

ANALISIS DISTRIBUSI PAPARAN SINAR MATAHARI BERDASARKAN ORIENTASI DAN WAKTU MENGGUNAKAN APLIKASI FORMA AUTODESK: STUDI KASUS GEDUNG ARSITEKTUR UNIVERSITAS TADULAKO

Dui Buana Mustakima^{1,*}, Nadhil Tamimi², Auditha Nurul Gamalia³, Andi Farid Sudyatama⁴, Munarsi⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Tadulko
| duibuanamustakima@untad.ac.id

Commented [AD1]: Cek template jurnal JJoA. Tuliskan afiliasi, email, dan baris tulisan bercetak biru

Article Info: Received: 04 April 2025, Accepted: 8 May 2025, Published: Juni 2025

ABSTRACT.

Building orientation is an important aspect of modern architectural design that affects thermal comfort and energy efficiency. This study aims to analyze the influence of various building orientations on solar exposure in buildings located in Palu, Indonesia, which is situated near the equator. The methods used include data collection through physical measurements of buildings, the creation of 3D models, and analysis using the Forma application to measure the duration and intensity of sunlight across different orientations. The research findings indicate that the east-west orientation has the highest potential for optimal sunlight exposure, with 18-22% of the area receiving more than nine hours of sunlight per day, while 57-66% of the other areas only receive 0-1 hour of solar exposure. This study also recommends further research that integrates solar radiation measurements to gain a deeper understanding of the impacts that building orientation can create. It is hoped that these findings will provide significant contributions to planners, developers, and stakeholders, particularly for the city of Palu and areas with similar characteristics.

Keywords: *Building; Equinox; Forma; Orientation; Palu*

ABSTRAK.

Orientasi bangunan merupakan aspek penting dalam desain arsitektur modern yang memengaruhi kenyamanan termal dan efisiensi energi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dari berbagai orientasi bangunan terhadap penerimaan paparan sinar matahari ke bangunan di Kota Palu, Indonesia, yang terletak dekat garis khatulistiwa. Metode yang digunakan meliputi pengumpulan data melalui pengukuran fisik bangunan, pembuatan model 3D, dan analisis menggunakan aplikasi Forma untuk mengukur durasi dan intensitas cahaya matahari pada berbagai orientasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa orientasi memanjang timur-barat memiliki potensi penyinaran optimal tertinggi, dengan 18-22% area menerima sinar matahari lebih dari sembilan jam per hari, sedangkan 57-66% area lainnya hanya mendapatkan 0-1 jam paparan sinar matahari. Penelitian ini juga merekomendasikan penelitian lebih lanjut yang mengintegrasikan pengukuran radiasi matahari untuk memahami dampak lebih dalam yang dapat dihasilkan oleh orientasi bangunan. Diharapkan hasil termuan ini memberikan kontribusi yang signifikan bagi perencana developer maupun stakeholder, terutama bagi kota Palu maupun daerah dengan karakteristik yang serupa.

Kata kunci: *Building; Equinox; Forma; Orientation; Palu*

PENDAHULUAN

Orientasi bangunan merupakan salah satu aspek yang sangat penting dalam dunia perancangan terutama dalam desain bangunan moderen (Taufiqurahman & Sahputra, 2024). Orientasi bangunan secara signifikan memengaruhi kenyamanan termal (Sari, 2019). Salah satu

tantangan umum para arsitek yaitu bagaimana menyesuaikan desain bangunan agar dapat menangkap sinar matahari secara optimal yang berdampak pada bangunan sehingga mendukung kenyamanan termal dan efisiensi energi (Syahrullah et al., 2024). Tantangan spesifik mencakup penentuan orientasi terbaik dari sebuah bangunan terutama dalam konteks

dearah. Setiap daerah memiliki posisi garis edar matahari yang perlu diperhatikan (Telis et al., 2017). Sebagai contoh kota palu memiliki sudut lintang yang berbeda yaitu $0^{\circ}36' - 0^{\circ}56'$ Lintang Selatan dan $119^{\circ}45' - 121^{\circ}1'$ (BAPPEDA KOTA PALU, 2021) dengan Kota Bandung $5^{\circ}50' - 7^{\circ}50'$ Lintang Selatan dan $104^{\circ}48' - 108^{\circ}48'$ Bujur Timur (JAWARA, 2025) demikian dengan kota kota lainnya.

Permasalahan orientasi bangunan yang perlu menjadi perhatian adalah kesadaran akan potensi pemanfaatan pencahayaan alami terhadap penentuan orientasi bangunan. Pemanfaatan pencahayaan alami merupakan aspek perancangan arsitektural karena sangat berpengaruh kenyamanan ruang dan konsumsi energi (Mustakima et al., 2024). Indonesia merupakan negara dengan iklim tropis. Letak ini menjadi perhatian khusus karena memiliki suhu tinggi, kelembapan dan intensitas yang perlu menjadi perhatian (Dharmawan & Rachmaniyah, 2016). Kota Palu merupakan kota yang berada dekat dengan garis khatulistiwa yang menjadi perhatian untuk diteliti karena keberadaannya sangat dekat dengan garis tersebut (BAPPEDA KOTA PALU, 2021) yang terletak di sepanjang khatulistiwa.

