diakui secara internasional, yang berakibat pada penurunan produktivitas dan fokus siswa [39], [40]. Kondisi ini diperparah oleh suhu operasional di dalam asrama yang sering melampaui ambang batas 30°C, sehingga menciptakan lingkungan hunian yang secara signifikan gagal memenuhi kriteria kenyamanan termal bagi penghuni [41]

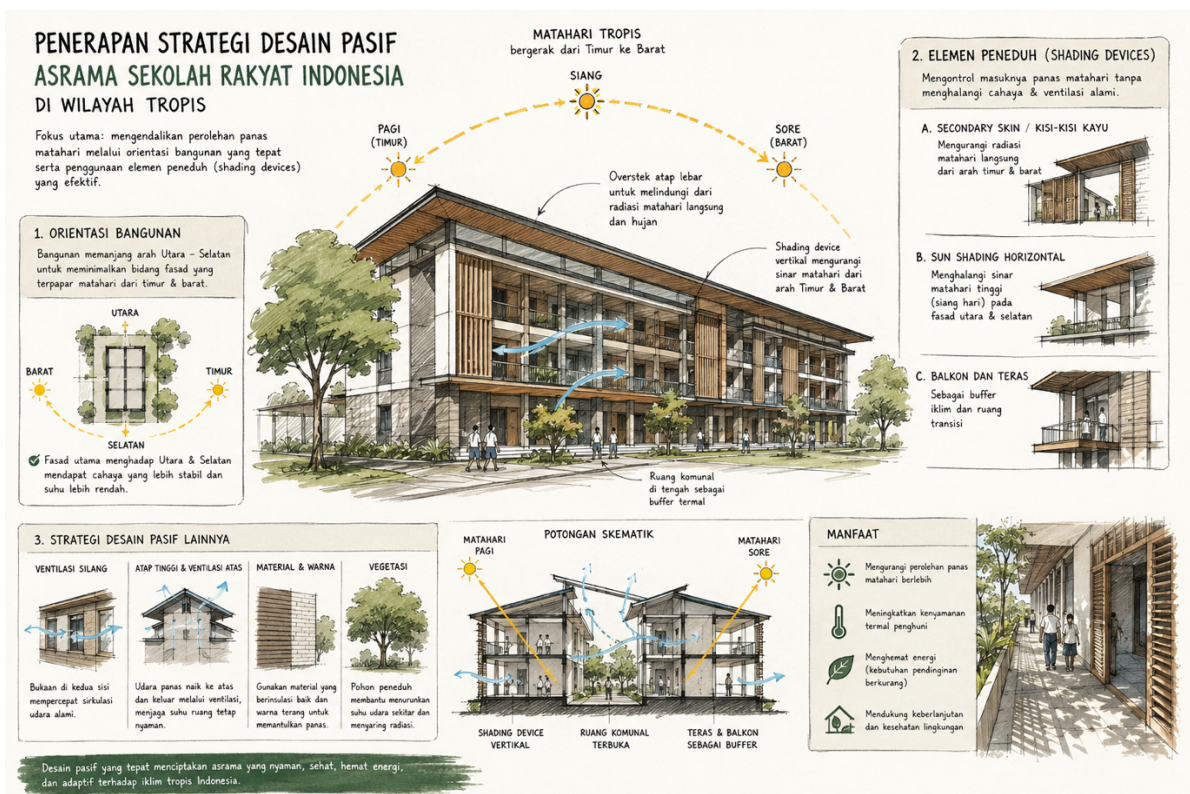
Pencapaian kenyamanan ini sangat krusial, mengingat paparan suhu tinggi yang konstan secara empiris berkorelasi dengan penurunan gairah belajar, kelelahan fisik, dan hilangnya fokus siswa dalam mengikuti kegiatan akademik [42]. Oleh karena itu, adaptasi penghuni terhadap lingkungan yang memiliki kelembapan tinggi dan kecepatan udara rendah menjadi mekanisme penentu dalam mempertahankan keseimbangan termal di tengah keterbatasan sarana pendingin buatan [43], [44]. Dalam konteks ini, penerapan model kenyamanan termal adaptif sering kali menjadi strategi yang lebih efektif dan efisien dibandingkan upaya pendinginan mekanis yang intensif [45]. Pendekatan adaptif ini menekankan pada kemampuan penghuni untuk menyesuaikan perilaku atau preferensi termal mereka, yang secara signifikan mengurangi ketergantungan pada sistem pendingin aktif dan mendukung terciptanya efisiensi energi yang berkelanjutan pada fasilitas pendidikan [46]. Lebih lanjut, ketergantungan pada pendingin mekanis yang berlebihan sering kali tidak memberikan hasil optimal dalam meningkatkan performa siswa jika tidak dibarengi dengan pendekatan desain yang responsif terhadap karakteristik termal lokal [47]. Oleh karena itu, integrasi desain arsitektur yang mengoptimalkan penghawaan alami menjadi esensial untuk menjamin performa optimal siswa tanpa mengorbankan efisiensi operasional bangunan [48].

2. Prinsip desain pasif untuk bangunan beriklim tropis

Penerapan strategi desain pasif di wilayah tropis berfokus pada pengendalian perolehan panas matahari melalui orientasi bangunan yang tepat serta penggunaan elemen peneduh seperti *shading devices* yang efektif [49]. Strategi ini bertujuan meminimalkan paparan radiasi matahari langsung pada selubung bangunan sekaligus menjaga akses cahaya alami yang memadai untuk aktivitas visual [50]. Penggunaan perangkat peneduh yang tepat dapat mereduksi nilai *Overall Thermal Transfer Value* hingga 10%, terutama pada fasad yang menghadap ke arah timur dan barat, guna menyeimbangkan antara performa termal dan penetrasi cahaya matahari [51]. Selain itu, pemanfaatan teknik ventilasi silang (*cross-ventilation*) melalui penempatan bukaan yang simetris pada dinding bangunan berfungsi mengoptimalkan laju aliran udara alami, yang krusial dalam mereduksi akumulasi panas dan kelembapan tinggi khas daerah ekuator [52].

Pemanfaatan massa bangunan yang kompak dengan rasio luas permukaan terhadap volume yang tepat juga berperan penting dalam meminimalkan paparan radiasi matahari, sembari memastikan

setiap ruang mendapatkan akses sirkulasi udara yang memadai. Lebih lanjut, integrasi elemen vegetasi dan atap hijau pada selubung bangunan mampu menurunkan suhu operasional secara pasif melalui proses evapotranspirasi dan perlindungan dari radiasi langsung. Penggunaan material lokal dengan massa termal yang sesuai juga dapat mengoptimalkan stabilitas suhu internal bangunan, terutama saat berhadapan dengan fluktuasi cuaca ekstrem di wilayah tropis [53], [54]. Strategi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi energi bangunan, tetapi juga menciptakan harmoni antara kebutuhan fungsional penghuni dan identitas arsitektur tropis yang modern [55]. Selanjutnya, penggunaan fitur arsitektural seperti secondary skin dan overstek yang lebar menjadi solusi krusial untuk menahan curah hujan lebat serta intensitas radiasi matahari yang tinggi di Indonesia.



Gambar.2 Prinsip desain pasif untuk bangunan beriklim tropis

3. Karakteristik rancangan tipikal asrama siswa di Indonesia

Rancangan asrama siswa di Indonesia umumnya dicirikan oleh pola massa yang linear dengan koridor tunggal atau ganda yang difungsikan sebagai akses utama sekaligus saluran penghawaan alami [56]. Namun, efektivitas sistem ventilasi pada konfigurasi ini sering kali terhambat oleh orientasi bangunan yang kurang tepat dan rasio bukaan yang tidak seimbang, sehingga memicu peningkatan beban termal di dalam unit hunian [57], [58]. Selain itu, penggunaan proporsi kaca yang berlebihan pada fasad bangunan tanpa proteksi peneduh yang memadai kerap memperburuk akumulasi panas internal, yang pada akhirnya meningkatkan ketergantungan pada sistem pendingin mekanis [59].



Gambar. 3 Karakteristik rancangan tipikal asrama siswa di Indonesia

Konfigurasi tipikal ini sering kali belum mengoptimalkan potensi elemen arsitektural seperti *void* untuk memfasilitasi ventilasi vertikal yang mampu mempercepat sirkulasi udara di area hunian padat [60]. Penggunaan material dinding dengan kapasitas penyimpanan panas yang rendah serta kurangnya integrasi lahan terbuka hijau di sekitar asrama turut memperburuk retensi panas, sehingga menciptakan kondisi termal yang tidak ideal bagi penghuni. Selain itu, keterbatasan area untuk kegiatan komunal dan pendukung sering kali membatasi ruang bagi mahasiswa untuk beradaptasi secara sosial dan fungsional di lingkungan hunian mereka [61], [62]. Transformasi desain pada tipikal asrama ini menuntut reevaluasi terhadap peletakan *core* bangunan dan balkon sebagai zona penyangga untuk meminimalisir transfer panas langsung ke ruang privat [63]. Optimalisasi ruang transisi ini, melalui penggunaan material lokal yang memiliki sifat insulasi termal baik, dapat membantu menjaga stabilitas suhu di dalam kamar tidur siswa [64].

Selain itu, integrasi fasilitas komunal yang terencana dengan baik dalam layout asrama dapat meningkatkan interaksi sosial sekaligus berfungsi sebagai zona sirkulasi udara yang lebih terbuka. Pengaturan tata ruang yang inklusif ini juga memungkinkan efektivitas sirkulasi udara lintas ruang yang lebih optimal melalui pemanfaatan fasad berpori atau roster sebagai elemen arsitektural utama [65]. Pemanfaatan bukaan yang dirancang secara strategis ini terbukti mampu memperbaiki kecepatan aliran udara secara signifikan, terutama pada unit asrama yang sebelumnya mengalami stagnasi sirkulasi akibat desain akses ventilasi tunggal [66]. Dalam konteks ini, penelitian menunjukkan bahwa pemilihan

tipe bukaan jendela yang tepat serta pengaturan orientasi ruang yang cermat sangat krusial dalam upaya menurunkan suhu internal dan kelembapan di lingkungan asrama [67], [68].

Peningkatan kualitas kenyamanan termal ini pada akhirnya menjadi determinan utama dalam menunjang produktivitas akademik serta kesejahteraan psikologis penghuni selama beraktivitas di dalam kamar, [69]. Dengan demikian, pengembangan tipologi asrama yang berkelanjutan harus mengintegrasikan aspek perilaku penghuni ke dalam pemrograman ruang untuk menciptakan keseimbangan antara fungsi fungsional, sirkulasi sosial, dan efisiensi termal [70], memastikan bahwa setiap elemen desain tidak hanya merespons tuntutan iklim, tetapi juga mengakomodasi pola aktivitas dan interaksi sosial penghuni [71], [72]. Pendekatan desain holistik ini mengakui bahwa kamar tidur merupakan teritori personal utama bagi siswa untuk beristirahat, sehingga kualitas termal yang optimal di ruang privat tersebut menjadi fondasi kenyamanan yang mendukung performa akademik [73], [74]. Oleh karena itu, penyelarasan antara standar kenyamanan fisiologis dan aspek psikologis, seperti privasi dan rasa aman, perlu diintegrasikan secara komprehensif ke dalam strategi perancangan ruang hunian untuk memenuhi standar kualitas lingkungan yang ideal [75].

METODOLOGI

1. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menerapkan pendekatan metode campuran (*mixed-methods*) untuk mengkaji kebutuhan hunian yang dinamis melalui analisis silang antara studi literatur sistematis dan observasi empiris pada tipologi asrama. Pendekatan ini dipilih untuk memahami secara mendalam hubungan antara karakteristik rancangan tipikal asrama siswa Sekolah Rakyat, kondisi lingkungan termal, persepsi penghuni, serta strategi adaptasi yang dilakukan untuk mencapai kenyamanan termal. Prosedur pengumpulan data primer mencakup pengukuran lapangan terhadap variabel suhu, kelembapan, dan kecepatan angin untuk menguji kinerja termal secara kuantitatif. Penelitian tidak diarahkan terutama untuk menghasilkan nilai indeks kenyamanan termal secara kuantitatif, tetapi untuk mengidentifikasi pengalaman termal, pola perilaku, karakteristik arsitektural, dan strategi desain pasif yang berpotensi meningkatkan kenyamanan penghuni.

