

ORIENTASI DESAIN BUNGALOW SEHAT DENGAN PENDEKATAN PEMANFAATAN SINAR MATAHARI

Evananda Nadhira Rahma Pertiwi¹, Karenina Martha Arafah², Anwar Subkiman³

Arsitektur, Arsitektur dan Desain, Institut Teknologi Nasional, Bandung

Surel: ¹evanandaowl@mhs.itenas.ac.id; ²karen04martha@mhs.itenas.ac.id; ³anwar.sub@itenas.ac.id

Vitruvian vol xx no y bulan 202x

Diterima: 01 01 2020 | Direvisi: 01 03 2020 | Disetujui: 01 05 2020 | Diterbitkan: 30 06 2020

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara yang terletak pada garis khatulistiwa dengan iklim tropis yang memiliki luas daratan 1.919.440 km². Daratan tinggi Indonesia banyak dimanfaatkan menjadi lokasi rekreasi hingga dibutuhkan rancangan bungalow yang tidak hanya nyaman dan mempunyai daya tarik dengan memanfaatkan pemandangan alam sekitarnya yang indah, tetapi juga bungalow harus sehat. Sebuah bungalow dirancang dengan bukaan yang lebar untuk mendapatkan view yang terbaik sekaligus memanfaatkan sinar matahari yang dapat menghasilkan ruangan yang sehat dengan energi yang dimilikinya. Bungalow sebagai fasilitas publik harus senantiasa terjaga kebersihannya dengan memenuhi kriteria bangunan/rumah sehat. Sinar matahari memiliki potensi berupa energi iradiasi yang ternyata dapat membunuh kuman dan patogen lain di udara maupun permukaan benda. Potensi sinar matahari ini dapat dimanfaatkan untuk menciptakan desain bungalow yang sehat. Penelitian ini mengambil studi kasus di Desa Rancakalong, Kabupaten Sumedang. Penelitian diawali dengan mendapatkan data geografis; *sun path*, *site*, dan iklim yang menjadi parameter simulasi orientasi bungalow yang sehat. Simulasi menggunakan *software development* andrewmash.com, yaitu dengan *2D Sun Path* untuk mendapatkan orientasi bungalow yang tepat sinar matahari mampu menjangkau bagian dalam bungalow secara optimal, sebagai tujuan penelitian ini. Penelitian ini juga menggambarkan bahwa betapa pentingnya penelitian yang intensif untuk mendapatkan konsep desain di tahap awal perancangan, atau disebut *design by research*. Secara umum, dengan data parameter *sun path*, *site*, dan iklim serta analisis simulasi komputer, maka akan didapatkan orientasi bangunan yang tepat sesuai dengan kriteria bangunan yang ramah-lingkungan.

Kata Kunci: bungalow sehat, sinar matahari, arsitektur ramah-lingkungan, orientasi bangunan, bukaan bangunan.

ABSTRACT

Indonesia is a country located on the equator with a tropical climate which has a land area of 1,919,440 km². The Indonesian highlands are widely used as recreational locations, a bungalow design is needed that is not only comfortable and attractive by utilizing the beautiful surrounding natural scenery, but also healthy. A bungalow designed with wide openings to get the best view possible while taking advantage of the sunlight can create a healthy room with its energy. Bungalows as public facilities must always be kept clean by meeting the criteria for a healthy building/house. Sunlight has the potential in the form of irradiated energy which can actually kill germs and other pathogens in the air and on the surface of objects. This particular property of sunlight can be utilized to create a healthy bungalow design. This research is a case study in Rancakalong Village, Sumedang Regency. The research begins by obtaining geographic data; sun path, site, and climate as parameters for a healthy bungalow orientation simulation. Simulation using andrewmash.com software development, namely 2D Sun Path to get the right bungalow orientation where sunlight can reach inside of the bungalow optimally, is the purpose of this research. This research also illustrates how important intensive research is to get a design concept in the early stage of design, or design by research. In general, with sun path, site, and climate as parameters as well as computer simulation analysis, the right building orientation can be obtained in accordance with the criteria for environmentally friendly building.

Evananda Nadhira Rahma Pertiwi; Karenina Martha Arafah; dan Anwar Subkiman.