Beberapa penelitian sebelumnya menemukan bangunan memanjang ke arah timur-barat merupakan opsi terbaik. (Pangarsa & Subiyantoro, 2021) menemukan rekomendasi orientasi bangunan pada daerah Bali yaitu memanjang timur barat. Rekomendasi masjid di kota Kendari mengarah pada timur dan barat (Idris et al., 2024). Orientasi terbaik adalah timur (Anthony et al., 2023). Beberapa hasil penelitian untuk menemukan orientasi terbaik untuk bukaan. Orientasi utara-selatan orientasi utara-selatan mengurangi penetrasi panas pada bangunan (Taufiqurrahman & Sahputra, 2024). Orientasi selatan mendapatkan suhu matahari yang rendah (Mufida et al., 2022). Bangunan di medan menempatkan letak bukaan utara-selatan dapat menurunkan termal *indoor* (Sihombing et al., 2024). Bangunan di negara Malaysia yang memiliki orientasi kearah tenggara termasuk yang terbaik dari orientasi lainnya (Iqbal, 2012).

State of the art menunjukkan bahwa meskipun ada banyak penelitian mengenai orientasi bangunan dengan memanjang ke arah timur-barat terbaik dan bukaan terbaik adalah sisi utara selatan penelitian sebelumnya masih berupa

evaluasi. Evaluasi yang dimaksud adalah bangunan (objek penelitian) yang sudah jadi yang kemudian diteliti setiap sisi pemanfaatan pencahayaan alami. Penelitian sebelumnya, orientasi bangunan yang telah dilakukan belum dilakukan dengan mempertimbangkan waktu *equinox* dan *soltis* matahari. Lokasi kota palu juga belum pernah dilakukan dan alat forma juga belum pernah digunakan pada studi terkait ini.

Problem statement yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana orientasi bangunan dapat memengaruhi paparan sinar matahari ke bangunan secara signifikan dengan berbagai macam model alternatif orientasi bangunan melalui penggunaan aplikasi forma. Penelitian ini mengusulkan hipotesis bahwa orientasi bangunan memanjang timur-barat adalah akan memberikan hasil terbaik dalam hal pengoptimalan paparan sinar matahari, dibandingkan dengan orientasi lainnya. Analisis ini akan dilakukan dengan menggunakan aplikasi Forma, yang memungkinkan perhitungan yang akurat terhadap paparan sinar matahari yang diterima dari berbagai orientasi. Dengan eksperimen melalui penentuan orientasi terbaik, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam perencanaan dan perancangan arsitektural, lebih spesifik untuk kota Palu dan daerah dengan karakteristik yang sama.

Tujuan penelitian ini adalah mengeksplorasi pengaruh berbagai macam orientasi bangunan terhadap penerimaan paparan sinar matahari ke bangunan dengan pendekatan berbasis data melalui penggunaan aplikasi Forma di Kota Palu. Metode yang digunakan mencakup pengumpulan data lapangan. Kemudian, diikuti dengan analisis kuantitatif untuk menentukan efisiensi persebaran pencahayaan alami pada masing-masing orientasi. Diharapkan melalui penelitian ini dapat ditemukan orientasi terbaik, yang dapat merespon pemanfaatan cahaya alami di Kota Palu. memberikan panduan yang jelas bagi para arsitek dan perancang dalam merencanakan bangunan yang efisien dan responsif terhadap kebutuhan pengguna baik secara kenyamanan thermal maupun pemanfaatan energi.

METODE PENELITIAN

Selanjutnya, pada tahap analisis data, data yang diperoleh dimasukkan ke dalam aplikasi Forma untuk menghitung durasi dan intensitas paparan sinar matahari pada berbagai orientasi bangunan. Terakhir, pada tahap interpretasi data, hasil

analisis dikategorikan berdasarkan durasi paparan sinar matahari, yang memungkinkan peneliti untuk memahami secara mendalam dampak orientasi bangunan terhadap akses cahaya alami.

Pengumpulan Data Awal

Pengumpulan data diawali dengan melakukan pengukuran fisik terhadap struktur dan konstruksi bangunan yang akan diteliti. Hal ini melibatkan proses pemetaan dan pengukuran geometris dari bangunan Arsitektur Universitas Tadulako. Tim peneliti melakukan pengukuran langsung terhadap dimensi fisik bangunan menggunakan alat ukur akurat, seperti pengukur laser atau alat ukur konvensional. Data yang diukur mencakup panjang, lebar, tinggi bangunan.

Semua data pengukuran dicatat untuk keperluan selanjutnya, seperti pemodelan digital. Pengukuran ini dilakukan di beberapa titik untuk memastikan akurasi dan representativitas model yang akan dibuat.

Konversi Gambar ke Format OBJ

Setelah pengukuran selesai, langkah selanjutnya adalah membuat model 3D bangunan dari data yang diperoleh. Menggunakan perangkat lunak desain arsitektural, gambar arsitektur hasil pengukuran dikonversi menjadi model 3D. Dalam tahap ini, setiap elemen bangunan seperti dinding, atap, dan fasad digambar selaras dengan data pengukuran.

Setelah model 3D selesai, file model diekspor dalam format OBJ, yang merupakan format yang dapat diterima oleh aplikasi Forma. Format ini memungkinkan aplikasi untuk memproses dan menganalisis data geometri bangunan serta melakukan simulasi paparan sinar matahari.

Analisis Data

Forma adalah cloud software yang powerful untuk kebutuhan *pre-design* dan *schematic design*. Forma dapat menganalisis persebaran cahaya matahari, bayangan dan angin terhadap bangunan. Cara kerja menggunakan *ray tracing* (optiX™ by NVIDIA) untuk melacak cahaya dan bayangan. Tidak memperhitungkan kondisi cahaya dan awan. Sampel sinar matahari diambil setiap 6 menit. Sampel diambil menggunakan VSOP 87 Theory untuk menghitung posisi matahari berdasarkan lokasi dan waktu (Autodesk Forma, 2023).