2. Objek dan Unit Analisis

Objek penelitian adalah rancangan tipikal asrama siswa Sekolah Rakyat di Indonesia, khususnya ruang-ruang yang digunakan siswa untuk aktivitas hunian dan istirahat. Unit analisis dibatasi pada elemen arsitektural yang memiliki dampak langsung terhadap persepsi kenyamanan, seperti sistem ventilasi, fasad bangunan, dan keterbukaan ruang, dengan mengintegrasikan studi ergonomi serta antropometri sebagai acuan utama dalam menentukan standar kebutuhan ruang yang ideal. Analisis ini juga

menekankan pada evaluasi ambang kenyamanan hunian (*habitability threshold*) yang mengintegrasikan persepsi psikologis dan fungsionalitas ruang untuk menilai sejauh mana adaptasi spasial mampu memenuhi kebutuhan penghuni. Selanjutnya, parameter evaluasi kenyamanan termal akan difokuskan pada korelasi antara data suhu, kelembapan, dan kecepatan angin hasil pengukuran di lokasi dengan persepsi kenyamanan subjektif penghuni.

3. Lokasi dan Pemilihan Kasus

Penelitian dibatasi pada satu lokasi yaitu pada Asrama Sekolah Rakyat di Kota Makassar Sulawesi selatan, desain penelitian dapat menggunakan single case study dengan beberapa unit ruang sebagai subkasus. Pemilihan kasus ini didasarkan pada konteks iklim tropis lembap Kota Makassar, Sulawesi Selatan, yang menuntut penerapan strategi desain bioklimatik sebagai pendekatan pasif untuk mengendalikan panas dan meningkatkan efisiensi energi bangunan. Pendekatan ini diperkuat dengan evaluasi komparatif terhadap parameter suhu udara dan kelembapan relatif yang disesuaikan dengan standar SNI 03-6572-2001 guna memetakan zona kenyamanan termal secara presisi.

4. Sumber dan Teknik Pengumpulan Data

Observasi dilakukan untuk mengidentifikasi karakteristik fisik bangunan yang berkaitan dengan kenyamanan termal, terutama mencakup analisis orientasi massa bangunan, konfigurasi bukaan, dan penggunaan vegetasi di sekitar tapak untuk meminimalkan radiasi matahari langsung sekaligus mengoptimalkan potensi aliran angin di tapak. Selain itu, teknik wawancara terstruktur diterapkan untuk menggali persepsi subjektif siswa mengenai pengalaman termal mereka selama menempati ruang hunian, guna melengkapi data objektif yang diperoleh melalui pengukuran lapangan. Data yang terkumpul dari kedua instrumen tersebut kemudian diintegrasikan untuk memetakan kesenjangan antara kondisi termal eksisting dengan standar kenyamanan adaptif penghuni.

5. Teknik Analisis Data

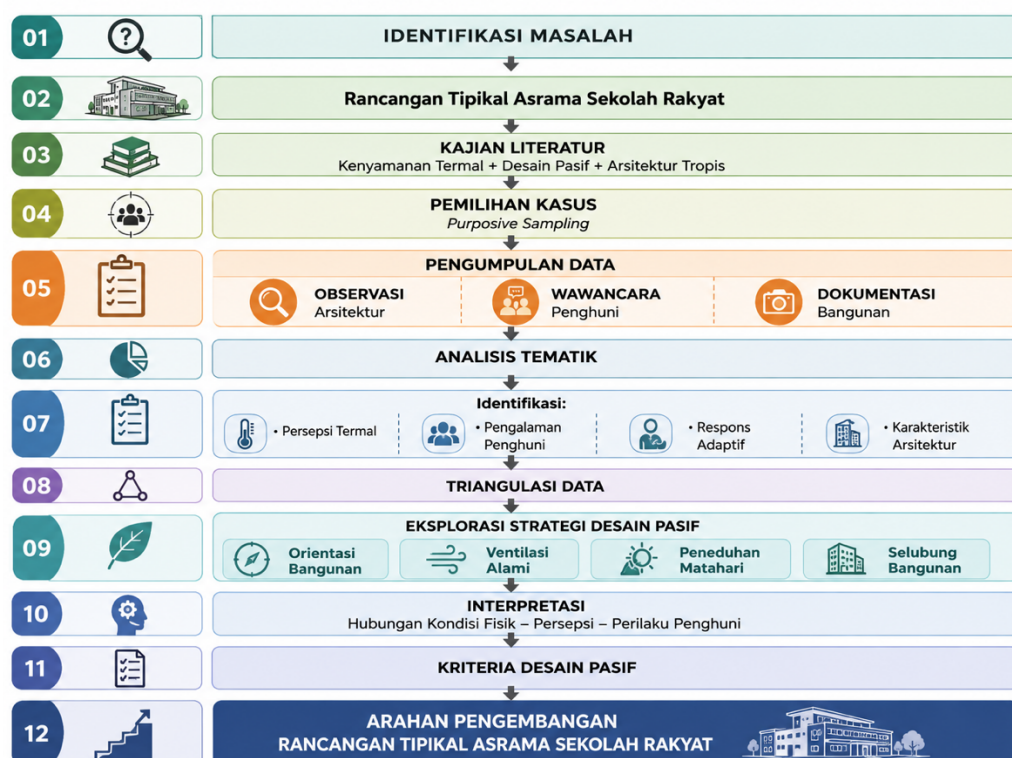
Analisis dilakukan menggunakan **analisis tematik (thematic analysis)**. Proses ini dilakukan melalui reduksi data wawancara dan observasi fisik untuk mengidentifikasi pola desain pasif yang berpotensi meningkatkan persepsi subjektif penghuni, serta didukung oleh analisis komparatif terhadap elemen desain bioklimatik untuk memformulasikan rekomendasi strategi mitigasi panas yang relevan dengan konteks asrama tropis. Selain itu, parameter evaluasi kenyamanan termal difokuskan pada korelasi antara suhu udara dan kelembapan relatif sebagai variabel yang paling berpengaruh terhadap kualitas lingkungan dalam ruang.

a. Analisis Strategi Desain Pasif

Temuan lapangan kemudian dipetakan terhadap beberapa kelompok strategi desain pasif:

- 1) Orientasi Bangunan Analisis ini menilai penempatan massa bangunan terhadap lintasan matahari untuk mengurangi paparan radiasi langsung pada selubung bangunan sekaligus mengoptimalkan potensi ventilasi silang.
- 2) Ventilasi Alami Analisis ini mengevaluasi efektivitas konfigurasi bukaan dalam mengoptimalkan pertukaran udara dan pergerakan angin untuk menurunkan suhu operasional ruang hunian serta meningkatkan kenyamanan termal penghuni.
- 3) Peneduhan dan perlindungan terhadap matahari: strategi ini mengkaji penerapan elemen peneduh horizontal maupun vertikal untuk mengurangi masuknya radiasi panas melalui bukaan serta permukaan dinding bangunan.
- 4) Materialitas dan massa termal: analisis ini mengkaji efektivitas material bangunan dengan kapasitas penyimpanan panas rendah maupun tinggi dalam mengendalikan fluktuasi suhu internal sepanjang hari

b. Kerangka Metodologi Penelitian



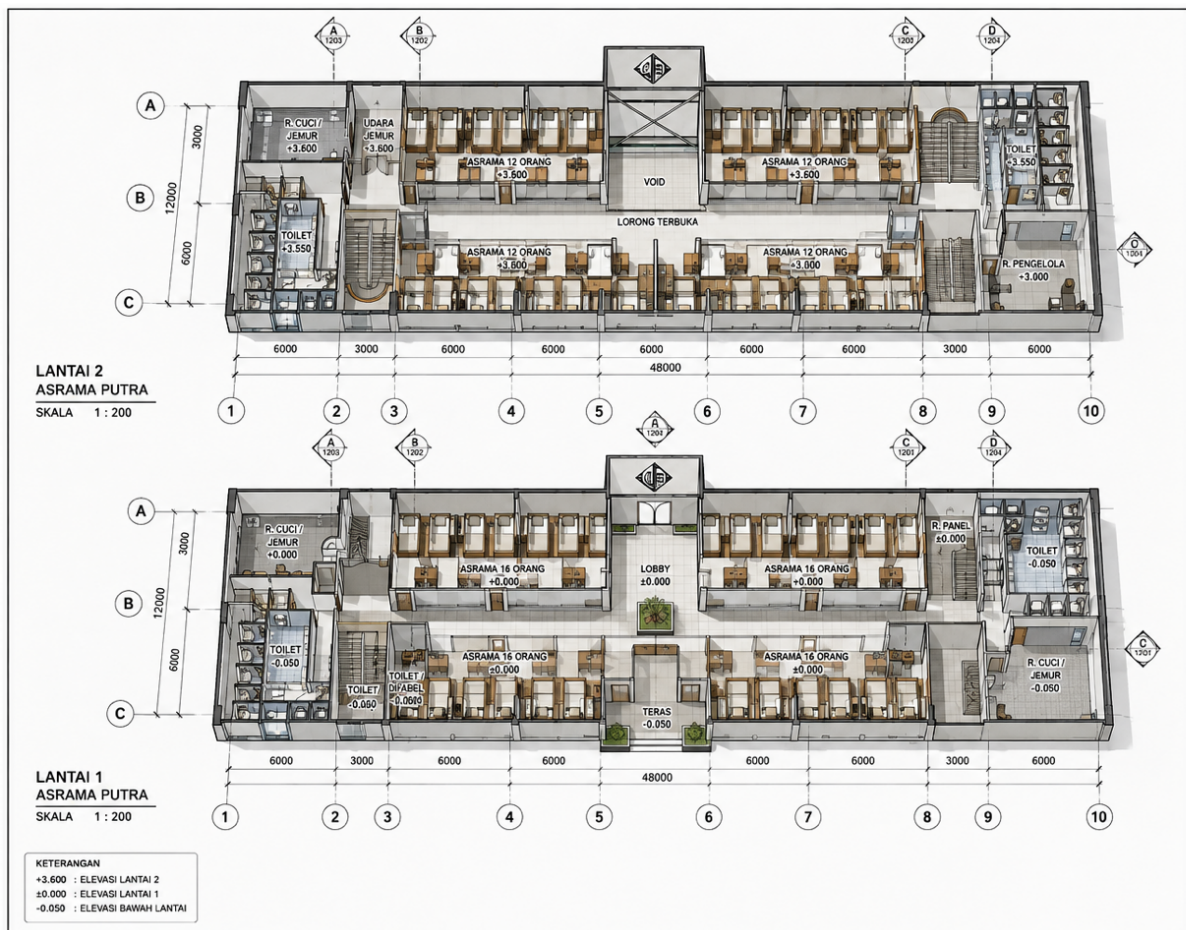
Gambar. 4 Kerangka Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Identifikasi strategi desain pasif yang relevan

Strategi yang diidentifikasi meliputi optimalisasi orientasi massa bangunan untuk meminimalkan beban termal radiasi matahari serta pemanfaatan ventilasi silang guna memfasilitasi pertukaran udara alami secara kontinu. Selain itu, penerapan perangkat peneduh eksternal dan pemilihan material konstruksi dengan transmisi termal rendah menjadi krusial untuk melindungi ruang interior dari radiasi panas langsung [76]. Integrasi elemen lanskap seperti vegetasi dan penggunaan atap hijau juga diterapkan untuk menurunkan suhu lingkungan sekitar melalui efek pendinginan evaporatif serta meningkatkan efektivitas pendinginan malam hari melalui ventilasi alami yang terukur [77]. Penerapan metode ini terbukti secara signifikan menurunkan perolehan panas (heat gain) pada ruang hunian tanpa harus bergantung pada sistem pendinginan buatan yang intensif energi [78], [79].