ORIENTASI DESAIN BUNGALOW SEHAT DENGAN PENDEKATAN PEMANFAATAN SINAR MATAHARI

Keywords: *healthy bungalow, sunlight, eco-friendly architecture, building orientation, building opening.*

PENDAHULUAN

Sinar matahari memiliki banyak manfaat, tidak hanya sebagai pencahayaan alami dalam bangunan tetapi juga dapat menciptakan kualitas ruang menjadi sehat ketika sinar matahari dapat masuk ke dalam bangunan melalui bukaan jendela. Salah satu manfaatnya adalah aliran energi (*irradiance*) sinar matahari dapat mengandung UV-B (ultra violet tipe B) sebesar 1.5 watt/m² pada siang hari yang cerah, terutama bagi kita yang tinggal di bawah garis khatulistiwa. Jumlah UV-B ini cukup besar untuk dapat mematikan bibit penyakit dan mikroorganisme parasit (patogen) yang berada udara atau permukaan benda di dalam ruangan[1]. Kemampuan sinar matahari dalam membunuh bibit penyakit ini akan dimanfaatkan secara optimal sebagai pendekatan dalam proses perancangan bungalow sehat yang direncanakan dibangun di lokasi pegunungan, tepatnya di Rancakalong, Sumedang.

Bungalow menjadi fasilitas penginapan yang cocok untuk kondisi geografis Indonesia di daratan tinggi sebagai tempat menginap atau tempat tinggal sementara bagi orang yang berpergian dan berlokasi jauh dari kota atau di pegunungan. Bungalow sehat memiliki kondisi ruang dalamnya yang memenuhi kriteria hunian yang sehat, diantaranya: memiliki sirkulasi udara yang baik, tidak menampung debu, tidak lembab, tidak berbau apek, yang selalu menjadi masalah tipikal bagi hunian di negara tropis. Apalagi bungalow ini adalah fasilitas penginapan yang disewakan, artinya dapat dihuni oleh siapa saja. Berdasarkan definisinya, *bungalow* adalah sejenis akomodasi yang berbentuk rumah, berlokasi dekat pegunungan atau jauh dari kota. Disewakan untuk keluarga sebagai tempat istirahat[2].

Di dalam proses perancangan terdapat tahapan yang sangat penting, adalah penelitian sebagai dasar perancangan (*design by research*), yang diawali dengan identifikasi masalah. Masalah yang ditemui adalah: 1) Pengelola harus dapat menjamin bahwa bungalow kembali sehat dan higienis setelah digunakan sehingga siap dihuni oleh penyewa

berikutnya. 2) Bungalow terkadang mengalami penurunan okupasinya, ada waktu tidak disewa sehingga menyebabkan ruangan bungalow cenderung menjadi tidak sehat. Kondisi ini biasanya tetap menuntut dilakukannya perawatan yang tentu saja membutuhkan biaya sehingga akan membebani pengelola. Selain itu, 3) Trend desain yang baik sekarang adalah *eco-friendly architecture*, bangunan yang ramah lingkungan sehingga perancangan bungalow ini juga harus dilakukan dengan merespon lingkungan sekitarnya.

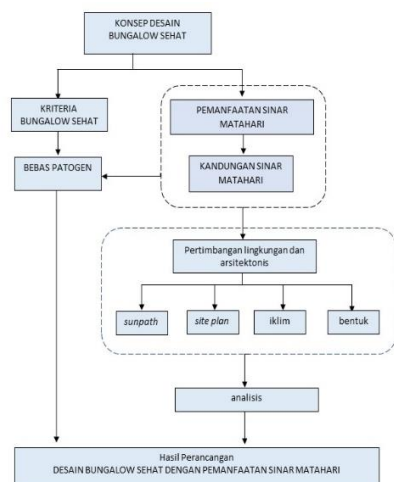


Gambar 1. Contoh bungalow di pegunungan dengan bukaan minim.
 Sumber : <https://www.expedia.co.id/Penida-Island-Hotels-Unicorn-Bungalow.h48228398.Hotel-Information>,
<https://www.agoda.com/aryasuta-bungalow/hotel/lombok-id.html?cid=1844104>, diakses 30 Oktober 2021

Rancangan bungalow pada saat ini cenderung tidak mengoptimalkan bukaan sehingga cahaya matahari tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal. Orientasi bangunannya (arah bukaan jendela) biasanya hanya berdasar pada *view* atau pemandangan panorama yang menjadi *focal point*, seperti ditunjukkan Gbr.1. Desainnya cukup mengandalkan material alami sebagai daya tarik pengunjung. Bungalow dengan lebar bukaan yang minim akan menyebabkan ruang yang tidak sehat serta dibutuhkan energi untuk penerangan atau kebutuhan energi listrik, seperti untuk kebutuhan perawatan tadi. Strategi desain yang biasanya dilakukan dalam pemenuhan masalah ini adalah dengan mengoptimalkan *passive design*, desain yang merespon atau memanfaatkan potensi lingkungan sekitarnya.