Autodesk menawarkan akses gratis kepada pelajar dan pendidik selama sa syarat tertentu. Akses dapat tahun selama status sebagai pelajar atau pendidik masih berlaku (Autodesk Forma, 2023).

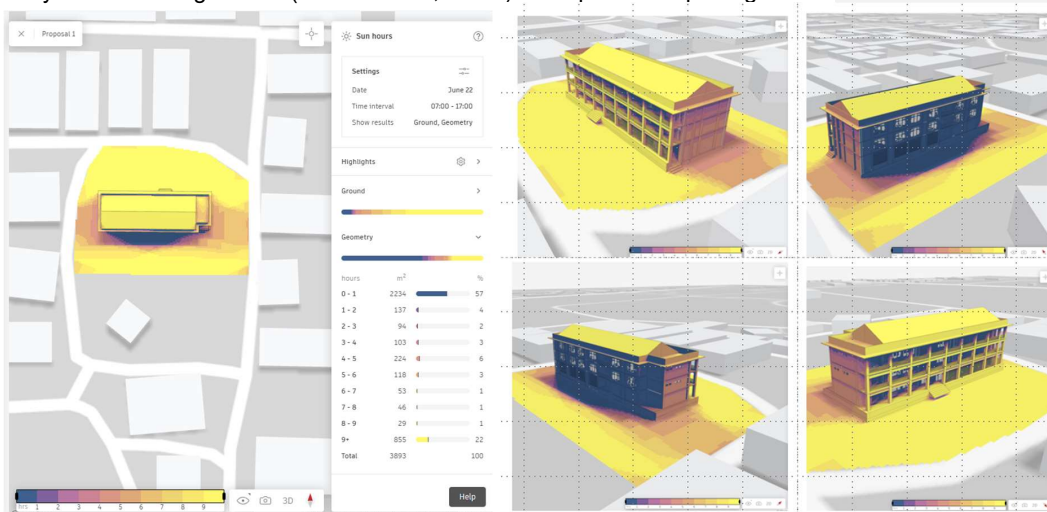
Keunggulan lain dari aplikasi forma adalah pengaturan posisi dan interval waktu analisis. Forma dengan secara *online* dapat menentukan lokasi peneltiain. Forma dapat mengatur berbagai macam alternatif interval waktu. Dengan demikian forma memiliki fleksibilitas yang dengan cepat mengeksplorasi berbagi macam alternatif model dan pengaruh yang akan ditimbulkan. Forma juga dapat memberikan hasil analisis dalam bentuk visualisasi yang mudah dimengerti. Biasanya dalam bentuk *range* warna yang tersebar kepada seluruh geometri yang dianalisis dapat dilihat pada gambar 1 contoh analisis forma

Setelah model bangunan disiapkan dalam format OBJ, tahap selanjutnya adalah mengimpor model tersebut ke aplikasi Selanjutnya dilakukan proses *running* dan menganalisis durasi dan intensitas paparan sinar matahari. *Running* dilakukan dengan men *set up* interval waktu antara pukul 07:00 hingga 17:00 selama bulan, Juni, Agustus, September, Oktober dan Desember, yang memberikan informasi detail mengenai berapa lama dan seberapa intensitas paparan sinar matahari yang diterima oleh bangunan pada berbagai orientasi. Hasil analisis memperlihatkan bahwa data persebaran matahari pada geometri bangunan dikelompokkan berdasarkan kategori durasi paparan (0-1 jam, 1-2 jam, dan seterusnya). Hasil simulasi juga memperlihatkan persebaran penerimaan cahaya alami dalam bentuk %. Gambar berikut menunjukkan proses analisis yang dilakukan 22 Juni, pada interval waktu 07.00-17.00, orientasi Timur barat.

Data mengenai paparan sinar matahari diukur dalam satuan meter persegi (m²) pada berbagai interval waktu (jam) dari Juni hingga Desember. Geometri yang dimaksud adalah seluruh *surface* bangunan. Sampel bulan dan tanggal yang dipilih mewakili periode *eqionox* dan *soltis*. *Equinox* yaitu saat matahari tepat berada pada tepar berada di atas ekuator. *Equinox* terjadi par 12 bulan yaitu Maret dan Se kasus ini diambil bulan Septembe bulan maret. Periode lain adalah *soltis* di mana posisi matahari berada paling utara (23,5°LU). yaitu 21 Juni yang menyebabkan Indonesia bagian utara mendapatkan sinar matahari lebih

lama daripada selatan). Sementara itu titik terjauh yaitu pada bagian Selatan jatuh pada bulan 21 Desember ($23,5^{\circ}\text{LS}$), yang menyebabkan bumi bagian selatan mendapatkan sinar matahari lebih banyak di banding Utara (Raisai et al., 2020).

Bulan Agustus dan Oktober merupakan bulan transisi Bulan Agustus transisi *soltis* Utara menuju *equinox* September, bulan Oktober adalah transisi *equinox* menuju *soltis* desember. Proses analisis dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Contoh Analisis Forma
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Interpretasi data

Proses interpretasi data adalah dengan menganalisis distribusi prosentase area dalam setiap kategori, pola penyinaran yang dihasilkan oleh setiap orientasi bangunan. Hasil ini kemudian dibandingkan antarorientasi, sehingga dapat ditentukan orientasi mana yang paling efisien dalam memanfaatkan sinar matahari. Sebagai contoh, jika orientasi timur-barat menunjukkan persentase yang lebih tinggi dalam kategori paparan cahaya maksimal dibandingkan dengan orientasi lainnya, hal ini menandakan bahwa orientasi tersebut lebih unggul dari lainnya. Hasil kemudian dikaitkan dengan teori maupun temuan peneliti terdahulu.