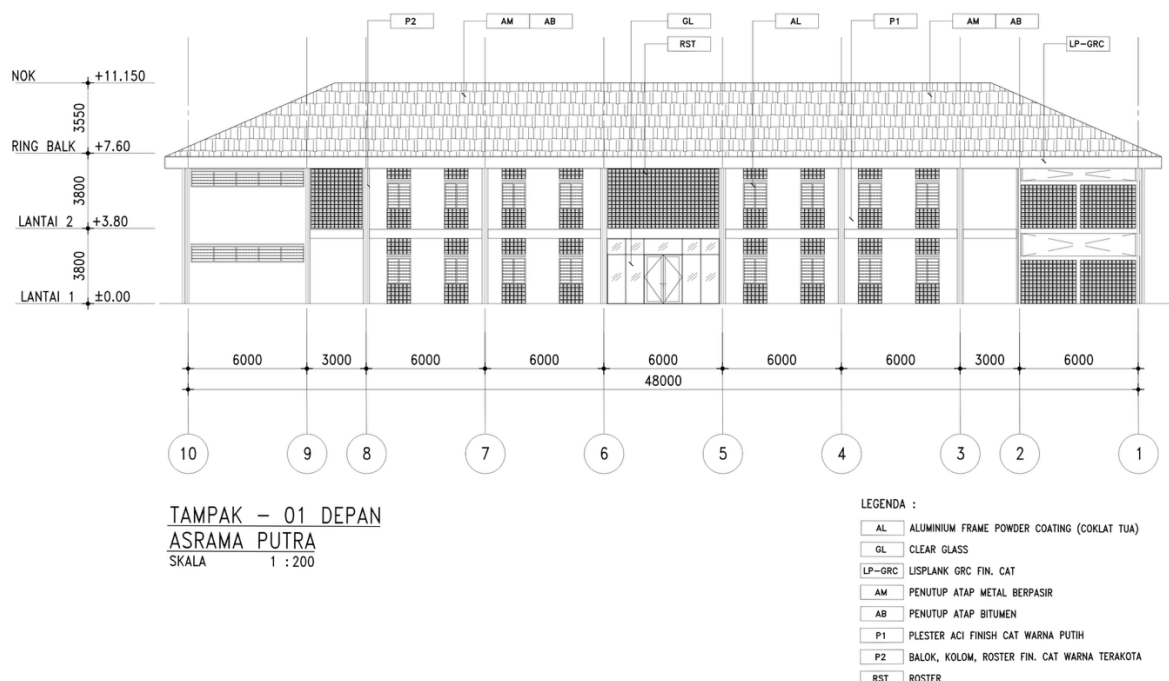


Gambar. 5 Denah Tipikal Asrama

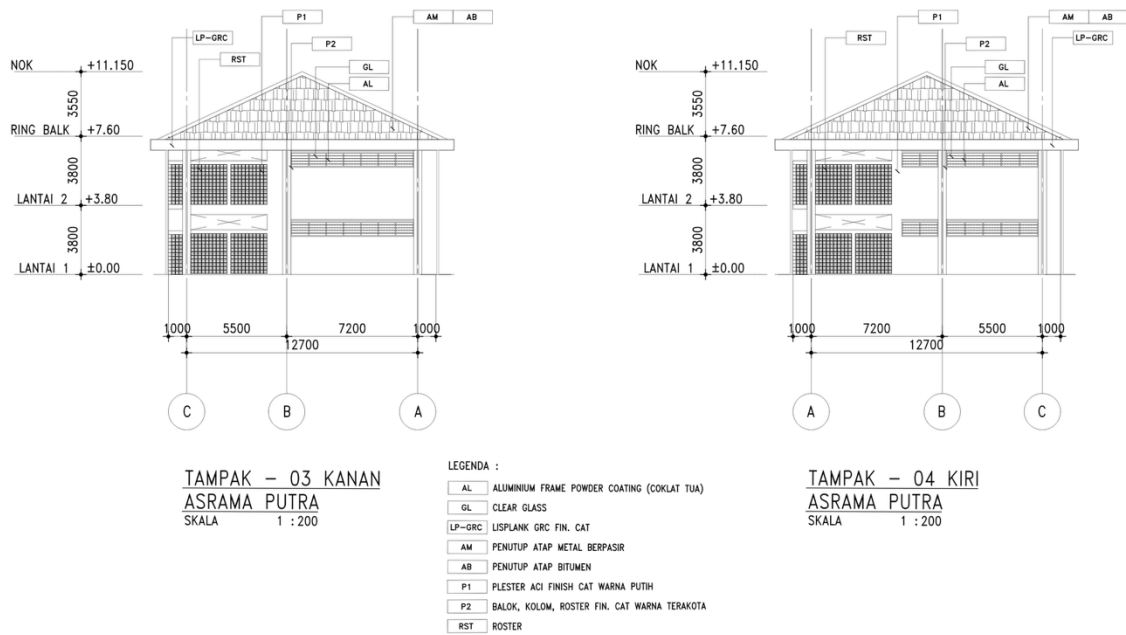
Respons rancangan terhadap iklim setempat diwujudkan melalui konfigurasi massa yang adaptif untuk menangkap pola angin dominan, guna memastikan sirkulasi udara yang mampu menurunkan suhu operasional secara berkelanjutan. Strategi intervensi pada bukaan, seperti integrasi

sirip peneduh (*overhangs*) dan pengurangan luas bukaan pada fasad timur-barat, secara efektif meminimalisir perolehan panas radiasi sekaligus mereduksi fluktuasi suhu udara dalam ruang [80]. Selain itu, penggunaan insulasi tambahan pada selubung bangunan terbukti menjadi strategi efektif untuk menjaga stabilitas suhu interior meskipun terpapar fluktuasi iklim eksternal yang signifikan. Selain itu, optimalisasi penempatan material pengubah fase pada dinding yang menghadap orientasi timur dan barat dapat meningkatkan stabilitas termal serta memperpanjang durasi kenyamanan penghuni sesuai standar adaptif. Pendekatan sistematis ini selaras dengan prinsip desain yang mengedepankan orientasi utara-selatan untuk mereduksi absorpsi panas secara substansial pada selubung bangunan [81], serta pemanfaatan bukaan terarah untuk memaksimalkan laju aliran udara melalui efek ventilasi silang yang terukur [82], [83].

Optimalisasi desain ini memvalidasi bahwa orientasi bangunan yang tepat mampu memitigasi beban panas secara signifikan, terutama saat menghadapi paparan radiasi dari arah barat dan selatan [84]. Lebih lanjut, penggunaan material dengan kapasitas termal yang tepat pada fasad dapat meningkatkan stabilitas suhu ruangan, terutama saat diaplikasikan pada orientasi bangunan yang paling rentan terhadap paparan sinar matahari. Selain itu, integrasi elemen vegetasi di sekitar asrama berfungsi sebagai penghalang panas alami melalui mekanisme peneduhan dan evapotranspirasi yang mampu menurunkan suhu lingkungan mikro secara efektif [85], serta berfungsi sebagai filter radiasi matahari yang mampu mereduksi akumulasi panas pada permukaan dinding eksterior yang terpapar langsung [4], [86]



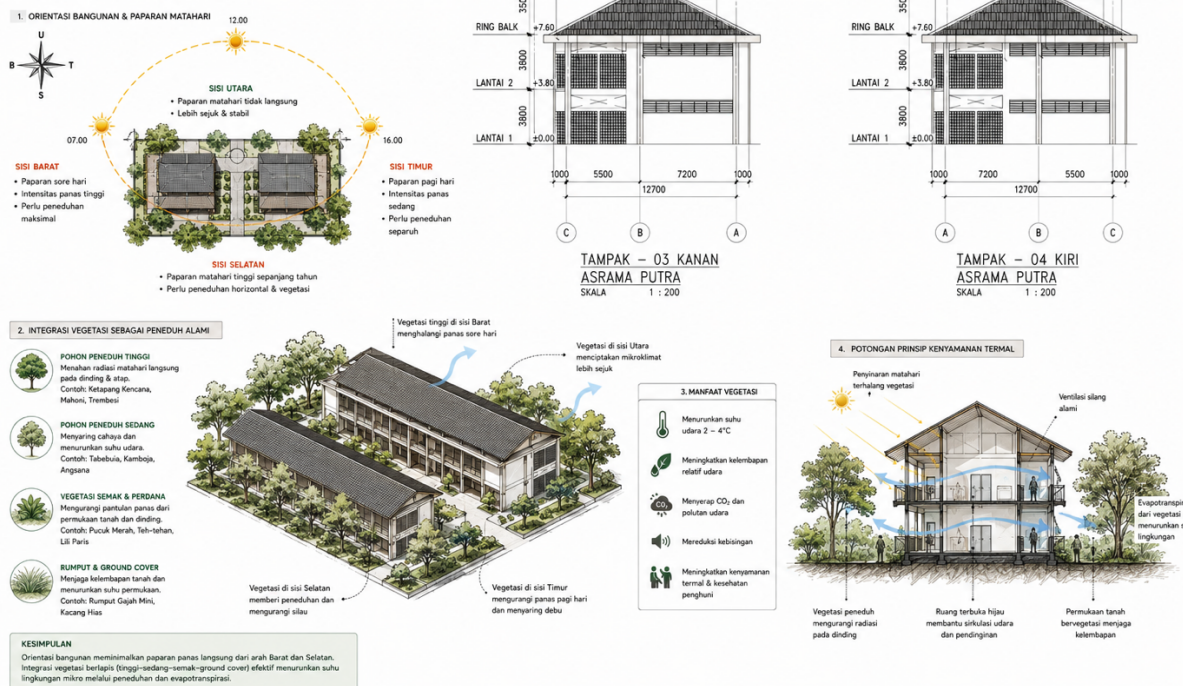
Gambar. 6 Tampak Depan



Gambar. 7 Tampak Samping

ORIENTASI & VEGETASI ASRAMA PUTRA

Strategi pengendalian panas matahari melalui orientasi bangunan dan vegetasi

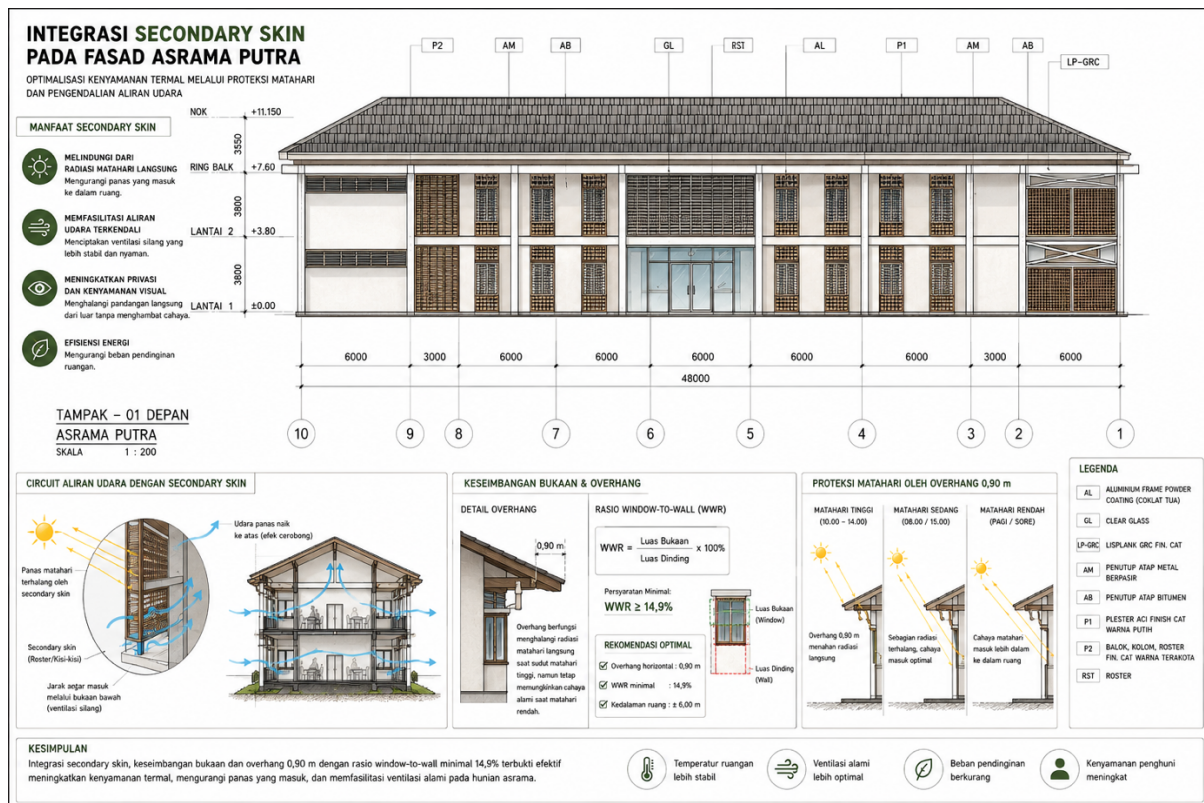


Gambar. 8 Orientasi dan Vegetasi

2. Pengaruh strategi desain terhadap kondisi termal asrama

Pemanfaatan material dengan nilai transmisi panas yang rendah pada selubung bangunan, seperti dinding *calciboard* berventilasi, turut berkontribusi dalam menjaga laju aliran panas tetap berada di

