

Apartemen Hijau dengan Pendekatan Energi Pasif di Kota Makassar

Bayu Nugraha¹, Rosady Mulyadi², Rahmi Amin Ishak³, Triyatni Martosenjoyo⁴, Syarif Beddu⁵, Dahniar⁶

^{1,3,4,5,6} Lab. Perancangan Arsitektur, Program Studi S1, Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

² Lab. Sain Bangunan, Program Studi S1, Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Email korespondensi: bayugoo03@gmail.com

Abstrak

Kurangnya ketersediaan ruang terbuka hijau di Kota Makassar, dan pertumbuhan kawasan hunian yang tiap tahunnya kian meningkat, memicu munculnya fenomena *Urban Heat Island*. Fenomena ini menyebabkan suhu rata-rata permukaan di Kota Makassar lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya, sehingga berdampak pada tingginya konsumsi energi rumah tangga. Perancangan hunian apartemen hijau dengan pendekatan energi pasif menjadi salah satu solusi dalam menjawab permasalahan lingkungan hunian dan efisiensi energi. Studi ini mengkaji perancangan arsitektur apartemen dengan konsep arsitektur hijau, yang mengkhusus pada penerapan energi pasif. Arsitektur hijau berupaya meminimalkan dampak negatif bangunan pada lingkungan dengan efisiensi dan optimalisasi penggunaan material, energi, dan pengembangan ruang. Energi pasif berfokus pada efisiensi energi dan mengurangi ketergantungan pada sistem mekanis untuk pemanasan, pendinginan, dan ventilasi. Pendekatan arsitektur hijau meliputi analisis meso lingkungan tapak (iklim, lintasan matahari, angin), dan mikro bangunan (orientasi bangunan, tatanan massa, gubahan bentuk, selubung bangunan). Penerapan konsep energi pasif berfokus pada sistem penghawaan dan pencahayaan, melalui pendinginan iklim mikro tapak dengan pertimbangan orientasi bangunan terhadap pergerakan udara dan lintasan matahari, serta penggunaan elemen ruang luar dan ruang dalam yang dapat membantu proses pendinginan ruang.

Kata-kunci: apartemen, arsitektur hijau, energi pasif, lingkungan hunian, Kota Makassar

Pengantar

Kota Makassar sebagai ibukota provinsi Sulawesi Selatan dengan jumlah penduduk terbesar, memiliki 1,5 juta jiwa penduduk atau setara dengan 17,15% dari total penduduk di Sulawesi Selatan (BPS Kota Makassar, 2022). Dengan luas 46.000 km² dan kepadatan penduduk sebesar 192 per km², Kota Makassar memiliki 2 juta jiwa Kepala Keluarga (KK) dengan angka yang terus bertambah, hal ini mendorong kebutuhan akan hunian, sumber daya dan energi listrik dan air, serta kebutuhan lahan yang kian meningkat. Dari tahun 2015 hingga 2018 terdapat peningkatan 25% dari pemakaian listrik di Kota Makassar, bahkan penggunaan air bersih mencapai 46 juta m³ pada tahun 2019 (Dinas Tata Ruang dan Permukiman Sulawesi Selatan, 2019).

Besarnya jumlah pemakaian air dan listrik di Kota Makassar tersebut, terkait dengan kurangnya ketersediaan hunian bagi masyarakat sebesar 114.000 unit. Hal ini pun berdampak pada banyaknya