Keunggulan suatu orientasi dapat dilihat dengan memperhatikan bagaimana sinar matahari terdistribusi ke permukaan geometri bangunan secara visual dan kuantitatif. Sebagai contoh, jika orientasi timur-barat menunjukkan persentase yang lebih tinggi dalam kategori paparan cahaya maksimal dibandingkan dengan orientasi lainnya, hal ini menandakan bahwa orientasi tersebut lebih unggul dalam hal akses terhadap sinar matahari langsung. Hal ini tidak hanya merujuk pada jumlah

cahaya yang diterima, tetapi juga pada durasi dan intensitas cahaya yang mer

Commented [AD8]: Kesalahan pengetikan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis dimulai dari mengkategorikan paparan sinar matahari. Mulai dari 0-1 jam sampai lebih dari 9 jam, yang menunjukkan bagaimana luas area terpapar sinar matahari berfluktuasi di waktu yang berbeda. Pada kategori 0-1 jam menunjukkan bahwa area tersebut mengalami paparan sinar matahari yang minim.

Secara geometri, area yang mendapatkan 0-1 jam sinar matahari biasanya terhalang oleh bangunan tinggi lain atau elemen lain yang menyebabkannya berada di

Commented [AD7]: Berikan spasi antara paragraf

Melanjutkan ke kategori waktu berikutnya, yaitu 1-2 jam dan 2-3 jam, meskipun area terpapar masih relatif kecil, namun terdapat indikasi peningkatan pencahayaan langsung ke bangunan. Sementara

itu, pada kategori 4-5 jam hingga 9+ jam, terlihat peningkatan luas area yang terpapar, menunjukkan paparan sinar matahari mencapai area tersebut tanpa halangan. Semakin tinggi area paparan dalam bentuk jam geometri semakin tidak terhalangi oleh pencahayaan langsung.

Berdasarkan hasil analisis, telaah orientasi bangunan, orientasi utara-selatan terbukti sebagai pilihan paling optimal untuk pemanfaatan cahaya alami. Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun 57-66% area terlan

Commented [AD9]: Kesalahan pengetikan

Commented [AD10]: Kesalahan pengetikan

Commented [AFSAS11R10]: persentase

Tabel 1. Analisis Orientasi Bangunan

Orientasi	0-1 Jam (Area Gelap)	9+ Jam (Area Optimal)	Distribusi Menengah (3-8 Jam)	Konsistensi Musiman	Keterangan
Timur-Barat	57-66%	18-22%	30-40%	Stabil	Terbaik untuk cahaya alami
Timur Laut-Barat Daya	44-45%	13-14%	15-25%	Fluktuatif	Risiko silau matahari pagi/sore
Utara-Selatan	39-47%	11-13%	20-30%	Variatif (tergantung bulan)	Kurang optimal untuk pencahayaan merata
Barat-Laut Tenggara	44-47%	13-14%	15-30%	Ekstrem (variasi tinggi)	Tidak direkomendasikan

Sumber: Hasil analisis, 2025

tertinggi untuk penyinaran optimal (9+ jam), yakni 18-22%, jauh lebih baik dibandingkan orientasi lainnya. Stabilitas distribusi area dengan penyinaran menengah (3-8 jam) berkisar antara 30-40%, memperlihatkan konsistensi yang kuat sepanjang tahun. Hal ini membuat orientasi utara-selatan ideal untuk desain bangunan yang memanfaatkan cahaya alami.

Orientasi lain menunjukkan hasil analisis yang kurang direkomendasikan. Orientasi barat-timur menunjukkan 44-45% area gelap tetapi hanya 13-14% area optimal. Orientasi ini menjadi kurang disarankan disebabkan paparan sinar matahari pagi dan sore biasanya menyebabkan silau, sehingga memerlukan tambahan perangkat peneduh. Sementara itu Orientasi barat laut-tenggara menunjukkan variasi musiman yang signifikan dengan area optimal hanya mencapai 11-13%, menjadikannya kurang cocok untuk desain berkelanjutan. Sedangkan orientasi barat daya-timur laut adalah yang paling tidak direkomendasikan, dengan ketidakstabilan tinggi dan area gelap yang terus mendominasi.

Secara keseluruhan, analisis paparan sinar matahari menunjukkan pola penyinaran yang tidak merata pada lokasi yang diteliti. Mayoritas area mengalami keterbatasan akses sinar matahari langsung, dengan 57-66% hanya menerima sinar matahari selama 0-1 jam setiap hari, dikarenakan penghalang signifikan. Di sisi lain, sekitar 18-22% area menerima sinar

matahari selama 9 jam atau lebih, terletak di wilayah terbuka tanpa halangan.

Melalui analisis ini, disarankan untuk mempertimbangkan orientasi bangunan memanjang ke arah timur-barat sebagai pilihan utama untuk desain optimal yang berfokus pada pemanfaatan pencahayaan alami utara-selatan selaras yang ditemukan oleh (Pangarsa & Subiyantoro, 2021), (Sihombing et al., 2024). Meskipun demikian Orientasi lainnya memerlukan penyesuaian desain agar dapat mencapai hasil pencahayaan yang lebih optimal. Analisis pemilihan orientasi dapat dilihat dari tabel di atas.