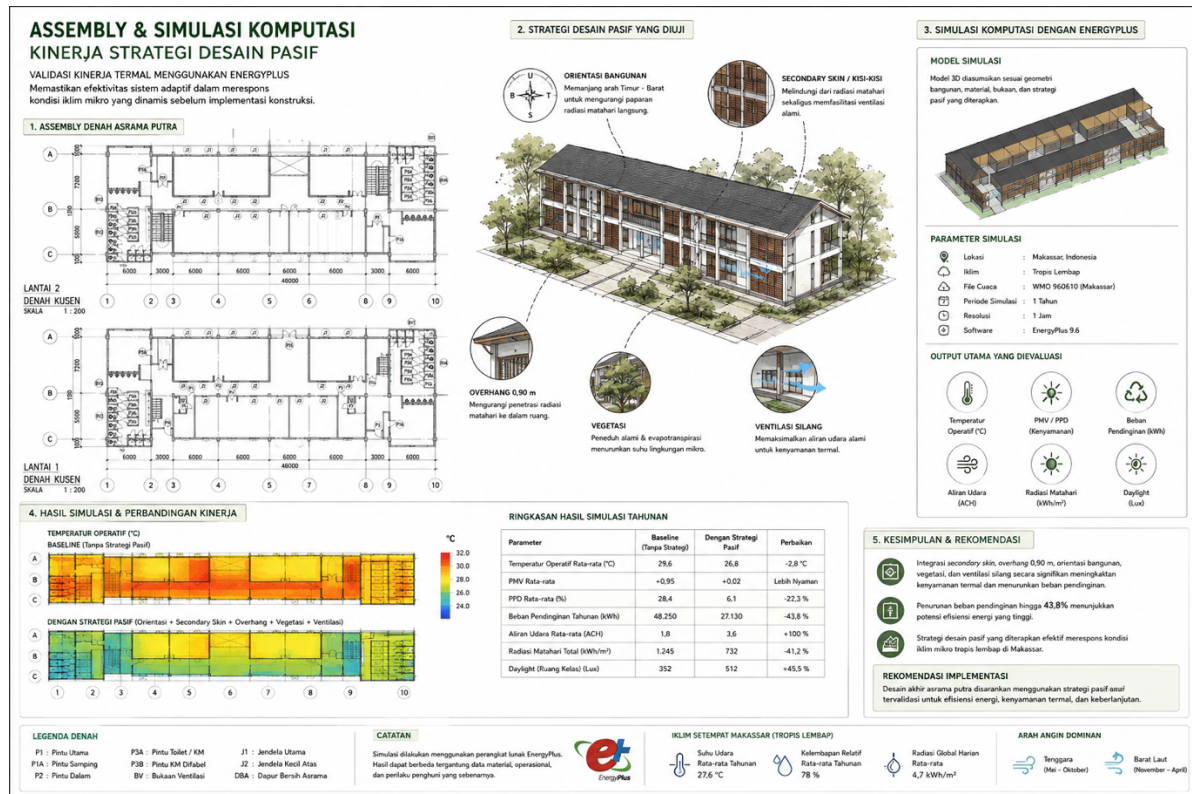
bawah 35 W/m², sehingga memitigasi akumulasi panas secara lebih efektif [92]. Pemanfaatan material *Phase Change Materials* pada dinding yang terpapar radiasi tinggi juga terbukti mampu meningkatkan durasi kenyamanan termal hingga 63,0% dengan menjaga stabilitas suhu di dalam ruang hunian [4]. Penyesuaian rasio bukaan terhadap dinding yang proporsional tidak hanya berfungsi menekan perolehan panas, tetapi juga memastikan distribusi suhu yang merata di seluruh zona hunian [5], [93]. Pendekatan ini mengonfirmasi bahwa pengelolaan radiasi matahari melalui kontrol fasad yang komprehensif menjadi kunci dalam menciptakan kenyamanan termal yang stabil di lingkungan asrama [7], [94].



Gambar. 9 Integrasi Secondary Skin pada Fasad Asrama

Integrasi desain yang cermat pada elemen selubung dan spesifikasi bukaan tersebut terbukti mampu meningkatkan efisiensi energi bangunan secara signifikan dengan mereduksi konsumsi listrik untuk pendinginan ruang [95]. Penggunaan sistem fasad dua lapis atau *secondary skin* melalui vegetasi vertikal juga telah terbukti menurunkan beban pendinginan secara signifikan pada bangunan pendidikan di iklim tropis [96]. Dengan demikian, pemanfaatan fasad yang responsif terhadap radiasi matahari pada orientasi Timur dan Barat menjadi langkah mitigasi esensial untuk membatasi perolehan panas eksternal sepanjang tahun [3]. Implementasi strategi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi energi melalui penurunan beban pendinginan, tetapi juga menjamin terciptanya lingkungan belajar yang kondusif dengan meminimalkan fluktuasi suhu interior secara konsisten [97], [98]. Integrasi simulasi komputasi seperti *Energi Plus* dapat digunakan untuk memvalidasi kinerja strategi-strategi tersebut sebelum tahap

implementasi konstruksi, guna memastikan efektivitas sistem adaptif dalam merespons kondisi iklim mikro yang dinamis [99], [100].



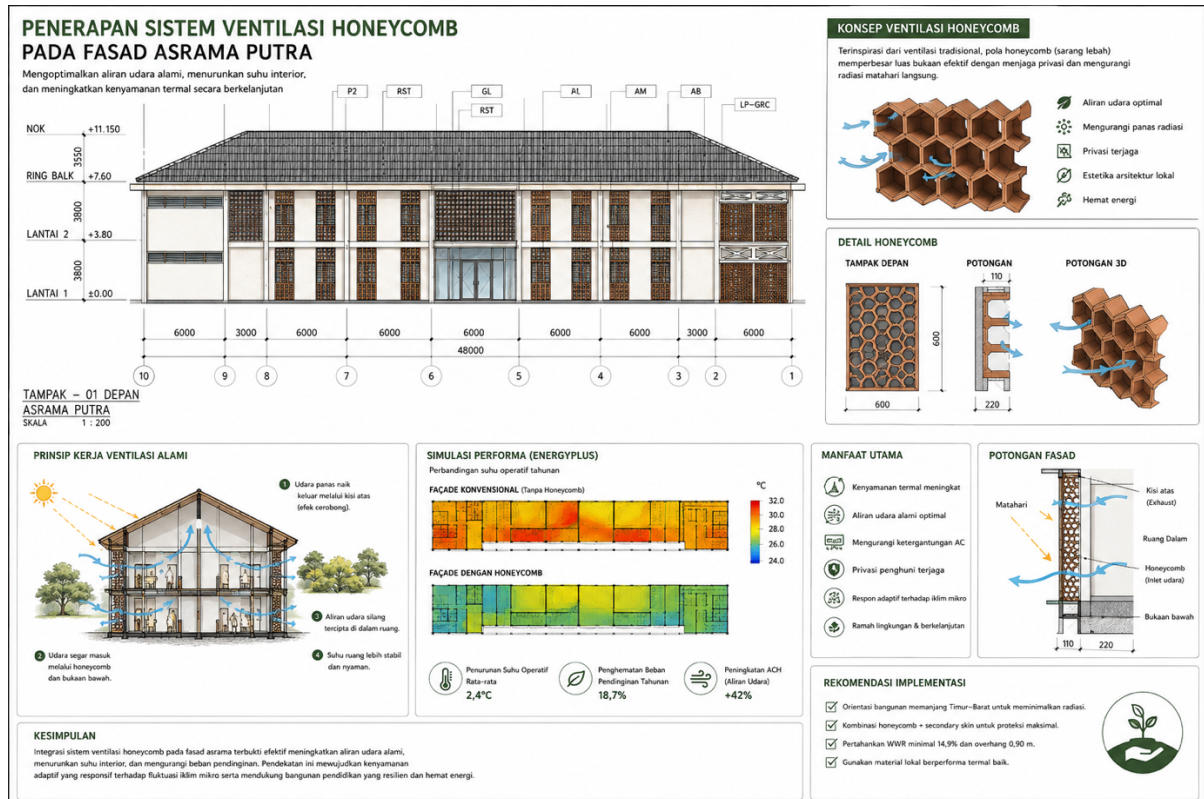
Gambar. 10 Integrasi Secondary Skin pada Fasad Asrama

3. Pola respons rancangan terhadap karakteristik iklim setempat

Respons rancangan asrama di Indonesia sangat dipengaruhi oleh kebutuhan untuk mengadaptasi beban radiasi matahari yang intens sepanjang tahun serta kelembapan udara yang tinggi [100]. Strategi adaptasi tersebut diwujudkan melalui konfigurasi massa bangunan yang mengutamakan orientasi Utara-Selatan untuk meminimalisir paparan radiasi langsung pada fasad yang paling panjang [101]. Penggunaan perangkat peneduh tambahan pada sisi bangunan yang menghadap Timur dan Barat berperan krusial dalam menyeimbangkan kebutuhan penetrasi cahaya alami dengan upaya mitigasi silau yang berlebihan [102]. Selain itu, adaptasi terhadap iklim tropis menuntut optimalisasi geometri bangunan dan penempatan massa yang mampu memanfaatkan arah angin dominan guna mempercepat pelepasan panas melalui ventilasi alami [17], [103]. Pemanfaatan ruang transisi juga menjadi elemen krusial yang berfungsi menyaring udara panas sebelum masuk ke zona hunian sekaligus memitigasi variasi suhu ekstrem di lingkungan tropis yang lembap [23].

Strategi ventilasi silang yang dimaksimalkan melalui bukaan yang strategis serta penggunaan sistem fasad adaptif terbukti mampu menurunkan suhu interior rata-rata hingga 2,2°C dan secara drastis mengurangi beban pendinginan ruang [104]. Lebih lanjut, penerapan teknologi seperti sistem ventilasi

berbasis *honeycomb* yang terinspirasi dari metode tradisional dapat diintegrasikan pada fasad untuk memaksimalkan laju aliran udara sekaligus menurunkan suhu interior secara berkelanjutan Pendekatan ini selaras dengan kebutuhan akan strategi kenyamanan adaptif yang mampu merespons fluktuasi iklim mikro, sehingga menciptakan lingkungan pendidikan yang resilien dan hemat energi [20].



Gambar. 11 Penerapan Sistem Ventilasi

Penerapan pendekatan arsitektur bioklimatik ini tidak hanya menjawab tantangan termal, tetapi juga mampu mengintegrasikan kebutuhan fungsional seperti area jemur ke dalam fasad tanpa mengurangi kualitas visual bangunan [11], [13]. Dengan mempertimbangkan keterkaitan antara bentuk arsitektural dan kondisi iklim lokal, desain yang responsif ini secara inheren menciptakan bangunan yang lebih ramah lingkungan serta efisien dalam penggunaan energi [105] Optimalisasi desain ini menempatkan arsitektur asrama tidak hanya sebagai wadah aktivitas akademik, melainkan sebagai instrumen aktif yang mendukung keberlanjutan energi melalui pengelolaan radiasi dan sirkulasi udara yang presisi [106], [107]. Selaras dengan prinsip keberlanjutan, penerapan strategi pasif ini harus mempertimbangkan faktor usia konstruksi dan geometri bangunan agar kinerja termal tetap optimal seiring perubahan iklim di masa depan [108]. Selanjutnya, penggunaan material lokal dan sistem peneduh pasif dapat diintegrasikan lebih dalam untuk memperkuat ketahanan bangunan terhadap peningkatan suhu lingkungan yang dipicu oleh perubahan iklim global [109].