METODOLOGI

Proses desain dilaksanakan melalui tahapan identifikasi masalah dengan survey lapangan, analisis site, studi literatur, dan studi banding yang akan menghasilkan konsep desain. Konsep desain yang baik diawali dengan penelitian yang mendalam, yakni penelitian yang lebih menitikberatkan kepada proses *design by research*: dengan studi literatur untuk mendapatkan data kriteria bungalow yang sehat, data kandungan sinar matahari yang dapat membunuh patogen dalam bangunan yang kemudian dilanjutkan dengan studi lingkungan (*sun path*, *site*, dan iklim) serta studi arsitektonis. Alur penelitian dapat digambarkan pada skema Gbr. 2 berikut. Kelengkapan data dan parameter atas kriteria bungalow sehat dan posisi matahari selanjutnya dianalisis untuk mendapatkan desain arsitektural bungalow.



Gambar 2. Alur Penelitian Konsep Desain

1. Kriteria Bungalow Sehat. Bungalow yang sehat, jika mengacu kepada Kepmenkes No. 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan, di antaranya disebutkan berikut ini:
 - a. Bahan bangunan.
 - Tidak terbuat dari bahan yang dapat melepaskan bahan yang dapat membahayakan kesehatan, antara lain: debu total kurang dari $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, asbestos kurang dari $0,5 \text{ serat}/\text{m}^3/4 \text{ jam}$,

plumbum (Pb) kurang dari $300 \text{ mg}/\text{kg}$;

- Bahan tidak terbuat dari bahan yang dapat menjadi tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme patogen.
- b. Pencahayaan
Pencahayaan alam dan/atau buatan, langsung maupun tidak langsung dapat menerangi seluruh ruangan dengan intensitas penerangan minimal 60 lux dan tidak menyilaukan mata.
 - c. Kualitas udara
 - Suhu udara nyaman antara $18 - 30^\circ\text{C}$;
 - Kelembaban udara $40 - 70\%$;
 - Gas SO_2 kurang dari $0,10 \text{ ppm}/24 \text{ jam}$;
 - Pertukaran udara $5 \text{ kali}^3/\text{menit}/\text{penghuni}$;
 - Gas CO kurang dari $100 \text{ ppm}/8 \text{ jam}$;
 - Gas formaldehid kurang dari $120 \text{ mg}/\text{m}^3$
 - Ventilasi: Luas lubang ventilasi alamiah yang permanen minimal 10% luas lantai.
 - Vektor penyakit: Tidak ada lalat, nyamuk ataupun tikus yang bersarang di dalam rumah.

Kriteria bungalow yang sehat di atas dicapai dengan mengoptimalkan sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan secara langsung sehingga dapat membunuh berbagai mikroorganisme parasite. Untuk itu, desain bungalow yang akan dirancang, dilakukan dengan pendekatan *ecofriendly*, yaitu harus memperhatikan dua pertimbangan utama, yakni pertimbangan lingkungan dan pertimbangan arsitektonis[3]. Kedua pertimbangan ini akan menjadi parameter yang saling melengkapi untuk mendapatkan desain yang diinginkan. Pertimbangan lingkungan adalah: 1) lintasan matahari (*sun path*), 2) kondisi iklim, dan 3) tapak (*site*) sekitarnya.

Peran sinar matahari pada bangunan terbagi menjadi dua yaitu, sinar matahari langsung dan tidak langsung. Sinar matahari langsung tidak melewati refleksi dari benda di luar bangunan melainkan langsung pada bidang kerja dan benda di dalam bangunan [4]. Namun sinar matahari langsung dengan UV-B yang baik untuk kesehatan juga