lahan hijau yang dialih fungsikan menjadi lahan kawasan hunian. Di sisi lain saat ini Kota Makassar hanya memiliki sekitar 11% dari total 30% Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang ditentukan. Dengan total luas wilayah sebesar 175,77 km², Makassar kekurangan sekitar 33.39 km² atau 3.39 Ha ruang terbuka hijau untuk publik. Angka ini semakin mengecil tiap tahunnya, berdasarkan Rencana Tata Ruang Kota Makassar tahun 2015-2034, jumlah ruang terbuka hijau di Kota Makassar hanya sebesar 8,31% dari luas wilayahnya. Proporsi luasan ruang terbuka hijau ini jelas masih sangat kurang dari ketentuan perundangan yang mensyaratkan minimal 30%. Fenomena *Urban Heat Island* membuat suhu rata-rata permukaan di Kota Makassar lebih tinggi dibandingkan dengan daerah sekitarnya. Suhu di Kota Makassar sendiri sudah melebihi dari ambang batas nyaman yaitu 27°C, dengan suhu rata-rata di tiga kecamatan (Rappocini, Panakkukang, dan Makassar) mencapai 29,54°C pada tahun 2018 (Kurnianti, 2019). Hal ini menyebabkan kecenderungan masyarakat menggunakan pendingin ruangan mekanis (*Air Conditioner*) sebagai respon terhadap suhu panas tersebut. Kebiasaan ini menyebabkan naiknya penggunaan listrik sektor rumah tangga di Kota Makassar, serta timbulnya efek negatif bagi kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat. Berdasarkan uraian di atas, kota besar di Indonesia seperti Kota Makassar sangat membutuhkan lingkungan hunian yang dapat menjawab kebutuhan akan hunian yang dapat meringankan beban penggunaan energi sektor rumah tangga, serta mengurangi efek *Urban Heat Island* di kota besar.

Arsitektur hijau adalah konsep arsitektur yang bertujuan meminimalisir dampak negatif terhadap lingkungan (J. Kibert, 2016). Konsep hijau ini menekankan efisiensi dan optimalisasi dalam penggunaan material, energi, dan sumber daya alam terbatas lainnya. Di sisi lain dapat membantu meringankan beban operasional energi dan sumber daya alam sektor rumah tangga, antara lain dengan memanfaatkan energi terbarukan seperti panel surya, kincir angin, serta pengelolaan air dan limbah. Strategi membangun efisiensi energi berdasarkan kinerja ramah lingkungan merupakan respons terbaik untuk meningkatkan desain efisiensi energi bangunan (Liu, 2020). Dari segi huniannya sendiri, arsitektur hijau dapat membantu penekanan penggunaan energi dan suhu udara melalui konsep *passive cooling*. Hunian dengan konsep arsitektur hijau, dan pendekatan energi pasif ini diharapkan dapat menjadi model solusi untuk permasalahan lingkungan dan hunian.

Berdasarkan fenomena lingkungan tersebut, apartemen merupakan salah satu pilihan sarana untuk mawadahi kegiatan hunian di kawasan padat penduduk, khususnya di Kecamatan Mariso, Kota Makassar. Konsep apartemen hijau dianggap sesuai dengan konteks Kecamatan Mariso yang memiliki kepadatan penduduk tinggi dan berpotensi sebagai pengguna energi terbesar. Apartemen hijau dengan pendekatan energi pasif tidak hanya mengendalikan iklim mikro tapak dan penggunaan energi dalam aktivitas harian penghuni, tetapi juga sebagai solusi menetralkan kondisi iklim makro di lingkungan kota.

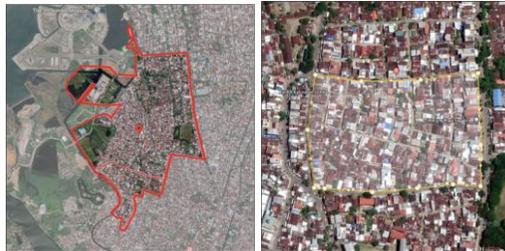
Data

Apartemen Hijau dengan Pendekatan Energi Pasif di Kota Makassar adalah proyek perancangan yang mawadahi aktivitas hunian secara vertikal, yang berfokus pada efisiensi dan optimalisasi penggunaan energi dalam bangunan. Konsep pendekatan arsitektural ditujukan pada aspek meso lingkungan dan mikro bangunan.