Pemanfaatan sistem ventilasi hibrida yang terintegrasi dengan metode alami juga menawarkan fleksibilitas bagi penghuni untuk beradaptasi dengan variabilitas musiman tanpa mengorbankan

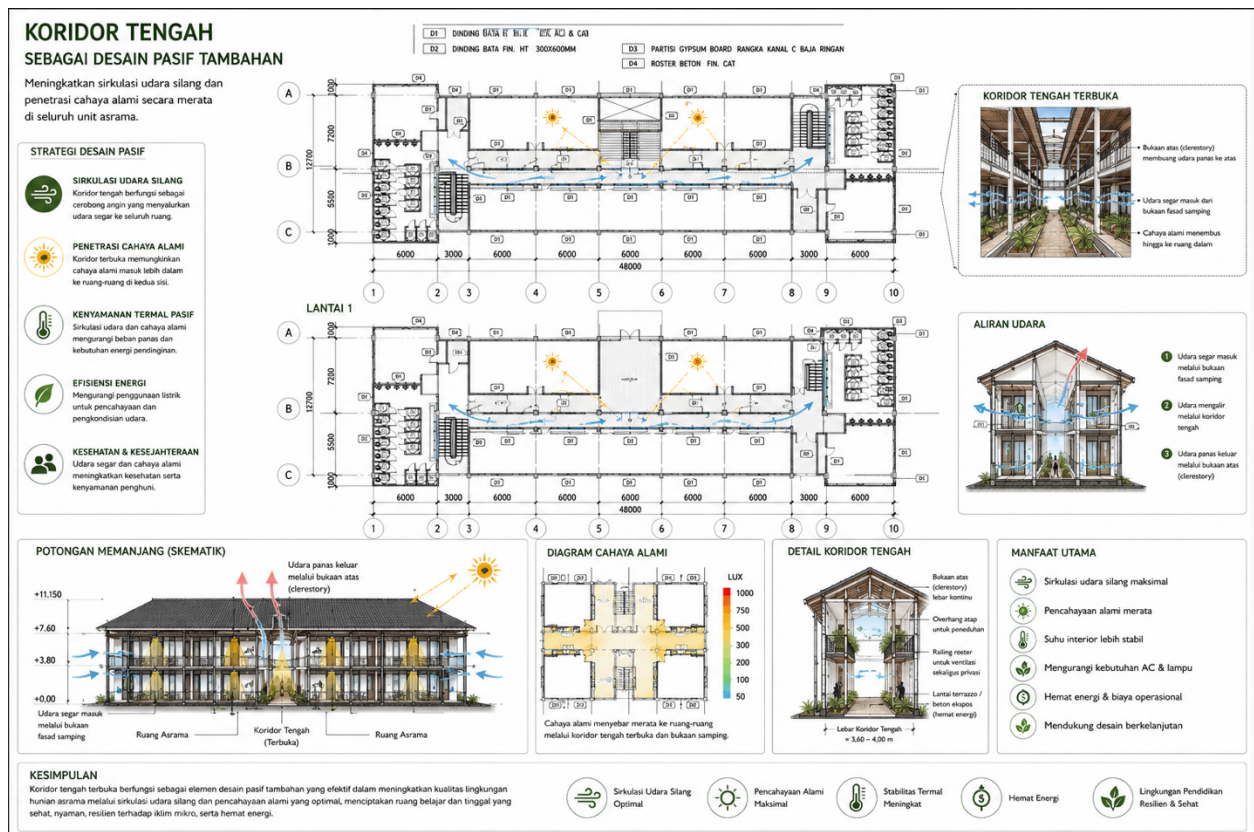
kualitas udara dalam ruangan [110]. Strategi ventilasi silang yang memanfaatkan perbedaan tekanan antar sisi bangunan tetap menjadi mekanisme paling efektif untuk mengalirkan udara segar ke area hunian yang berbatasan dengan dinding interior dengan memaksimalkan jalur udara melalui bukaan yang ditempatkan secara diagonal untuk memperluas cakupan ventilasi ke area yang lebih dalam [43]. Selain itu, penerapan efek cerobong (*stack effect*) melalui bukaan di bagian atap dapat memicu sirkulasi udara vertikal yang lebih kuat, sehingga suhu ruang tetap terjaga dalam batas kenyamanan adaptif meskipun dalam kondisi kecepatan angin luar yang rendah [111]. Optimalisasi ini didukung oleh penggunaan massa termal yang mampu menyerap beban panas di siang hari dan melepaskannya saat suhu lingkungan menurun, sehingga fluktuasi termal di dalam kamar asrama dapat diredam dengan lebih efektif [112].

B. Pembahasan

Efektivitas strategi desain pasif ini secara empiris terbukti meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, di mana konsentrasi karbon dioksida pada asrama dengan ventilasi yang dioptimalkan dapat berkurang hingga sepertiga dibandingkan dengan unit hunian konvensional [113]. Peningkatan laju pertukaran udara ini selaras dengan koefisien ventilasi alami yang disarankan untuk menjamin kenyamanan termal optimal dalam fasilitas pendidikan [27]. Sejalan dengan temuan tersebut, integrasi ventilasi alami yang dipadukan dengan pengendalian bayangan terbukti secara substansial mengurangi permintaan energi pendinginan di wilayah beriklim panas. Penerapan bukaan yang ditempatkan secara strategis pada permukaan bangunan yang berbeda terbukti efektif menurunkan suhu interior, yang secara langsung menjawab kebutuhan kenyamanan termal bagi penghuni asrama dengan biaya operasional minimal [34], [114]. Selain itu, sistem ventilasi hibrida yang memungkinkan transisi antara mekanisme alami dan mekanis memberikan fleksibilitas operasional yang signifikan untuk menjaga kualitas udara, terutama saat kondisi luar ruangan tidak mendukung pendinginan pasif secara optimal [115].

Kesesuaian strategi ini dengan kebutuhan pengguna asrama sangat krusial, mengingat bahwa tata letak koridor yang linear terbukti secara signifikan memfasilitasi aliran udara antar-blok yang lebih baik dibandingkan dengan konfigurasi massa yang masif [19]. Penerapan strategi ini pada sekolah rakyat di Indonesia tidak hanya berkontribusi pada efisiensi energi bangunan, tetapi juga menciptakan standar kenyamanan termal yang inklusif dan berkelanjutan di tengah keterbatasan anggaran operasional [116]. Lebih jauh lagi, optimalisasi desain melalui penempatan elemen peneduh dan bukaan yang terukur terbukti secara signifikan meningkatkan performa kognitif serta kesehatan siswa dengan menjaga kisaran kecepatan udara sesuai standar kenyamanan adaptif [32]. Namun, implementasi tersebut harus memperhatikan proporsi luas ventilasi yang setidaknya mencapai 10% dari luas lantai untuk mencegah penumpukan panas dan kelembapan berlebih di lingkungan asrama yang padat [24]. Integrasi elemen desain ini juga harus mempertimbangkan fleksibilitas seragam siswa, mengingat

modifikasi pada konfigurasi pakaian dapat menjadi pelengkap krusial bagi strategi pasif dalam meningkatkan persepsi kenyamanan termal individu [117]. Pemanfaatan koridor tengah sebagai elemen desain pasif tambahan dapat menjadi solusi strategis untuk meningkatkan sirkulasi udara silang dan penetrasi cahaya alami secara lebih merata di seluruh unit asrama [15].



Gambar. 12 Penerapan Sistem Ventilasi

KESIMPULAN

Penelitian “Eksplorasi Strategi Desain Pasif untuk Meningkatkan Kenyamanan Termal pada Rancangan Tipikal Asrama Siswa Sekolah Rakyat di Indonesia” menunjukkan bahwa kenyamanan termal merupakan salah satu aspek penting dalam pengembangan rancangan asrama siswa, karena kondisi termal ruang berhubungan dengan kualitas istirahat, aktivitas, kesehatan, dan kenyamanan penghuni. Penggunaan rancangan tipikal pada berbagai wilayah Indonesia perlu mempertimbangkan keragaman kondisi iklim, orientasi bangunan, karakteristik tapak, serta pola penggunaan ruang agar tidak menghasilkan kondisi termal yang seragam tetapi kurang responsif terhadap konteks lokal.

Melalui pendekatan kualitatif deskriptif-eksploratif, kenyamanan termal dapat dipahami tidak hanya melalui kondisi fisik bangunan, tetapi juga melalui persepsi, pengalaman, dan respons adaptif penghuni. Interaksi antara karakteristik ruang, bukaan, ventilasi, paparan matahari, material bangunan,

kepadatan penghuni, serta perilaku pengguna menjadi faktor penting dalam membentuk pengalaman kenyamanan termal di dalam asrama.

Hasil eksplorasi mengindikasikan bahwa penerapan strategi desain pasif dapat menjadi pendekatan utama untuk meningkatkan kenyamanan termal sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap sistem pendinginan mekanis. Strategi tersebut mencakup orientasi bangunan yang responsif terhadap iklim, optimalisasi ventilasi silang, pengendalian radiasi matahari melalui elemen peneduh, pengembangan selubung bangunan yang sesuai, serta pemanfaatan vegetasi dan ruang transisi seperti teras dan selasar.

Dengan demikian, rancangan tipikal Asrama Sekolah Rakyat sebaiknya tidak diperlakukan sebagai desain yang bersifat sepenuhnya seragam, tetapi sebagai kerangka dasar yang adaptif terhadap karakteristik iklim dan lingkungan setempat. Strategi desain pasif perlu menjadi bagian integral sejak tahap awal perancangan sehingga rancangan dapat menghasilkan lingkungan hunian yang lebih nyaman, sehat, hemat energi, dan sesuai dengan kebutuhan siswa.

Pada akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan kriteria desain pasif berbasis konteks iklim Indonesia yang dapat digunakan sebagai dasar penyempurnaan dan pengembangan rancangan tipikal Asrama Sekolah Rakyat. Pendekatan tersebut berpotensi menghasilkan model asrama yang tidak hanya memenuhi kebutuhan fungsional, tetapi juga memiliki ketahanan iklim, efisiensi energi, kualitas lingkungan hunian, dan keberlanjutan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. T. Ramadhan and A. Hariyadi, "Sustainable School Design: Simulation-Based Optimization of Openings and Mass Configuration for Enhanced Daylight and Thermal Comfort," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 3081, no. 1, p. 12004, 2025, doi: 10.1088/1742-6596/3081/1/012004.
- [2] C. Monica, Y. Purnomo, and Z. Zain, "Assessing Thermal Comfort Parameters in Public School Buildings for Tropical Areas," *International Journal of Environment Architecture and Societies*, vol. 4, no. 1, pp. 13–22, 2024, doi: 10.26418/ijeas.2024.4.01.13-22.
- [3] S. Sebayang, M. F. Alkadri, I. Chairunnisa, and O. C. Dewi, "Retrofit design strategies for educational building through shading and glazing modification," *BIO Web Conf.*, vol. 62, p. 5001, 2023, doi: 10.1051/bioconf/20236205001.
- [4] S. Murtyas *et al.*, "Modeling PCM-Based Passive Cooling Strategies for Heat Adaptation in Low-Income Housing in Indonesia," *Kyushu University Institutional Repository (QIR) (Kyushu University)*, 2025, [Online]. Available: <http://hdl.handle.net/2324/7395516>
- [5] Z. S. Zomorodian, M. Tahsildoost, and M. Hafezi, "Thermal comfort in educational buildings: A review article," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 59, pp. 895–906, 2016, doi: 10.1016/j.rser.2016.01.033.