Keempat data tersebut telah diukur mengikuti orientasi bangunan tertentu yang telah dipilih sesuai dengan representasikan delapan arah mata angin. Dengan menganalisis arah timur, barat, utara, selatan, serta arah antara seperti timur laut, tenggara, barat laut, dan barat daya, kita dapat memperoleh gambaran yang secara kuantitatif tentang bagaimana cahaya matahari memapar bangunan.

Hasil Analisis Timur-Barat

Analisis paparan matahari dengan aplikasi Forma pada orientasi utara-selatan menunjukkan pola penyinaran yang tidak merata. Sebagian besar area (57-66%) hanya menerima cahaya 0-1 jam per hari akibat kedalaman fasade seperti koridor atau selasar. Sebaliknya, 18-22% area menerima sinar penuh selama 9 jam atau lebih, terutama di zona terbuka dan atap tanpa halangan. Hasil analisis selengkapnya disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2 Hasil Analisis Orientasi Timur-Barat

Jam	Juni 22	Agustus 22	Sep-21	Oktober 22	Desember 22
0 - 1 jam	2,234 m ² (57%)	2,369 m ² (61%)	2,573 m ² (66%)	2,399 m ² (62%)	2,314 m ² (60%)
1 - 2 jam	137 m ² (4%)	84 m ² (2%)	80 m ² (2%)	100 m ² (3%)	94 m ² (2%)
2 - 3 jam	94 m ² (2%)	83 m ² (2%)	65 m ² (2%)	87 m ² (2%)	75 m ² (2%)
3 - 4 jam	103 m ² (3%)	226 m ² (6%)	99 m ² (2%)	103 m ² (3%)	93 m ² (2%)
4 - 5 jam	224 m ² (6%)	100 m ² (2%)	241 m ² (6%)	241 m ² (6%)	170 m ² (4%)
5 - 6 jam	118 m ² (3%)	100 m ² (2%)	66 m ² (2%)	87 m ² (2%)	163 m ² (4%)
6 - 7 jam	53 m ² (1%)	64 m ² (2%)	39 m ² (1%)	49 m ² (1%)	73 m ² (2%)
7 - 8 jam	46 m ² (1%)	37 m ² (1%)	25 m ² (1%)	44 m ² (1%)	47 m ² (1%)
8 - 9 jam	29 m ² (1%)	26 m ² (1%)	12 m ² (0%)	21 m ² (0%)	29 m ² (1%)
9+ jam	855 m ² (22%)	794 m ² (20%)	693 m ² (18%)	762 m ² (20%)	835 m ² (22%)

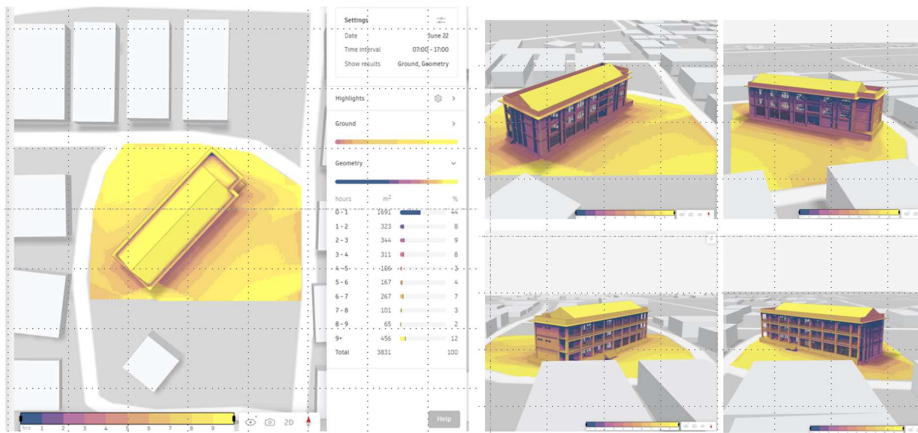
Sumber : Hasil analisis, 2025

Sementara itu, variasi dari hasil analisis paparan sinar matahari ini terlihat jelas pada bulan tertentu. Bulan September menunjukkan kondisi paling ekstrim dimana 66% area hampir tidak mendapat sinar matahari, sementara Juni dan Desember memiliki persentase area dengan penyinaran maksimal tertinggi (22%). Meskipun demikian diantara dari keempat orientasi lain, orientasi ini menunjukkan paparan tertinggi dengan intensitas waktu paparan 9+ tertinggi diantara orientasi yang lain. Ini menunjukkan bahwa area ini merupakan area paling potensial

untuk pemanfaatan pencahayaan alami. Selaras yang diungkap oleh (Sihombing et al., 2024) timur-barat memanjang adalah orientasi terbaik.

Hasil Analisis Timur Laut-Barat Daya

Hasil analisis paparan sinar matahari dengan menggunakan aplikasi forma pada orientasi Barat Laut-Tenggara menunjukkan distribusi penyinaran matahari yang cukup bervariasi sepanjang tahun. Contoh analisis pada bulan yang dilakukan pada 22 Juni.