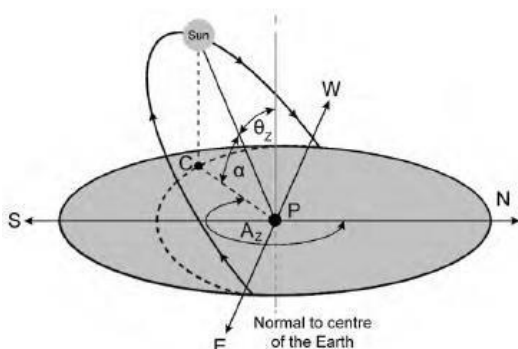
sebetulnya mempunyai efek tidak baik, yakni dapat membakar kulit manusia jika terpapar terlalu lama. Untuk itu perlu, selain tiga pertimbangan di atas, penelitian ini juga menentukan waktu sinar matahari kapan yang ideal untuk dimanfaatkan dan berapa lama paparannya (*exposure time*). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Nurhandoko[1] bahwa patogen dapat dibersihkan di udara dan permukaan benda dengan *exposure time* UV dengan aliran energi $0,25 \text{ watt/m}^2$ selama iradiasi 10 – 30 menit. Tabel 1 memperlihatkan data kandungan energi sinar matahari sepanjang tahun. Dari tabel tersebut, maka sinar matahari yang masuk dibutuhkan adalah pada pagi hari antara pukul 07.00 – 10.00. Kaitan dengan ini, data selanjutnya adalah mendapatkan sudut elevasi matahari pada waktu tersebut untuk dimanfaatkan dapat masuk ke dalam bungalow secara optimal.

Tabel 1. Rata-rata intensitas UV-B Sinar Matahari Pada Bulan September 2016 – Maret 2017 [5].

Time (hour)	Average hourly UVB intensity (mW/m ²)						
	September	October	November	December	January	February	March
05:00–06:00	0	0	0	0	0	0	0
06:00–07:00	0	0	0	0	0	0	0
07:00–08:00	4.9	4	3.7	3.7	3.8	3.9	4.0
08:00–09:00	3.7	3.7	4.1	5.2	6.3	8.0	9.9
09:00–10:00	7.5	6.9	6.2	7.5	9.4	10.9	12.4
10:00–11:00	9.2	11*	11*	9*	10*	10*	12.1
11:00–12:00	9.7	12	14	12	10	11.9	13.2
12:00–13:00	9.7	10	8.9	11	10.9	12.7	13.2
13:00–14:00	8	8.6	8	12	13.4	11	11.2
14:00–15:00	7.4	7.1	6.7	8	9.45	6.16	6.73
15:00–16:00	5.9	5.9	5.9	6.4	5.8	5.99	7.94
16:00–17:00	5.4	5.5	5.4	4.1	5.16	3.01	3.96
17:00–18:00	1.9	1	1.2	1.8	2.09	1.02	1.42
18:00–19:00	0	0	0	0	0	0	0

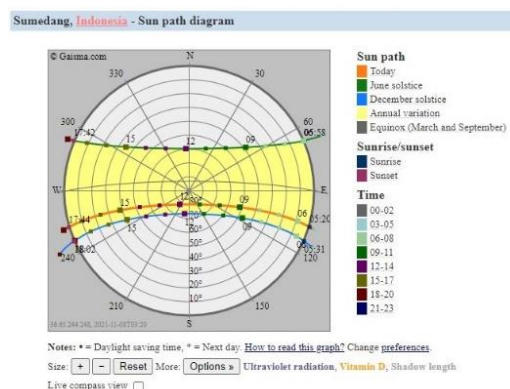
2. Pertimbangan Lingkungan.

Pertimbangan lingkungan yang pertama adalah *sun path*. Walaupun di negara tropis, matahari tidak selalu berada tepat di atas garis khatulistiwa tetapi selalu bergeser sedikit ke Utara atau Selatan dalam peredarannya dalam satu tahun. Perubahan posisi terhadap garis khatulistiwa ini mengakibatkan sudut azimuth (A_z atau ψ) dan sudut zenith (θ_z) yang berbeda dalam



Gambar 3. Sudut elevasi (α), sudut zenith (θ_z), dan sudut azimuth (A_z) matahari. Sumber : Prinsloo G. & Dobson dalam Adhim, 2017[6]

Setiap bulannya (lihat Gbr. 3). Posisi matahari dari pergerakannya dari terbit hingga terbenam menghasilkan sudut elevasi (α) atau sudut ketinggian matahari. Sudut zenith dan azimuth akan menjadi parameter penentuan orientasi bangunan, sedangkan sudut elevasinya menentukan desain bukaan bangunan.