- [6] C. Heracleous, A. Michael, A. Savvides, and C. Hayles, "Climate change resilience of school premises in Cyprus: An examination of retrofit approaches and their implications on thermal and energy performance," *Journal of Building Engineering*, vol. 44, p. 103358, 2021, doi: 10.1016/j.jobbe.2021.103358.
- [7] S. Zahiri and H. Altan, "The Effect of Passive Design Strategies on Thermal Performance of Female Secondary School Buildings during Warm Season in a Hot and Dry Climate," *Front. Built Environ.*, vol. 2, 2016, doi: 10.3389/fbuil.2016.00003.
- [8] L. S. Pamungkas and J. A. Suryabrata, "PENGKONDISIAN TERMAL PADA BANGUNAN SEKOLAH DI INDONESIA," *Jurnal Arsitektur dan Perencanaan (JUARA)*, vol. 3, no. 2, pp. 81–96, 2020, doi: 10.31101/juara.v3i2.1308.
- [9] A. Dinapradipta, "Peningkatan Kenyamanan Termal dan Pencahayaan Alam Gedung Sekolah Dasar di Kawasan Padat Hunian di Surabaya," *Arsitektura*, vol. 18, no. 1, p. 63, 2020, doi: 10.20961/arst.v18i1.36146.
- [10] M. D. Rojali, "Sistem Penghawaan Alami Sebagai Kenyamanan Bangunan," *Repository Tugas Akhir Prodi Arsitektur Itenas*, no. 3, 2017, [Online]. Available: <https://www.ars.itenas.ac.id/repository/index.php/repository-ta/article/download/68/63>
- [11] G. P. Zulkarnaen, "Perancangan Asrama Mahasiswa yang Responsif dengan Strategi Ventilasi Hibrida di Kawasan Pendidikan Kota Malang," 2018. [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/50225/>
- [12] I. P. Misbach, M. B. Bakri, and D. A. Sumarto, "KONSEP OPTIMALISASI KENYAMANAN TERMAL PADA PERANCANGAN PUSAT PELATIHAN BAHASA ASING DI BANDA ACEH," *Jurnal Arsitektur ARCADE*, vol. 6, no. 1, p. 115, 2022, doi: 10.31848/arcade.v6i1.825.
- [13] M. Bdg. S. Ir. H. Purnomo and M. T. Eng. Ir. D. Ing. S. N. Ne, "PERANCANGAN ASRAMA MAHASISWA DI DAERAH IKLIM TROPIS LEMBAB DENGAN KONSEP ARSITEKTUR BIOKLIMATIK STUDI KASUS: ASRAMA MAHASISWA ITS SURABAYA," 2013, [Online]. Available: <http://digilib.its.ac.id/ITS-Master-32103140001120/34848>
- [14] J. H. A. Gutierrez, C. Torres, C. A. O. Mejia, and S. X. F. Gastelo, "Improving thermal comfort in educational environments: an innovative approach," *Land and Architecture*, vol. 3, p. 103, 2024, doi: 10.56294/la2024103.
- [15] T. Rahman and R. Rashid, "Impact of Courtyard on the Classroom Thermal Environment in the Primary Schools in Dhaka," *International Journal of Innovative Science and Research Technology (IJISRT)*, p. 984, 2026, doi: 10.38124/ijisrt/26mar628.
- [16] S. A. Darohma and H. Sufianto, "Redesain Rusunawa Mahasiswa pada Universitas Muhammadiyah Ponorogo dengan Pendekatan Kenyamanan Termal," *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur Universitas Brawijaya*, vol. 5, no. 4, p. 206598, 2017, [Online]. Available: <http://arsitektur.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jma/article/view/391/373>

- [17] A. Asyrafi and S. D. Andrea, "Passive Design Strategy of Vertical Housing for Optimizing Energy Efficiency," in *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2024, p. 12014. doi: 10.1088/1755-1315/1404/1/012014.
- [18] E. Bridgette, E. Vidyarini, and A. Wibisono, "Thermal Comfort and Adaptive Behaviour in a Naturally Ventilated Heritage School: A Field Study in a Tropical Highland Climate," *Eduvest - Journal Of Universal Studies*, vol. 6, no. 1, pp. 264–274, 2026, doi: 10.59188/eduvest.v6i1.51900.
- [19] L. Faraj, M. F. Z. Ja'afar, and Z. Shari, "Evaluating Ventilation for Thermal Comfort in Two Classrooms Types in Malaysian Secondary Classrooms," *International Journal of Sustainable Development and Planning*, vol. 18, no. 7, pp. 2069–2078, 2023, doi: 10.18280/ijstdp.180709.
- [20] W. Budiawan, I. P. A. Wiguna, K. D. Kurnia, H. Prastawa, T. Phommachak, and P. Andarani, "Assessing Thermal Comfort and Energy Efficiency in Partially Glazed Classroom Environments: Implications for Climate-Resilient Educational Spaces," *International Journal of Safety and Security Engineering*, vol. 14, no. 5, pp. 1527–1537, 2024, doi: 10.18280/ijssse.140520.
- [21] S. Wu, P. Zhou, Y. Xiong, C. Ma, D. Wu, and J. W. Z. Lu, "Strategies for Driving the Future of Educational Building Design in Terms of Indoor Thermal Environments: A Comprehensive Review of Methods and Optimization," *Buildings*, vol. 15, no. 5, p. 816, 2025, doi: 10.3390/buildings15050816.
- [22] M. R. Adrell, P. Aldy, and G. Faisal, "REDESAIN SMAN 3 PADANG DENGAN PENDEKATAN SUSTAINABLE ARCHITECTURE," *JAUR (JOURNAL OF ARCHITECTURE AND URBANISM RESEARCH)*, vol. 4, no. 2, pp. 114–123, 2021, doi: 10.31289/jaur.v4i2.4754.
- [23] B. C. Corrêa, K. K. da Silva Souza, and F. da Silva Duarte Lopes, "Análise da influência de espaços de transição no desempenho térmico de salas de aula em clima quente e úmido," *Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído e Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído*, vol. 18, 2025, doi: 10.46421/encacelacac.v18i1.7101.
- [24] S. K. Azzahra, J. Junaidi, and J. Juanda, "Association between Ventilation Area and Thermal Comfort in Boarding School Dormitory Rooms," *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN Jurnal dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, vol. 22, no. 2, pp. 301–308, 2025, doi: 10.31964/jkl.v22i2.1060.
- [25] A. K. Chandiwal, M. J. Dholawala, S. D. Bid, T. Banerjee, and D. A. Pastagia, "A REVIEW BASED STUDY ON THERMAL COMFORT OF NATURALLY VENTILATED CLASSROOMS," *ShodhKosh Journal of Visual and Performing Arts*, vol. 5, no. 1, 2024, doi: 10.29121/shodhkosh.v5.i1.2024.3702.
- [26] R. R. Martins, P. S. Nimlyat, and R. S. Lekjep, "A Review of Thermal Comfort in Semi-Open Transitional Spaces in Tropical Higher Education Contexts," *BIMA JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY GOMBE*, vol. 9, pp. 201–219, 2025, doi: 10.64290/bima.v9i4a.1419.
- [27] J. Emeka, F. O. Okeke, E. C. Ezema, P. I. Oforji, and C. A. Ozigbo, "Post Occupancy Evaluation of Ventilation Coefficient Desired for Thermal Comfort in Educational Facilities,"

- Journal of Human Earth and Future*, vol. 4, no. 1, pp. 88–102, 2023, doi: 10.28991/hef-2023-04-01-07.
- [28] M. Shrestha and H. B. Rijal, “Investigation on Summer Thermal Comfort and Passive Thermal Improvements in Naturally Ventilated Nepalese School Buildings,” *Energies (Basel)*, vol. 16, no. 3, p. 1251, 2023, doi: 10.3390/en16031251.
- [29] N. A. Irsyad, O. C. Dewi, and K. Rahmasari, “STUDY RECOMMENDATIONS TO ACHIEVE THERMAL COMFORT IN AN EDUCATIONAL BUILDING,” *Dimensi*, vol. 50, no. 1, pp. 1–12, 2023, doi: 10.9744/dimensi.50.1.1-12.
- [30] É. C. Pagel, G. L. de Oliveira Gouveia, R. S. Martins, and M. V. G. da Cruz, “Ventilação natural e desempenho térmico sob diferentes configurações de aberturas em uma sala de aula,” *Ambiente Construído*, vol. 22, no. 3, pp. 133–157, 2022, doi: 10.1590/s1678-86212022000300612.
- [31] Y. Utomo and W. Iyati, “REKAYASA BUKAAN VENTILASI ALAMI UNTUK MENINGKATKAN KENYAMANAN TERMAL PONDOK PESANTREN DARUL HIKAM DI MOJOKERTO,” *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, vol. 6, no. 4, 2019, [Online]. Available: <http://arsitektur.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jma/article/view/764/626>
- [32] M. N. A. N. Azli *et al.*, “Influence of Air Velocity on Thermal Comfort and Performance of Students in Naturally Ventilated Classrooms in Tropical Climate,” *E3S Web of Conferences*, vol. 396, p. 1116, 2023, doi: 10.1051/e3sconf/202339601116.
- [33] F. Reza and S. Kojima, “Thermal Comfort Investigation Based Design Considerations for the Tropical Studio Type Classroom,” *International Journal of Sustainable Development and Planning*, vol. 15, no. 8, pp. 1179–1185, 2020, doi: 10.18280/ijstdp.150804.
- [34] A. Dianingrum, R. M. Sulistiyo, F. A. Ikhsan, and G. Rahima, “Strategic Ventilation Design for Improved Airflow and Thermal Performance in the Residential Unit of Sub-Communal RISHA through CFD Simulation,” in *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2026, p. 12021. doi: 10.1088/1755-1315/1586/1/012021.
- [35] L. Jia, J. Han, X. Chen, Q. Li, C. C. Lee, and Y. W. Fung, “Interaction between Thermal Comfort, Indoor Air Quality and Ventilation Energy Consumption of Educational Buildings: A Comprehensive Review,” *Buildings*, vol. 11, no. 12, p. 591, 2021, doi: 10.3390/buildings11120591.
- [36] M. Muhaimin and M. Muhaimin, “Urgensi Kenyamanan Termal dalam Perspektif Pembelajaran,” *Geodika Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, vol. 7, no. 1, pp. 23–32, 2023, doi: 10.29408/geodika.v7i1.6451.
- [37] L. L. Rizki, “Kenyamanan Termal Bangunan Sekolah dengan Orientasi yang Berbeda di Kota Mojokerto,” *SKRIPSI Jurusan Teknik Sipil - Fakultas Teknik UM*, 2016, [Online]. Available: <http://karya-ilmiah.um.ac.id/index.php/TS/article/view/53934>
- [38] A. F. Handayani, D. H. Rosyidah, N. L. Sari, D. F. Muhammad, R. M. Rifai, and F. F. Wulandari, “School Building’s Thermal Comfort Analysis: A Community Service

- Implementation to Develop Comfortable Learning Environment,” *Wikrama Parahita Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 9, no. 2, pp. 162–170, 2025, doi: 10.30656/jpmwp.v9i2.10781.
- [39] C. C. Munonye and O. A. Obakin, “Assessment of Thermal Environment in University Studio Classrooms within a Warm and Humid Climate,” vol. 3, no. 1, pp. 120–129, 2026, doi: 10.54117/sz8rs818.
- [40] S. S. R and A. C. Nugroho, “Perceptual Study of User Comfort Regarding The Temperature Comfort of Learning Teaching Space in Building B of The Faculty Engineering, Architecture Department, Lampung University.,” *Journal of Engineering and Scientific Research*, vol. 7, no. 2, pp. 97–103, 2024, doi: 10.23960/jesr.v7i2.212.
- [41] R. Mulyadi, B. Hamzah, M. R. Rahim, N. Jamala, and N. Lathifah, “Indoor thermal condition of passive cooling system at student’s dormitory of Universitas Hasanuddin FoE campus,” *AIP Conf. Proc.*, vol. 2543, p. 20008, 2022, doi: 10.1063/5.0094768.
- [42] N. Nurfitri and I. Ifdil, “The Concept of Student’s Comfort on Islamic Boarding School,” *Education and Social Sciences Review*, vol. 1, no. 1, pp. 16–22, 2020, doi: 10.29210/07essr47900.
- [43] B. Hamzah, Z. Gou, R. Mulyadi, and S. Amin, “Thermal Comfort Analyses of Secondary School Students in the Tropics,” *Buildings*, vol. 8, no. 4, p. 56, 2018, doi: 10.3390/buildings8040056.
- [44] B. Hamzah, R. Mulyadi, S. Amin, and A. Kusno, “Adaptive thermal comfort of naturally ventilated classrooms of elementary schools in the tropics,” in *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2020, p. 12021. doi: 10.1088/1755-1315/402/1/012021.
- [45] A. Dzakwan, T. Tugiyono, A. Z. Zakaria, B. A. Pramesona, S. Suharno, and S. Sugiyanto, “THE UTILIZATION OF ROOM AND BUILDING COMFORT EQUATION FOR REPORTING THERMAL COMFORT: A CASE STUDY AT LABORATORY BUILDINGS,” *ASEAN Engineering Journal*, vol. 15, no. 3, pp. 185–192, 2025, doi: 10.11113/aej.v15.23449.
- [46] G. Lamberti, G. Salvadori, F. Leccese, F. Fantozzi, and P. M. Bluysen, “Advancement on Thermal Comfort in Educational Buildings: Current Issues and Way Forward,” *Sustainability*, vol. 13, no. 18, p. 10315, 2021, doi: 10.3390/su131810315.
- [47] L. C. OBI-GEORGE, O. C. Ifebi, S. Adegoke, N. U. Nzewi, C. Eze, and N. Maduka, “Examining the Impact and Perception of Thermal Comfort on Student Performance in Architectural Studios,” *Journal of Technology in Architecture Design and Planning*, vol. 3, no. 1, pp. 70–85, 2025, doi: 10.26650/jtadp.25.002.
- [48] U. Malikussaleh, A. Atthailah, E. Saputra, U. Malikussaleh, M. Iqbāl, and U. Malikussaleh, “ADAPTIVE COMFORT PADA GRAND STUDIO PROGRAM STUDI ARSITEKTUR FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MALIKUSSALEH,” *Nature National Academic Journal of Architecture*, vol. 4, no. 2, pp. 83–91, 2017, doi: 10.24252/nature.v4i2a1.