Lokasi proyek berada di Kecamatan Mariso, merupakan salah satu dari 15 kecamatan yang ada di Kota Makassar dengan kepadatan permukiman yang tinggi. Letak lokasi berbatasan dengan Kecamatan Ujung Pandang di Utara, Kecamatan Mamajang di Selatan, serta Kecamatan Tamalate di sebelah barat. Kecamatan Mariso memiliki luas wilayah 1,82 km² dan terdiri dari 9 kelurahan, dengan jumlah penduduk mencapai 57,594 jiwa pada tahun 2021 dengan tingkat kepadatan penduduk mencapai 31,645/km² (BPS Kota Makassar, 2022). Kecamatan Mariso merupakan kecamatan dengan tingkat kepadatan penduduk tertinggi kedua di Kota Makassar. Dengan angka

kepadatan yang mencapai 31.645 jiwa/km² pada tahun 2021 dengan jumlah penduduk mencapai 57.594 jiwa (BPS Kota Makassar, 2022). Tata ruang wilayah di Kecamatan Mariso umumnya dimanfaatkan untuk pemukiman, pertokoan, dan perkantoran, dengan latar belakang karakteristik penduduk yang heterogen dominan berasal dari suku Makassar dan Bugis, serta dominan bermata pencarian di bidang informal.

Lokasi tapak berada di Jalan Cendrawasih dan termasuk dalam kawasan permukiman padat, dengan luas tapak ±78.886 m², berada dekat dengan bangunan komersial, pendidikan, ruang terbuka hijau dan militer. Perhitungan prediksi jumlah pengguna berdasarkan jumlah dan tingkat kepadatan penduduk dari kelurahan di Kecamatan Mariso, direncanakan mewadahi 481 unit hunian.



Gambar 1. Peta Kecamatan Mariso dan Lokasi Tapak
Sumber: Google Earth, 2023

Isu

Konsep bangunan hijau (*green building*) berupaya menyediakan lingkungan yang sehat dengan cara yang hemat sumber daya, dengan menggunakan prinsip-prinsip berbasis ekologis. *Green building* diatur oleh standar *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), adalah sistem penilaian dalam bangunan hijau yang memberikan serangkaian kriteria terukur yang mempromosikan konstruksi arsitektur berkelanjutan (Kubba, 2012). Sistem penilaian LEED untuk konstruksi membahas enam bidang utama pembangunan, yaitu: 1) Tapak yang Berkelanjutan, antara lain mengurangi efek *urban heat island*; 2) Efisiensi dalam penggunaan air; 3) Energi dan atmosfer, antara lain meningkatkan sumber energi non-polusi yang dapat diperbarui untuk mengurangi dampak lingkungan dan ekonomi yang terkait dengan penggunaan energi bahan bakar fosil dan meminimalkan penerimaan yang berkontribusi pada penipisan ozon dan pemanasan global; 4) Material dan sumber, dengan cara memaksimalkan penggunaan bahan lokal yang dapat diperbarui dengan cepat dan dapat didaur ulang; 5) Kualitas dalam ruangan, yaitu usaha peningkatan kenyamanan, produktivitas, dan kesejahteraan penghuni gedung dengan meningkatkan kualitas udara dalam ruangan, memaksimalkan siang hari ruang interior, memungkinkan pengguna mengontrol pencahayaan dan sistem Kenyamanan termal agar sesuai dengan kebutuhan dan preferensi tugas; 6) Inovasi dan proses desain, yaitu sistem peringkat bangunan hijau LEED dan/atau mendemonstrasikan kinerja inovatif dalam kategori bangunan hijau (Diaz, 2018).