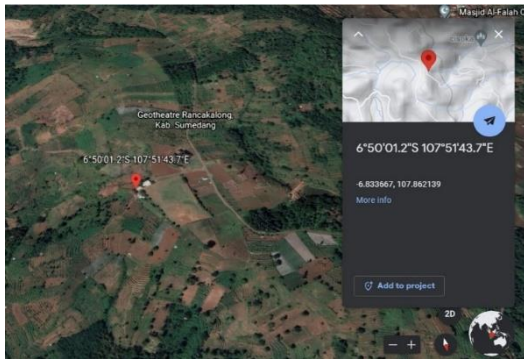


Gambar 4. Diagram lintasan matahari di atas Kabupaten Sumedang dalam satu tahun. Sumber :

<https://www.gaisma.com/en/location/sumedang.html>, diakses 8 November 2021

Pertimbangan lingkungan berikutnya adalah kondisi iklim untuk mendapatkan kecerahan langit dan curah hujan yang akan mempengaruhi intensitas sinar matahari. Data iklim diperoleh dari website: <https://www.gaisma.com/en/location/sumedang.html>. Bungalow ini rencananya akan dibangun di Desa Pamekaran Kecamatan Rancakalong, Kabupaten Sumedang, berdekatan dengan Rencana Pengembangan Pusat Budaya Geotheater Rancakalong. Posisi koordinat geografisnya adalah $6^{\circ}50'01.2''$ Lintang Selatan dan $107^{\circ}51'43.7''$ Bujur Timur. Hampir sama seperti kondisi iklim di Jawa Barat pada umumnya yang berkontur dan iklim dua musim hujan dan musim panas yang terkadang memiliki langit yang cerah namun juga mendung. Curah hujan rata-rata dalam satu tahun juga cukup tinggi, terutama pada

bulan Oktober - Maret. Namun kondisi ini relatif tidak mengurangi intensitas sinar matahari untuk maksud membuat bungalow tetap sehat. Yang mengkhawatirkan adalah tingkat polutan di udara menurut website: <https://air.plumelabs.com> di Rancakalong cukup tinggi, yakni 70AQI rata-rata dalam satu tahun, di atas standar yang ditetapkan WHO.



Gambar 5. Lokasi Perencanaan Pusat Budaya Geotheatre Rancakalong, Kab. Sumedang – Koordinat Geografis = $6^{\circ}50'01.2''S$ $107^{\circ}51'43.7''E$.

Sumber : <https://earth.google.com>, diakses 8 Nopember 2021 dan foto diambil tanggal 16 September 2021

3. Pertimbangan Arsitektonis.

Untuk memenuhi pemenuhan kriteria tersebut, maka diterapkan strategi yaitu membuat bukaan yang lebar pada bangunan. Untuk mendukung proses penelitian ini dilakukan kajian teori yaitu, cahaya matahari akan bekerja secara optimal apabila orientasi bangunan dengan bidang terluas menghadap ke arah Utara – Selatan dan bidang terpendek bangunan menghadap ke arah Barat – Timur [7] Namun, dapat disesuaikan dengan desain dan kondisi iklim setempat. Radiasi matahari paling banyak mengenai fasad timur dan barat pada iklim

tropis, Penyinaran langsung dari sebuah dinding bergantung pada orientasinya terhadap matahari [8].

Orientasi bangunan pada arah orientasi bukaan merupakan posisi yang ideal untuk menangkap sinar matahari sepanjang tahun. Sudut azimuth (Ψ) terjauh ke arah Selatan terjadi di Bulan Desember, sedangkan sudut azimuth terjauh ke arah Utara terjadi di Bulan Juni (Lihat Tabel 2). Maka dari itu, bukaan bangunan didesain mengikuti arah orientasi bukaan bangunan untuk mengoptimalkan cahaya matahari bukaan dibuat dengan ukuran yang lebar. Kenyamanan ruang dipengaruhi dengan luas dan arah bukaan semakin luas ruang dan arah bukaan yang tepat akan menciptakan kenyamanan ruang [9]. Namun untuk membatasi lama paparan sinar matahari masuk ke dalam bungalow, selain desain bukaan jendela juga diperlukan desain sirip penangkal sinar matahari (spsm) untuk mendapatkan *vertical shadow angle*, yakni maksimum di 59° .

Tabel 2. Sudut azimuth (Ψ) dan sudut elevasi matahari (α) di Rancakalong, Kab. Sumedang didapat dari *Sun Path Diagram*.