- [49] B. R. Hakim, F. Pangasih, and N. H. Thamrin, "Dampak Buka-an Cahaya Alami Bagian Atas terhadap Kenyamanan Visual dan Termal Rumah Tinggal Dempet," *Arsitektura*, vol. 21, no. 2, p. 187, 2023, doi: 10.20961/arst.v21i2.73848.
- [50] S. M. Panggabean, D. Andandaningrum, and V. H. E. Susanti, "Thermal, Visual, and Acoustic Comfort Assessment in Sustainable Elementary School Classrooms: A Case Study at SD Negeri 8 Ragunan, Jakarta," *Indonesian Journal of Environment and Sustainability Issues*, vol. 2, no. 2, pp. 120–132, 2025, doi: 10.70211/ijesi.v2i2.274.
- [51] M. S. S. Purnama, F. A. Sangadji, and D. Nugraha, "Optimizing Façade Design for Energy and Daylight Performance in Tropical Educational Buildings," in *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2025, p. 12059. doi: 10.1088/1755-1315/1564/1/012059.
- [52] Z. Zulfikri, R. Mafra, and R. Riduan, "Analysis on Thermal Comfort in the Architectural Design Studio:," *Jurnal TekstuReka*, vol. 3, no. 1, pp. 28–40, 2025, doi: 10.32502/tekstureka.v3i1.519.
- [53] L. Nursyamsu, M. Merzelish, and J. L. Pinassang, "INTEGRATING SUSTAINABLE ARCHITECTURE CONCEPTS IN THE DESIGN OF NATURE-BASED ELEMENTARY SCHOOLS," *SIGMA TEKNIKA*, vol. 8, no. 1, pp. 192–201, 2025, doi: 10.33373/sigmateknika.v8i1.7706.
- [54] M. Zune, R. Tubelo, L. Rodrigues, and M. Gillott, "Improving building thermal performance through an integration of Passivhaus envelope and shading in a tropical climate," *Energy Build.*, vol. 253, p. 111521, 2021, doi: 10.1016/j.enbuild.2021.111521.
- [55] K. R. B. Zainal and T. W. Natalia, "PENERAPAN ARSITEKTUR MODERN TROPIS PADA FASAD BANGUNAN PESANTREN BAITUL QUR'AN DI KOTA PINRANG," *Jurnal Desain Lingkungan Binaan Indonesia*, vol. 1, no. 1, pp. 10–17, 2024, doi: 10.32315/jdlbi.v1i1.281.
- [56] A. Mayaseva and M. Siagian, "The Interpretation of Tropical Architecture in Designing University of Sumatera Utara Student Dormitory," *Abstrak*, vol. 1, no. 4, pp. 199–211, 2024, doi: 10.62383/abstrak.v1i4.237.
- [57] N. Nasruddin *et al.*, "Optimization of the Building Envelope and Roof Shading to Reduce the Energy Consumption of College Low-Rise Buildings in Indonesia," *Makara Journal of Technology*, vol. 27, no. 3, 2023, doi: 10.7454/mst.v27i3.1435.
- [58] A. Syukur, A. N. Salafy, and Y. Y. br Barus, "IMPROVING THERMAL EFFICIENCY OF SUBSIDIZED HOUSES THROUGH WINDOW-TO-WALL RATIO DESIGN," *Built Environment Studies*, vol. 6, no. 1, 2025, doi: 10.22146/best.v6i1.20979.
- [59] S. Yuliani, B. Triratma, and D. S. P. Paramita, "Energy-Efficient Design of Building Envelopes for Multi-Story Buildings in Tropical Climates," *International Journal of Civil Engineering*, vol. 12, no. 10, 2025, doi: 10.14445/23488352/ijce-v12i10p109.
- [60] R. P. Khidmat, M. D. Koerniawan, and Suhendri, "Wind Movement Comparison Between Student Dormitory 2 and 3 ITERA and The Correlation Toward its Indoor Thermal Comfort,"

- in *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2018, p. 12011. doi: 10.1088/1755-1315/152/1/012011.
- [61] † David, “LANDASAN KONSEPTUAL PERENCANAAN DAN PERANCANGAN ASRAMA DAN GEDUNG KEGIATAN MAHASISWA UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA,” 2016. [Online]. Available: <http://ejournal.uajy.ac.id/id/eprint/9043>
- [62] V. Valentine, H. Hidayat, and M. F. Oktarini, “PERENCANAAN DAN PERANCANGAN ASRAMA MAHASISWA DI INDRALAYA DENGAN PENDEKATAN HEMAT ENERGI,” 2020. [Online]. Available: <https://repository.unsri.ac.id/37850/>
- [63] Y. A. F. Husely and D. Kustianingrum, “esain Gubahan Massa, Ruang Dalam dan Bukaannya Terkait Kenyamanan Termal di Rusunami Derwati Housing Tower,” *Repository Tugas Akhir Prodi Arsitektur Itenas*, no. 1, 2017, [Online]. Available: <https://www.ars.itenas.ac.id/repository/index.php/repository-ta/article/download/53/52>
- [64] M. Fikri, A. Abdullah, N. Paddiyatu, R. Rohana, S. Latif, and A. Yusri, “Penerapan Konsep Arsitektur Bioklimatik pada Perancangan Pondok Pesantren di Gowa,” *Journal of Muhammadiyah's Application Technology*, vol. 4, no. 1, 2025, doi: 10.26618/jumpstech.v4i1.18543.
- [65] N. Khaira and A. M. Nugroho, “PENGARUH DESAIN ROSTER TERHADAP KENYAMANAN TERMAL BANGUNAN (STUDI KASUS KOS KEPUTIH ANDY RAHMAN),” *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, vol. 7, no. 2, 2019, [Online]. Available: <http://arsitektur.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jma/article/view/871>
- [66] M. Farhan and S. Supriyanta, “Analisis Pengaruh Bukaannya terhadap Sirkulasi Udara dan Pencapaian Alami pada Ruang Kamar Bangunan Asrama Mahasiswa Kepulauan Riau,” *Abstrak*, vol. 2, no. 4, pp. 131–147, 2025, doi: 10.62383/abstrak.v2i4.872.
- [67] W. A. Gumelar, “PENGARUH ORIENTASI DAN POSISI TERHADAP KINERJA PENURUNAN SUHU DAN KELEMBAPAN PADA BANGUNAN RUSUNAWA MAHASISWA UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG,” *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, vol. 6, no. 4, 2019, [Online]. Available: <http://arsitektur.studentjournal.ub.ac.id/index.php/jma/article/view/777>
- [68] U. Mahfudha, L. H. Sari, and M. Fuady, “Thermal comfort evaluation of student dormitory buildings in Syiah Kuala University,” in *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2024, p. 12093. doi: 10.1088/1755-1315/1356/1/012093.
- [69] M. Mayuni, N. Tela, H. Hendrino, and R. S. Syafril, “PERANCANGAN ASRAMA MAHASISWA UNIVERSITAS BUNG HATTA KOTA PADANG,” *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University*, vol. 1, no. 1, 2018, [Online]. Available: <https://ejurnal.bunghatta.ac.id/index.php/JFTSP/article/view/11672>
- [70] A. S. Isnani and M. Choandi, “ANALISIS PEMROGRAMAN RUANG PADA ASRAMA MAHASISWA UNIVERSITAS TARUMANAGARA,” *Jurnal Sains Teknologi Urban Perancangan Arsitektur (Stupa)*, vol. 7, no. 2, pp. 493–502, 2025, doi: 10.24912/stupa.v7i2.35556.

- [71] M. H. Aswad, D. R. Noraduola, and A. J. Ladianto, "EVALUASI PASCA HUNI BANGUNAN ASRAMA PONDOK PESANTREN ABDURRAHMAN BIN'AUF KENDARI DENGAN PENDEKATAN STUDI PERILAKU," *Garis Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur*, vol. 10, no. 3, pp. 86–95, 2025, doi: 10.55679/garis.v10i3.362.
- [72] M. F. Aswata and J. Santosa, "PERANCANGAN FASILITAS TEMPAT TINGGAL SEWA UNTUK MAHASISWA UNTAR," *Jurnal Sains Teknologi Urban Perancangan Arsitektur (Stupa)*, vol. 7, no. 2, pp. 381–394, 2025, doi: 10.24912/stupa.v7i2.35548.
- [73] R. Wulandari, "ANALISA KAITAN DESAIN ASRAMA DENGAN PERILAKU PENGHUNI MELALUI STUDI ANALISA KONTEN PENELITIAN SEJENIS," *Idealog Ide dan Dialog Desain Indonesia*, vol. 1, no. 3, pp. 219–231, 2017, doi: 10.25124/idealog.v1i3.942.
- [74] C. Amelia, "KAJIAN SISTEM BUKAAN KAMAR TIDUR ASRAMA BEIYUAN GXNU TERHADAP KENYAMANAN TERMAL DAN PENCAHAYAAN ALAMI RUANG," *Serat Rupa Journal of Design*, vol. 1, no. 2, p. 325, 2018, doi: 10.28932/srjd.v1i2.456.
- [75] M. A. Yusuf, A. Hayati, and M. Faqih, "CONCEPT OF FEMALE DORMITORY BEDROOMS BASED ON STUDENTS' PREFERENCE AND ADAPTATION," *Journal of architecture\&ENVIRONMENT*, vol. 17, no. 2, p. 169, 2018, doi: 10.12962/j2355262x.v17i2.a4210.
- [76] M. Q. Oleiwi and M. F. Mohamed, "The Impacts of Passive Design Strategies on Building Indoor Temperature in Tropical Climate," *Pertanika J. Sci. Technol.*, vol. 31, no. 1, pp. 83–108, 2022, doi: 10.47836/pjst.31.1.06.
- [77] A. M. Nugroho, A. Citraningrum, W. Iyati, and M. H. Ahmad, "Courtyard as Tropical Hot Humid Passive Design Strategy: Case Study of Indonesian Contemporary Houses in Surabaya Indonesia," *Journal of Design and Built Environment*, vol. 20, no. 2, pp. 1–12, 2020, doi: 10.22452/jdbe.vol20no2.1.
- [78] P. B. Sivakumar, Y. Mariana, and G. Suharjanto, "Energy-Efficient Apartment Design through Passive Cooling Strategies in Central Jakarta," in *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2025, p. 12129. doi: 10.1088/1755-1315/1488/1/012129.
- [79] I. Gil-Ozoudeh, O. Iwuanyanwu, A. C. Okwandu, and C. S. Ike, "The role of passive design strategies in enhancing energy efficiency in green buildings," *Engineering Science \& Technology Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 71–91, 2022, doi: 10.51594/estj.v3i2.1519.
- [80] K. Rana, "Towards Passive Design Strategies for Improving Thermal Comfort Performance in a Naturally Ventilated Residence," *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, vol. 29, no. 2, pp. 150–174, 2021, doi: 10.5755/j01.sace.29.2.29256.
- [81] A. L. Sugeha, Muh. R. Mahanggi, and S. Saman, "Perancangan Perumahan Dosen Berbasis Green Architecture di Kampus 4 Universitas Negeri Gorontalo: Integrasi Tata Ruang, Kenyamanan Termal, dan Keberlanjutan," *Konstruksi Publikasi Ilmu Teknik Perencanaan Tata Ruang dan Teknik Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 193–212, 2025, doi: 10.61132/konstruksi.v3i2.994.