Gambar 2 Analisis Barat Laut-Barat Daya
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025)

Sebanyak 39–47% area hanya menerima sinar matahari 0–1 jam per hari, tertinggi pada Desember (47%), menunjukkan keterbatasan pencahayaan alami akibat bayangan dari struktur bangunan. Area dengan penyinaran

optimal (≥ 9 jam) hanya 11–13%, lebih rendah dibandingkan orientasi utara–selatan sebelumnya. Hasil analisis menunjukkan pola serupa, memperkuat temuan ini dan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 3 Timur Laut-Barat Daya

Jam	Juni 22	Agustus 22	Sep-22	Oktober 22	Desember 21
0 - 1 jam	1,506 m ² (39%)	1,696 m ² (44%)	1,717 m ² (45%)	1,738 m ² (45%)	1,794 m ² (47%)
1 - 2 jam	309 m ² (8%)	312 m ² (8%)	286 m ² (7%)	268 m ² (7%)	239 m ² (6%)
2 - 3 jam	350 m ² (9%)	199 m ² (5%)	149 m ² (4%)	147 m ² (4%)	264 m ² (7%)
3 - 4 jam	343 m ² (9%)	310 m ² (8%)	288 m ² (8%)	295 m ² (8%)	360 m ² (9%)
4 - 5 jam	188 m ² (5%)	360 m ² (9%)	547 m ² (14%)	531 m ² (14%)	126 m ² (3%)
5 - 6 jam	115 m ² (3%)	299 m ² (8%)	226 m ² (6%)	245 m ² (6%)	225 m ² (6%)
6 - 7 jam	281 m ² (7%)	98 m ² (3%)	57 m ² (1%)	49 m ² (1%)	268 m ² (7%)
7 - 8 jam	193 m ² (5%)	62 m ² (2%)	64 m ² (2%)	63 m ² (2%)	56 m ² (2%)
8 - 9 jam	60 m ² (2%)	59 m ² (2%)	61 m ² (2%)	60 m ² (2%)	47 m ² (1%)
9+ jam	486 m ² (13%)	435 m ² (11%)	435 m ² (11%)	433 m ² (11%)	453 m ² (12%)

Sumber : Hasil analisis, 2025

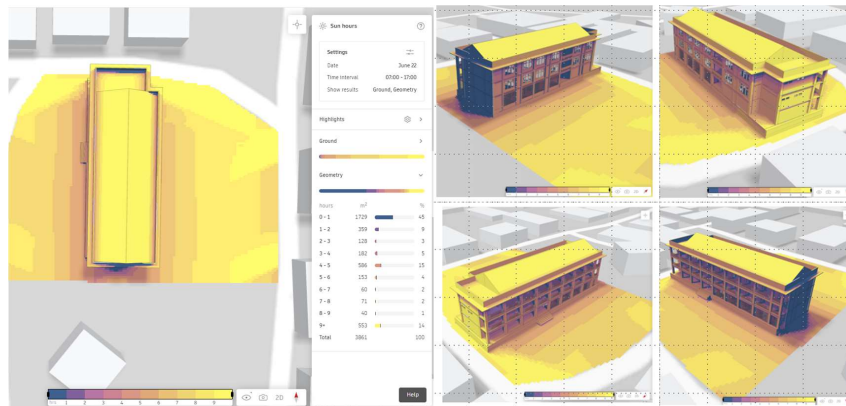
Hasil Analisis Utara-Selatan

Pola penyinaran matahari pada orientasi barat-timur menunjukkan karakteristik yang relatif

stabil sepanjang tahun. Contoh analisis 22 juni dapat dilihat pada gambar berikut

Pola yang menarik terlihat pada distribusi durasi penyinaran menengah (3-6 jam). Pada bulan Agustus, September, dan Oktober, terjadi peningkatan signifikan area dengan durasi 4-5

jam (mencapai 14%), menunjukkan periode ketika matahari mungkin berada pada posisi transisi equinox menuju quinox total. Variasi relative sama dengan September-Oktober



Gambar 3 Contoh Analisis Utara-Selatan
(Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2025)

Data mencatat bahwa 44-45% area hanya menerima sinar matahari 0-1 jam setiap hari, persentase yang konsisten di semua bulan yang diamati. Hal ini menunjukkan bahwa hampir separuh wilayah mengalami kekurangan

paparan sinar matahari langsung, ini terjadi akibat desain bangunan dengan orientasi ini yang kurang optimal dalam menangkap paparan sinar matahari langsung. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4 Utara-Selatan

Jam	Juni 21	Agustus 22	Sep-22	Oktober 22	Desember 21
0 - 1 jam	1,729 m ² (45%)	1,702 m ² (44%)	1,737 m ² (45%)	1,706 m ² (44%)	1,732 m ² (45%)
1 - 2 jam	359 m ² (9%)	396 m ² (10%)	395 m ² (10%)	389 m ² (10%)	359 m ² (9%)
2 - 3 jam	128 m ² (3%)	121 m ² (3%)	142 m ² (4%)	155 m ² (4%)	138 m ² (4%)
3 - 4 jam	182 m ² (5%)	196 m ² (5%)	180 m ² (5%)	201 m ² (5%)	198 m ² (5%)
4 - 5 jam	586 m ² (15%)	600 m ² (16%)	612 m ² (16%)	544 m ² (14%)	504 m ² (13%)
5 - 6 jam	153 m ² (4%)	142 m ² (4%)	136 m ² (3%)	188 m ² (5%)	214 m ² (5%)
6 - 7 jam	60 m ² (2%)	56 m ² (1%)	62 m ² (1%)	57 m ² (2%)	63 m ² (2%)
7 - 8 jam	71 m ² (2%)	71 m ² (2%)	70 m ² (2%)	71 m ² (2%)	79 m ² (2%)
8 - 9 jam	40 m ² (1%)	35 m ² (1%)	29 m ² (1%)	30 m ² (1%)	32 m ² (1%)
9+ jam	553 m ² (14%)	542 m ² (14%)	498 m ² (13%)	519 m ² (13%)	559 m ² (14%)