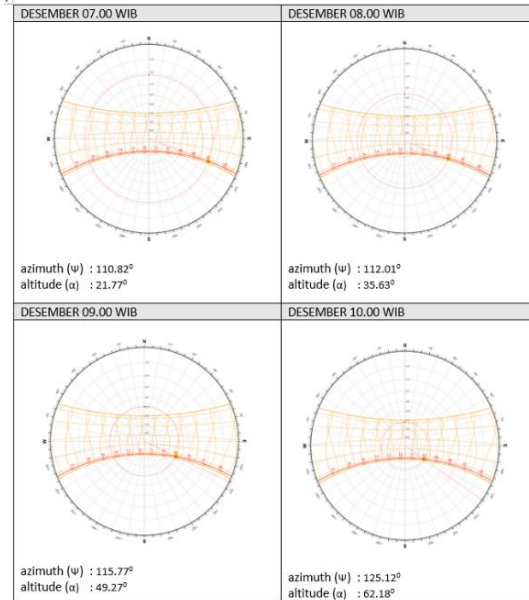
	Waktu	Ψ	α
Desember	07.00	110.82°	21.77°
	08.00	112.01°	35.63°
	09.00	115.77°	49.27°
	10.00	125.12°	62.18°
Juni	07.00	65.11°	14.29°
	08.00	60.71°	27.54°
	09.00	40.06°	41.59°
	10.00	41.32°	51.09°

Material bangunan mempengaruhi kondisi ruangan seperti bukaan pada rancangan bungalow dan bukaan tidak menggunakan gorden karena dapat menjadi tempat berkumpulnya debu dan kuman.

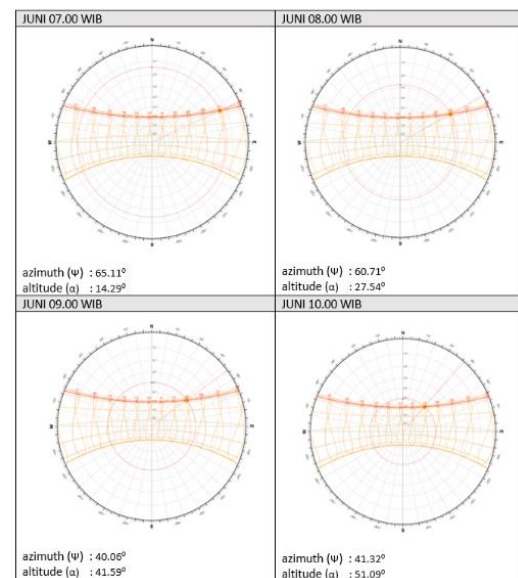
DISKUSI

Untuk memenuhi proses simulasi dilakukan studi diagram sunpath dan sudut elevasi menggunakan *software development* andrewmash.com dengan memilih software '2D Sun Path'. Simulasi dilakukan berdasarkan Tabel 1 Sudut azimuth (Ψ) dan sudut elevasi matahari (α) di Rancakalong, Kab. Sumedang.

Tabel 3. Sudut azimuth (Ψ) dan altitude (α) di Rancakalong, Kab. Sumedang pada Bulan Desember didapat dari 2D Sunpath Andrewmash.com
PD: 2D Sun-Path (bitbucket.io)



Tabel 4. Sudut azimuth (Ψ) dan altitude (α) di Rancakalong, Kab. Sumedang pada Bulan Juni didapat dari 2D Sunpath Andrewmash.com
PD: 2D Sun-Path (bitbucket.io)



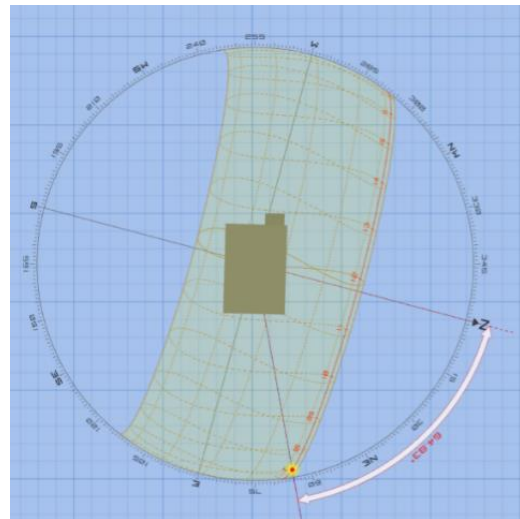
Andrewmash.com
PD: 2D Sun-Path (bitbucket.io)

Dalam prosesnya dapat memasukan koordinat 6°50'01.2"S 107°51'43.7"E Rancakalong Kab, Sumedang dan data sesuai Tabel 1. Untuk tipe lintasan matahari

menggunakan *Stereographic sunpath* yaitu kelengkungan garis proyeksi cekung yang merupakan diagram yang paling umum digunakan. Waktu setempat (*local time*) menggunakan Waktu Indonesia Bagian Barat (WIB) dengan garis bujur (longitude) acuan 105°BT *timezone* GMT +7 meliputi Sumatra, Jawa, dan Kalimantan Barat. [10]

Dari simulasi sunpath pada bulan desember jam 07.00 WIB – 10.00 WIB berkesimpulan bahwa terdapat perbedaan sudut deklinasi atau penyimpangan matahari utara yang diukur pada bidang datar dengan arah pengukuran dari utara searah jarum jam atau yang disebut juga sudut azimuth (Ψ), sudut matahari akan berubah tiap waktu yang dipengaruhi oleh terbit dan terbenamnya matahari.