Selain standar LEED, *Green Building Council Indonesia* (GBCI) menanggapi permasalahan lingkungan dengan mengembangkan *GreenShip Net Zero* untuk mentransformasi seluruh bangunan dengan emisi nol, antara lain melalui pendekatan desain pasif; penggunaan penghawaan alami dan pencahayaan alami (Green Building Council Indonesia, 2013). Standar GBCI pada lingkup mikro bertujuan meningkatkan kualitas iklim mikro di sekitar gedung yang mencakup kenyamanan manusia dan habitat sekitar gedung. Kriteria GBCI pada aspek pencahayaan alami bertujuan mendorong penggunaan pencahayaan alami yang optimal untuk mengurangi konsumsi energi dan mendukung desain bangunan yang memungkinkan pencahayaan alami semaksimal mungkin, sedangkan pada

aspek penggunaan energi bertujuan mendorong penggunaan sumber energi baru dan terbarukan yang bersumber dari dalam lokasi tapak bangunan (Green Building Council Indonesia, 2013).

Berdasarkan standar bangunan hijau tersebut, maka proyek ini memfokuskan konsep perancangan pada penerapan prinsip energi pasif untuk bangunan hunian apartemen, dengan mempertimbangan respon terhadap iklim dan lingkungan. Dengan demikian isu yang diangkat dalam perancangan proyek ini adalah:

- 1) Konsep arsitektur hijau pada rancangan apartemen
- 2) Penerapan sistem energi pasif pada rancangan apartemen
- 3) Integrasi konsep hijau-pasif dalam skala meso dan mikro apartemen
- 4) Desain apartemen hijau dengan pendekatan energi pasif

Tujuan Perancangan

Secara umum tujuan perancangan adalah menghasilkan wadah apartemen yang tanggap terhadap isu iklim dan lingkungan di permukiman padat, melalui tahap: 1) Eksplorasi konsep arsitektur hijau pada rancangan apartemen; 2) Analisis penerapan sistem energi pasif pada rancangan apartemen; 3) analisis integrasi konsep hijau-pasif dalam skala meso dan mikro apartemen, dan 4) Menghasilkan rancangan apartemen hijau dengan pendekatan energi pasif.

Kriteria

Proyek ini menerapkan kriteria berdasarkan standar GBCI, antara lain:

1. Menggunakan berbagai material untuk menghindari efek *heat island* pada area atap gedung, atau menggunakan *greenroof* sebesar 50% dari luas atap yang tidak digunakan untuk *mechanical electrical* (ME), dihitung dari luas tajuk
2. Menggunakan berbagai material untuk menghindari efek *heat island* pada area perkerasan non-atap
3. Desain lansekap berupa vegetasi (*softscape*) pada sirkulasi utama pejalan kaki menunjukkan adanya pelindung dari panas akibat radiasi matahari, dan terpaan angin kencang.
4. Menggunakan berbagai material untuk menghindari efek *heat island* pada area atap gedung, atau menggunakan *greenroof* sebesar 50% dari luas atap yang tidak digunakan untuk *mechanical electrical* (ME), dihitung dari luas tajuk
5. Menggunakan berbagai material untuk menghindari efek *heat island* pada area perkerasan non-atap
6. Desain lansekap berupa vegetasi (*softscape*) pada sirkulasi utama pejalan kaki menunjukkan adanya pelindung dari panas akibat radiasi matahari, dan terpaan angin kencang.

Prinsip perancangan arsitektur hijau yang diterapkan dalam rancangan apartemen ini, mencakup: 1) Merancang tata letak dan orientasi bangunan sedapat mungkin diarahkan menurut orientasi timur-barat dengan bagian utara-selatan untuk menerima cahaya alami tanpa kesilauan, selain arah matahari, arah angin juga diperhitungkan dengan mengarahkan bangunan sekitar 45° antara utara-selatan; 2) Penataan vegetasi cenderung untuk menstabilkan suhu karena tanaman merupakan penyerap panas alami, tanaman sebagai peneduh juga sebagai peredam suara. Tanaman harus dapat memberikan naungan untuk atap dan dinding, tanpa menghalangi pergerakan udara di sekitar bangunan; 3) *Layout* bangunan dapat memberikan ruang yang cukup untuk pergerakan udara. Pergerakan udara adalah salah satu cara efektif untuk membuat kondisi termal yang nyaman di iklim tropis lembab; 4) Bentuk bangunan dan selubung bangunan yang dapat merespon cahaya, angin, dan kelembapan udara.