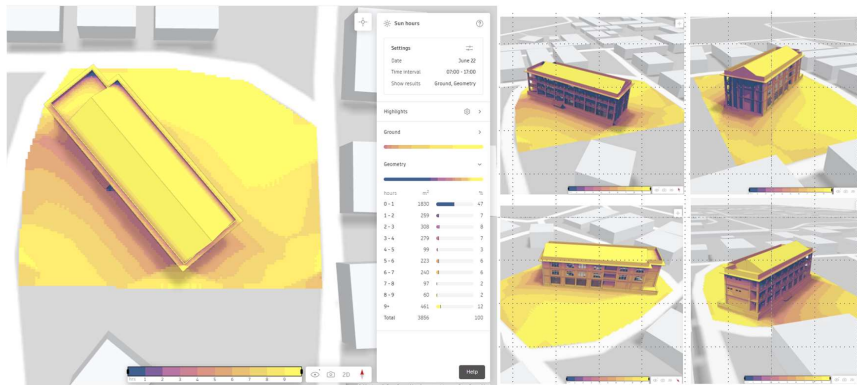
Sumber : Hasil analisis, 2025

Durasi penyinaran 3–6 jam konsisten menempati posisi kedua terbesar (13–16% area), berbeda dari orientasi sebelumnya yang didominasi kategori ekstrem (0–1 jam atau ≥9 jam). Penyinaran menengah (1–4 jam) mencakup 17–19%, sementara durasi panjang (6–9 jam) hanya 4–6%. Area dengan penyinaran maksimal stabil di 13–14%, lebih tinggi dari orientasi Barat Laut–Tenggara, namun lebih rendah dari Utara–Selatan. Pola menarik muncul pada bulan Agustus–Oktober, dengan lonjakan area berdurasi 4–5 jam (hingga 14%),

menunjukkan transisi posisi matahari menjelang equinox. Pola serupa juga terlihat antara September dan Oktober.

Hasil Analisis Barat Laut-Tenggara

Durasi dari paparan sinar matahari langsung untuk orientasi barat laut-tenggara menunjukkan pola yang variatif sepanjang tahun, dengan karakteristik unik yang dapat terlihat di setiap bulan. Contoh analisis dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4 Contoh Analisis Orientasi Barat Laut-Tenggara
(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025)

Distribusi penyinaran yang menarik terlihat pada kategori durasi 4–5 jam, di mana secara konsisten sekitar 44–47% dari wilayah ini justru mengalami penyinaran yang sangat terbatas, yaitu hanya 0–1 jam per hari.. Persentase tertinggi terjadi pada bulan Juni, di mana 47% area tidak mendapatkan sinar matahari langsung, menunjukkan bahwa hampir separuh

wilayah yang dianalisis menghadapi kendala terhadap penerimaan paparan sinar matahari langsung. Ini terjadi karena adanya kedalaman dari fasade bangunan yang membuat pembayang, sehingga membuat beberapa area tidak mendapatkan cahaya matahari langsung.

Tabel 5 Barat Laut-Tenggara

Jam	June 22 (m ²)	August 22 (m ²)	September 22 (m ²)	October 21 (m ²)	December 21 (m ²)
Total Area	3,856 m ²	3,857 m ²	3,855 m ²	3,855 m ²	3,856 m ²
0 - 1 jam	1,830 m² (47%)	1,775 m² (46%)	1,744 m² (45%)	1,713 m² (44%)	1,704 m² (44%)
1 - 2 jam	259 m ² (7%)	287 m ² (7%)	300 m ² (8%)	317 m ² (8%)	318 m ² (8%)
2 - 3 jam	308 m ² (8%)	167 m ² (4%)	138 m ² (4%)	207 m ² (5%)	382 m ² (10%)
3 - 4 jam	279 m ² (7%)	262 m ² (7%)	274 m ² (7%)	327 m ² (8%)	295 m ² (8%)
4 - 5 jam	99 m ² (3%)	386 m ² (10%)	552 m² (14%)	380 m ² (10%)	123 m ² (3%)
5 - 6 jam	223 m ² (6%)	362 m ² (9%)	229 m ² (6%)	297 m ² (8%)	216 m ² (6%)
6 - 7 jam	240 m ² (6%)	58 m ² (2%)	56 m ² (2%)	62 m ² (2%)	226 m ² (6%)
7 - 8 jam	97 m ² (2%)	58 m ² (2%)	73 m ² (2%)	63 m ² (2%)	93 m ² (2%)
8 - 9 jam	60 m ² (2%)	59 m ² (2%)	51 m ² (1%)	58 m ² (2%)	60 m ² (2%)

Sumber : Hasil analisis, 2025

Penyebaran durasi penyinaran menengah (1-4 jam) relatif stabil di kisaran 7-8%. Namun, kategori 2-3 jam mengalami fluktuasi yang signifikan, berkisar antara 4% pada Agustus hingga 10% pada Desember. Pola yang menarik terlihat pada bulan September, di mana 14% area menerima 4-5 jam penyinaran, angka ini merupakan yang tertinggi dibanding bulan-bulan lainnya yang hanya berkisar antara 3-10%. Hal ini menunjukkan posisi matahari yang lebih menguntungkan pada bulan tersebut. Meskipun demikian pada periode 9+ jam yang diharapkan memiliki potensi pemanfaatan pencahayaan alami mendapatkan angka yang sangat rendah yaitu hanya 1-2% saja.

KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh dari berbagai orientasi bangunan terhadap paparan sinar matahari agar dapat memaksimalkan penggunaan cahaya alami. Temuan utama menunjukkan bahwa orientasi memanjang ke arah timur-barat memiliki potensi penyinaran optimal tertinggi, dengan 18-22%

area menerima sinar matahari lebih dari 9 jam per hari, sementara 57-66% area lainnya mengalami keterbatasan sinar matahari (0-1 jam). Di sisi lain, orientasi utara-selatan dan barat laut-tenggara menunjukkan kinerja yang kurang baik, dengan masing-masing 11-13% dan 13-14% area yang mendapatkan paparan sinar matahari dalam kategori optimal, serta konsistensi musiman yang variatif dan fluktuatif. Analisis variasi orientasi menunjukkan bahwa orientasi timur-barat memberikan stabilitas dalam distribusi cahaya alami, sementara orientasi lainnya perlu penyesuaian desain untuk meningkatkan pemanfaatan cahaya. Limitasi penelitian ini mencakup ketidakmampuan untuk mengukur tingkat radiasi dalam derajat Celsius, sehingga disarankan untuk penelitian mendatang agar mengintegrasikan pengukuran tersebut untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang dampak pencahayaan alami terhadap desain bangunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu Yazid Raisal, Hariyadi Putraga, Muhammad Nurfaizi Hidayat, & Riskiyan Hadi. (2020). Posisi matahari pada saat ekuinoks, summer solstice, dan winter solstice di observatorium ilmu falak Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 7(1).
- Autodesk Forma. (2023). *Sun hours analysis in Forma*.
- BAPPEDA KOTA PALU. (2021). *Palu Livable City Index 2021*.
- Citra Fila Telis, Maria Immaculata Ririk Winandari, & Sri Tundono. (2017). Pengaruh Orientasi Bangunan terhadap suhu termal di Unit Rusunawa Tambora. *Seminar Nasional Cendekiawan Ke 3 Tahun 2017*.
- Dui Buana Mustakima, Audita Nurul Gamalia, & Nadhil Tamimi. (2024). Evaluasi Pencahayaan Alami pada Bangunan Indekos: Studi Kasus Kos Kita di Kota Kendari. *Ruang : Jurnal Arsitektur*, 18, 10–15.
- JAWARA. (2025). *Pemerintah Provinsi Jawa Barat*.
- M. Rachmat Syahrullah, N. Amalia, & Khaerunnisa. (2024). Pengaruh Integrasi Pencahayaan Alami Pada Sistem Pencahayaan, Terhadap Efisiensi Energi Bangunan Tinggi. *RUANG: JURNAL ARSITEKTUR*, 18(2), 30–36.
- Muhammad Iqbal. (2012). Studi Orientasi Bangunan dan Adaptasinya terhadap Kenyamanan Manusia dalam Bangunan. *JURNAL ARSITEKNO*, 1(2), 39–51.
- Nadila Aulia Idris, Jabar Sirhadi, Dude Arlino, & La Pande Jurumai. (2024). Kajian Solusi Desain Penerapan Pencahayaan Alami pada Masjid Al-Azhar. *Rustic Jurnal Arsitektur*, 4(2), 164–178.
- Naufal Ariq Pangarsa, & Heru Subiyantoro. (2021). Kajian Optimasi Orientasi Bangunan Untuk Penurunan Termal Bangunan (Studi Kasus: The Tiing Hotel Resort di Bali). *Jurnal Arsir Universitas Muhammadiyah Palembang*.
- Raihan Mufida, Adi Safyan, Sisca Olivia, Effan Fahrizal, & Yenny Novianti. (2022). Pengaruh Orientasi Bangunan terhadap Kenyamanan Termal. *JAZ Jurnal Arsitektur Zonasi*, 5(2).
- Rydha Prasetya Anthony1, Nurhikmah Budi Hartanti, & Rizki Fitria Madina. (2023). Komparasai Kinerja Pencayahaya Alami berdasarkan Orientasi Kavling Rumah Tinggal, Studi Kasus Kasus: Perancangan Kawasan Perumahan di Greenwich Park Residence BSD. *Vitruvian Jurnal Arsitektur, Bangunan, & Lingkungan*, 13(1).
- Sanggam B Sihombing, Isnar TL Ritonga, Erwina, Edryan Tedja, & Norieco Yang. (2024). Analisis Orientasi Bangunan terhadap Kondisi Terma pada Bangunan Fave Hotel di Kota Medan. *Jurnal Darma Agung*, 32(1).
- Taufiqurahman, & Derry Sahputra. (2024). Orientasi Bangunan Sebagai Aspek Pendukung Efisiensi Energi Studi Kasus : Gedung PPIG, Universitas Palangka Ray. *ALIBI – Jurnal Arsitektur Dan Lingkungan Binaan*, 1(2).
- Vippy Dharmawan, & Nanik Rachmaniyah. (2016). Adaptasi Iklim pada Huian Rumah Tinggal yang menghadap Matahari. *Simposium Nasional RAPI XV – 2016 FT UMS*.
- Yusmita Sari. (2019). Pengaruh Orientasi Bangunan Rumah Tinggal terhadap Kondisi Termal Kamar Tidur. *TALENTA Conference Series: Energy & Engineering*, 2(1)