Hasil simulasi sunpath pada bulan juni sama dengan Tabel 2 yang berkesimpulan bahwa terdapat perbedaan sudut azimuth dan sudut elevasi (altitude) disetiap jamnya. Dari data yang diperoleh akan dilanjutkan dengan penerapan sudut elevasi (altitude) dan azimuth pada bangunan. Idealnya orientasi bukaan menghadap ke bagian Utara dan Selatan namun, untuk mendapatkan sinar matahari sehat pada jam 07.00 WIB – 10.00 WIB orientasi bukaan bagian depan bungalow menghadap ke barat dan bagian belakang ke timur seperti pada Gambar 6 berikut.



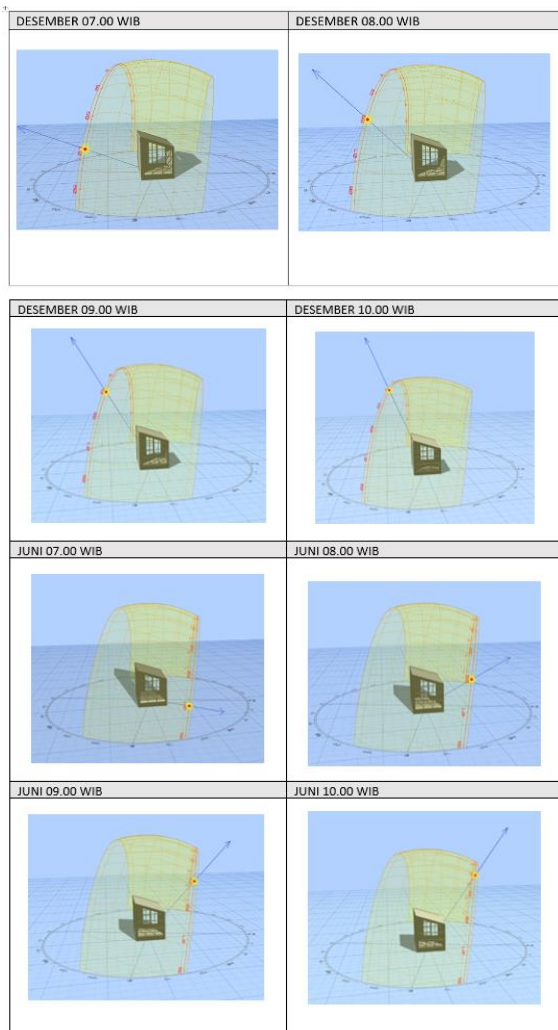
Gambar 6. Orientasi Bangunan terhadap Arah Orientasi Bukaan

Sumber : PD: 3D Sun-Path (bitbucket.io), diakses 14 Nopember 2021

Penerapan sudut elevasi (altitude) dan azimuth pada bangunan memberikan cangkupan sinar matahari yang masuk ke dalam bungalow yang tertera pada Tabel 5.

Sinar matahari yang masuk dilihat dari bagian timur bangunan karena bagian tersebut merupakan sisi dengan bukaan terlebar. Berdasarkan penerapan dari tabel 4 sinar matahari yang masuk pada bulan Desember tidak mencakup seluruh ruangan sedangkan pada bulan Juni sinar matahari dapat masuk secara maksimal. Dengan demikian, sinar matahari yang masuk ke dalam bangunan dapat membunuh berbagai mikroorganisme parasite dan dapat membantu pembentukan vitamin D pada tubuh manusia.