Persyaratan kenyamanan ruang dan tipologi bangunan menjadi pertimbangan dalam menentukan penerapan prinsip energi pasif, antara lain teknologi pasif surya, ventilasi alami, pendinginan pasif, dan pendinginan evaporatif (Gonzales, 2016). Prinsip energi pasif yang dapat diterapkan pada rancangan apartemen ini, mencakup sistem: 1) *Passive cooling*, teknik pendinginan ruang menggunakan elemen pergerakan udara, pendinginan evaporative, dan massa termal; 2) *Orientation*, menempatkan massa pada tapak berdasarkan lintasan matahari dan angin; 3) *Thermal mass*, berdasarkan kemampuan material dalam menyerap dan menyimpan energi panas; 4) *Insulation*, kemampuan material sebagai penghalang panas; 5) *Glazing*, elemen kaca sebagai pengendali termal; 6) *Shading*, elemen bangunan dan tanaman sebagai *barrier* panas dan silau. Efisiensi energi harus dikombinasikan dengan perencanaan arsitektur dan tata letak, desain fungsional, desain konstruksi, desain sistem dan elemen fisik lainnya (Liu, 2020).

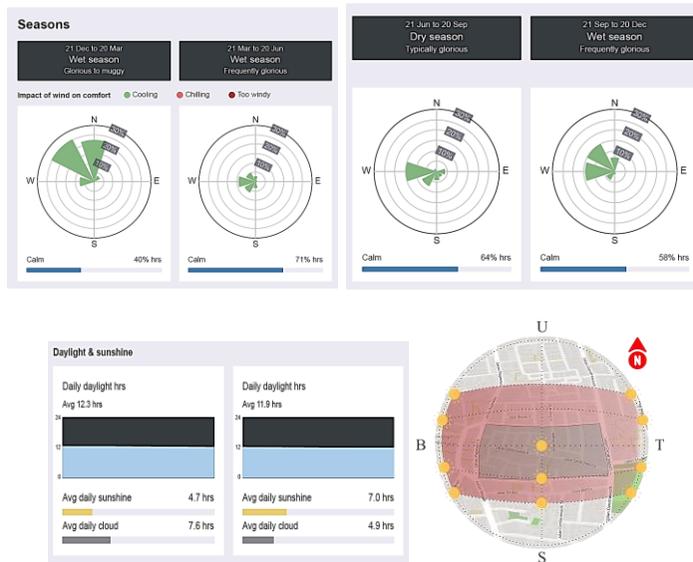
Prinsip-prinsip pendekatan pasif, perlu mempertimbangkan dan menganalisis penerapan ventilasi alami, pengendalian angin, pengendalian matahari, pencahayaan alami, atap hijau, dan desain selubung bangunan dan insulasi termal (Celebi, 2020). Pada proyek ini, kriteria bangunan hijau dan energi pasif akan diintegrasikan dengan metode desain konvensional untuk mengembangkan bangunan hijau yang terintegrasi dengan fungsi hunian. Beberapa kriteria berdasarkan prinsip arsitektur hijau akan digunakan untuk merancang apartemen yang dapat meminimalkan penggunaan energi. Tahap desain terdiri dari tahap: analisis zoning tapak, tatanan massa, gubahan bentuk, dan selubung bangunan. Pada tahap analisis zoning tapak, kriteria bangunan hijau membutuhkan rancangan yang dapat beradaptasi dengan kondisi fisik lingkungan yang ada, seperti lintasan matahari, suhu udara, dan aliran udara. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui sirkulasi udara di sekitar massa. Umpan balik dari tahap ini akan menentukan jarak ideal antara massa, orientasi massa, dan komposisi massa dengan menerapkan prinsip *passive cooling*. Setelah umpan balik diterapkan pada tapak, selanjutnya tatanan massa apartemen akan dikembangkan. Pada tahap ini tata letak massa dianalisis berdasarkan pertimbangan gubahan bentuk mikro bangunan untuk menentukan zonasi horizontal dan vertikal dari tata letak unit, guna merancang sistem ventilasi silang di dalam unit ruang apartemen. Pada tahap ini pula prinsip *thermal mass* akan diimplementasikan pada tata letak unit ruang apartemen. Kemudian pada tahap terakhir, studi fasad/selubung bangunan dianalisis berdasarkan prinsip *insulation*, *glazing*, dan *shading*.