- [82] P. J. Alfred, A. Mbuu, and D. V. X. D. Kurniawan, "Arsitektur Responsif Terhadap Perubahan Iklim: Strategi Adaptasi Bangunan di Wilayah Tropis," *TEKNOSLAR*, vol. 19, no. 2, pp. 137–146, 2025, doi: 10.37478/teknosiar.v19i2.7045.
- [83] A.-T. Nguyen, Q.-B. Tran, D.-Q. Tran, and S. Reiter, "An investigation on climate responsive design strategies of vernacular housing in Vietnam," *Build. Environ.*, vol. 46, no. 10, pp. 2088–2106, 2011, doi: 10.1016/j.buildenv.2011.04.019.
- [84] R. Manani, C. Nursaniah, and I. Caisarina, "The Influence of Building Orientation on Thermal Performance in Palapa Village Housing, Lhokseumawe," *International Journal of Architecture Arts and Applications*, vol. 12, no. 1, pp. 1–16, 2026, doi: 10.11648/j.ijaaa.20261201.11.
- [85] S. A. Afolabi and M. F. Adedire, "Adaptive Strategies Used in Urban Houses to Overheating: A Systematic Review," *Journal of Contemporary Urban Affairs*, vol. 7, no. 2, 2023, doi: 10.25034/ijcua.2023.v7n2-7.
- [86] N. Al-Tamimi, S. F. S. Fadzil, and W. M. W. Harun, "The Effects of Orientation, Ventilation, and Varied WWR on the Thermal Performance of Residential Rooms in the Tropics," *J. Sustain. Dev.*, vol. 4, no. 2, 2011, doi: 10.5539/jsd.v4n2p142.
- [87] M. Alrasheed and M. Mourshed, "Domestic overheating risks and mitigation strategies: The state-of-the-art and directions for future research," *ORCA Online Research @Cardiff (Cardiff University)*, vol. 32, no. 6, pp. 1057–1077, 2023, doi: 10.1177/1420326x231153856.
- [88] D. H. Hadisoelilo and M. Muchsin. M., "PENGARUH DESAIN JENDELA DAN ORIENTASI BANGUNAN TERHADAP KENYAMANAN TERMAL RUANG MENGGUNAKAN CBE THERMAL COMFORT TOOL," *JoDA Journal of Digital Architecture*, vol. 3, no. 2, pp. 69–75, 2024, doi: 10.24167/joda.v3i2.12673.
- [89] K. Suga and R. Ooka, "A Study on the Comfort and Energy Effectiveness of Passive Design Method - Case Studies using Detached House Model," *E3S Web of Conferences*, vol. 716, p. 2019, 2026, doi: 10.1051/e3sconf/202671602019.
- [90] H. Simbolon and I. N. Nasution, "DESAIN RUMAH TINGGAL YANG RAMAH LINGKUNGAN UNTUK IKLIM TROPIS," *Educational Building*, vol. 3, no. 1, 2017, doi: 10.24114/eb.v3i1.7443.
- [91] M. Asjum, M. Marwati, and A. Herniwati, "Arsitektur Bioklimatik pada Desain Fasad Stadion Mini Bulukumba: Optimalisasi Orientasi dan Secondary Skin terhadap Iklim Lembab," *TIMPALAJA Architecture student Journals*, vol. 7, no. 2, pp. 209–218, 2025, doi: 10.24252/timpalaja.v7i2a9.
- [92] S. Zuhri, I. Ghazali, and H. Subiyantoro, "Building Performance Strategy to Achieve Thermal Comfort on Post-Disaster Design," *Revista de Gestão Social e Ambiental*, vol. 18, no. 7, 2024, doi: 10.24857/rgsa.v18n7-182.
- [93] E. Rodríguez-Ubiñas *et al.*, "Passive design strategies and performance of Net Energy Plus Houses," *Energy Build.*, vol. 83, pp. 10–22, 2014, doi: 10.1016/j.enbuild.2014.03.074.

- [94] A. H. Nurdin, “Pengaruh Perubahan Konfigurasi Fasad Terhadap Kinerja Termal Unit Hunian Pada Tipikal Rumah Susun Di Surabaya,” 2020. [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/78329/>
- [95] K. Lakhdari, L. Sriti, and B. Painter, “Parametric optimization of daylight, thermal and energy performance of middle school classrooms, case of hot and dry regions,” *Build. Environ.*, vol. 204, p. 108173, 2021, doi: 10.1016/j.buildenv.2021.108173.
- [96] D. A. S. M *et al.*, “Performance Assessment of Living Wall and Secondary Skin Façades as Passive Cooling Strategies in Tropical Buildings,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 3186, no. 1, p. 12054, 2026, doi: 10.1088/1742-6596/3186/1/012054.
- [97] A. Budhiyanto, “EFEKTIVITAS MATERIAL DINDING DAN ELEMEN PEMBAYANG SELUBUNG PADA KENYAMANAN TERMAL APARTEMEN STUDIO TROPIS,” *Jurnal Arsitektur Kolaborasi*, vol. 5, no. 2, pp. 195–209, 2025, doi: 10.54325/kolaborasi.v5i2.109.
- [98] S.-E. Jaouaf, B. Bensaad, and M. Habib, “Passive strategies for energy-efficient educational facilities: Insights from a mediterranean primary school,” *Energy Reports*, vol. 11, pp. 3653–3683, 2024, doi: 10.1016/j.egyr.2024.03.040.
- [99] A. R. Amaral, E. Rodrigues, A. R. Gaspar, and Á. Gomes, “Lessons from unsuccessful energy and buildings sustainability actions in university campus operations,” *J. Clean. Prod.*, vol. 297, p. 126665, 2021, doi: 10.1016/j.jclepro.2021.126665.
- [100] L. N. Independent Researcher *et al.*, “Computational Modelling of Climate-Adaptive Building Envelopes for Energy Efficiency in Tropical Regions,” *Global Journal of Engineering and Technology Research*, vol. 1, no. 3, 2025, doi: 10.65150/ep-gjetr/v1e3/2025-05.
- [101] B. Paramita, M. R. Nurlette, and A. N. Hanissa, “Enhancing Facade Design to Improve Energy Efficiency of Office Towers in the Hot and Humid Climate Region (Case Study: Bandung, Indonesia),” in *Lecture notes in civil engineering*, Springer Nature, 2024, pp. 234–244. doi: 10.1007/978-981-97-8401-1\16.
- [102] M. I. Hasan, M. K. Husodo, M. Fauzi, A. Sabil, C. N. Bramiana, and B. N. Prabowo, “Additional shading device in a student housing building to reduce glare and maximizing daylighting,” in *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*, IOP Publishing, 2025, p. 12072. doi: 10.1088/1755-1315/1556/1/012072.
- [103] C. Tjie, F. Lianto, and N. W. Priyomarsono, “Climate Responsive Architecture in Jakarta’s Apartments,” in *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, IOP Publishing, 2020, p. 12150. doi: 10.1088/1757-899x/852/1/012150.
- [104] W. U. Danjuma, O. O. Ajayi, and A. Daramola, “Assessment of Building Forms and Orientation Techniques that Enhance Natural Ventilation and Light for Improved Indoor Air Quality,” *African Journal of Environmental Sciences and Renewable Energy*, vol. 19, no. 1, pp. 308–323, 2025, doi: 10.62154/ajesre.2025.019.01029.
- [105] D. Masriva and S. S. Y. Winasih, “PENERAPAN ARSITEKTUR BIOKLIMATIK PADA BANGUNAN RUMAH TAHFIZH DARUL JANNA DEPOK,” *Widyastana.*, vol. 3, no. 1, 2024, doi: 10.33005/widyastana.v3i1.60.

- [106] C. Mejía-Parada, V. Mora-Ruiz, and S. Attia, “Bioclimatic design recommendations for novel cluster analysis-based mapping for humid climates with altitudinal gradient variations,” *Journal of Building Engineering*, vol. 82, p. 108262, 2023, doi: 10.1016/j.jobbe.2023.108262.
- [107] L. M. F. Purwanto and S. E. Indrawan, “Energy-efficient building design in tropical climates: A systematic literature review of heat transfer strategies,” *ARTEKS Jurnal Teknik Arsitektur*, vol. 11, no. 1, pp. 311–322, 2026, doi: 10.30822/arteks.v11i1.4973.
- [108] E. Davidson, Y. Schwartz, J. Williams, and D. Mumovic, “Resilience of the higher education sector to future climates: A systematic review of predicted building energy performance and modelling approaches,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 191, p. 114040, 2023, doi: 10.1016/j.rser.2023.114040.
- [109] N. Permatasari, “STRATEGI PENERAPAN PRINSIP ARSITEKTUR BIOKLIMATIK PADA IKLIM TROPIS TERHADAP KENYAMANAN TERMAL DAN EFISIENSI ENERGI BANGUNAN,” *Filosofi Publikasi Ilmu Komunikasi Desain Seni Budaya*, vol. 1, no. 4, pp. 277–300, 2024, doi: 10.62383/filosofi.v1i4.442.
- [110] H. Ramezani and E. Reza, “Achieving sustainable architecture through the integration of vernacular natural ventilation principles into contemporary architecture design,” *Front. Built Environ.*, vol. 11, 2026, doi: 10.3389/fbuil.2025.1686776.
- [111] F. Indarti, I. A. Indrawan, F. Rizqiyah, J. Krisdianto, N. E. Nuffida, and I. Defiana, “The Predicted Performance of Natural Ventilation Strategies in Islamic Boarding School Design in Magelang,” *Pawon Jurnal Arsitektur*, vol. 7, no. 2, pp. 301–314, 2023, doi: 10.36040/pawon.v7i2.7018.
- [112] M. Bera and P. K. Nag, “AN OVERVIEW OF BIOCLIMATIC DESIGN STRATEGIES OF THE BUILT ENVIRONMENT,” *Environ. Eng. Manag. J.*, vol. 24, no. 4, pp. 889–913, 2025, doi: 10.30638/eemj.2025.068.
- [113] E. Cüce, F. Sher, H. Sadiq, P. M. Cuce, T. Guclu, and A. B. Besir, “Sustainable ventilation strategies in buildings: CFD research,” *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 36, p. 100540, 2019, doi: 10.1016/j.seta.2019.100540.
- [114] E. Elnagar, A. Arteconi, P. Heiselberg, and V. Lemort, “Integration of resilient cooling technologies in building stock: Impact on thermal comfort, final energy consumption, and GHG emissions,” *Lirias (KU Leuven)*, vol. 261, p. 111666, 2024, doi: 10.1016/j.buildenv.2024.111666.
- [115] M. Rashad, N. Khordehgah, A. Żabnieńska-Góra, L. Ahmad, and H. Jouhara, “The utilisation of useful ambient energy in residential dwellings to improve thermal comfort and reduce energy consumption,” *International Journal of Thermofluids*, vol. 9, p. 100059, 2020, doi: 10.1016/j.ijft.2020.100059.
- [116] D. Hendrawati, “Natural Ventilation Performance for Schools During a Pandemic and the Post-Pandemic COVID 19,” *Journal of Architectural Research and Design Studies*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: 10.20885/jars.vol5.iss2.art6.

- [117] A. A. Sari, “Optimising Thermal Comfort in The Classroom: High schools in the hot and humid tropical climate of Indonesia,” 2025, *The University of Sydney*. [Online]. Available: <https://hdl.handle.net/2123/33601>