Tabel 5. Penerapan Sudut azimuth (Ψ) dan altitude (α) pada Bungalow didapat dari 3D Sunpath Andrewmash.com
PD: 3D Sun-Path (bitbucket.io)



Adapun aspek-aspek yang mempengaruhi seperti sirip penangkal sinar matahari (spsm). Pada rancangan bungalow terdapat spsm dengan panjang 0.50 m pada bagian barat bangunan yang dimana dengan panjang tersebut tidak dapat menangkal sinar radiasi matahari. Maka dari itu, sinar matahari dapat langsung masuk ke dalam bangunan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada akhir penelitian ini ditetapkan bahwa orientasi desain bungalow dengan bukaan yang lebar adalah untuk mengikuti arah orientasi bukaan bangunan dengan menghadap ke Barat – Timur sehingga mendapatkan sinar matahari sehat pada pukul 07.00 WIB – 10.00 WIB yang disimulasikan pada bulan Juni dan Desember. Berdasarkan simulasi bahwa sinar matahari dapat mencangkup seluruh ruangan pada bulan Juni tanpa dihalangi oleh sirip penangkal sinar matahari (spsm) sehingga sinar matahari dapat menjangkau seluruh ruangan untuk mendapatkan bungalow yang sehat.

Penelitian mutlak dilakukan untuk mendapatkan konsep yang tepat (design by research). Dalam hal ini, dengan mendapatkan parameter data dari sun path, site, dan iklim, maka akan didapatkan orientasi bangunan yang tepat sesuai dengan tujuan desain, bungalow sehat, atau secara umum arsitektur yang ramah lingkungan.

Saran/Rekomendasi

Dengan keterbatasan waktu dan lain-lain, penelitian ini belum dilanjutkan menghasilkan desain bungalow yang utuh. Tahap selanjutnya dari proses perancangan tetap dapat dilakukan melalui simulasi berbagai software komputer, seperti pencahayaan, perilaku angin, penghawaan, dst.

Selain itu, penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk mengkritisi berbagai bungalow yang banyak bertebaran di penjuru Nusantara sebagai bahan kajian mendapatkan desain bungalow atau sejenisnya yang sehat dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. E. Nurhandoko, "Spektrum Sinar Matahari mengandung Desinfektan Alami," Mar. 2020, [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/340130061_Spektrum_Sinar_Matahari_mengandung_Desinfektan_Alami
- [2] H. Krestanto, "STRATEGI DAN USAHA RESERVASI UNTUK MENINGKATKAN TINGKAT HUNIAN DI GRAND ORCHID HOTEL YOGYAKARTA," *Jurnal Media Wisata*, vol. Volume 17, no. Nomor 1, Mei 2019, [Online]. Available: https://www.amptajurnal.ac.id/index.php/MWS/article/view/276/pdf_5
- [3] A. Subkiman, Dwinita Larasati, and Budi Isdianto, "Pemanfaatan Pencahayaan Siang pada Interior Gedung Kampus PT Dahana sebagai Strategi Penerapan Prinsip Bangunan Berkelanjutan," *Jurnal Rekarupa*, vol. 2, no. 2, Desember 2014, [Online]. Available: <https://ejournal.itenas.ac.id/index.php/rekarupa/article/view/705>
- [4] K. Jeumpa and B. Hadibroto, "ASPEK PERANCANGAN KENIKMATAN FISIK BANGUNAN TERHADAP PENGARUH IKLIM," p. 7.
- [5] R. T. D. Judistiani *et al.*, "Optimizing ultraviolet B radiation exposure to prevent vitamin D deficiency among pregnant women in the tropical zone: report from cohort study on vitamin D status and its impact during pregnancy in Indonesia," *BMC Pregnancy and Childbirth*, vol. 19, no. 1, p. 209, Jun. 2019, doi: 10.1186/s12884-019-2306-7.
- [6] A. Adhim, *PID Auto Tuning Menggunakan PSO Pada Sistem Fotovoltaik Penjejak Matahari Dua-Sumbu*. Tesis Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017. [Online]. Available: <https://repository.its.ac.id/48770/>
- [7] B. Talarosha, "Menciptakan Kenyamanan Thermal Dalam Bangunan," *Jurnal Sistem Teknik Industri*, vol. 6, no. 3, p. 151, Jul. 2005.
- [8] N. L. Latifah, H. Perdana, and O. P. M Siahaan, "KAJIAN KENYAMANAN TERMAL PADA BANGUNAN STUDENT CENTER ITENAS BANDUNG," p. 4.
- [9] I. N. Arifin and M. S. Hidayat, "PENGARUH BUKAAN TERHADAP KINERJA TERMAL PADA MASJID JENDRAL SUDIRMAN," p. 10, 2018.
- [10] N. L. L. MT ST, *Fisika Bangunan 1*. Jakarta: GRIYA KREASI, 2015.