Konsep

Berdasarkan prinsip arsitektur hijau dan energi pasif, maka respon rancangan terhadap analisis pergerakan udara adalah: 1) Penempatan bukaan dominan pada sisi barat dan utara; 2) Tatanan massa disesuaikan dengan aliran udara agar penghawaan alami lebih efisien; 3) Penataan vegetasi sebagai pengarah aliran udara. Sedangkan respon terhadap analisis lintasan matahari adalah: 1) Penyesuaian orientasi bangunan terhadap arah matahari agar bidang yang terpapar tidak terlalu besar; 2) Penempatan bukaan yang strategis agar hunian mendapatkan cahaya matahari berlimpah; 3) Pemilihan model atau jenis bukaan pada hunian yang dapat mengatasi panas yang diterima namun tetap menerima cahaya masuk.

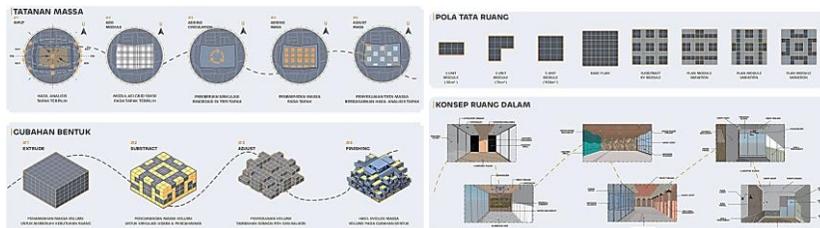
Gambar 2 menunjukkan data aliran udara dan lintasan matahari pada tapak sebagai pertimbangan energi pasif. Berdasarkan data tersebut dilakukan analisis tatanan massa dan gubahan bentuk bangunan. Tatanan massa dirancang untuk meminimalkan penyerapan radiasi matahari melalui selubung bangunan sambil beradaptasi dengan aliran udara yang ada di sekitar bangunan. Gambar 2 juga menunjukkan data lintasan matahari, di mana sisi timur dan barat selubung bangunan akan mendapat radiasi matahari langsung. Untuk menghindari kondisi tersebut, massa bangunan harus memanjang dari timur ke barat untuk meminimalkan luas selubung bangunan timur dan barat. Kondisi lingkungan dapat diukur berdasarkan angka kenyamanan termal luar ruangan (rata-rata distribusi suhu radiasi), dan perubahan potensi pulau panas sepanjang hari berdasarkan variabel

desain: tipe bangunan, tipe perencanaan lokasi, arah fasad, dan rasio lanskap (Jeong dan Yoon, 2012).



Gambar 2. Kondisi Angin Pada Tapak dan Rata-Rata Cahaya Matahari pada bulan Desember-Juni dan Juni-Desember 2022

Tatanan massa merupakan perletakan unit bangunan yang diatur berdasarkan pertimbangan orientasi, fungsi, sirkulasi, dan kondisi tapak. Penempatan unit bangunan tersebut merupakan tanggapan hasil analisis tapak terhadap arah matahari, angin, dan zonasi tapak. Dengan bantuan modul *grid* ditentukan letak bangunan terhadap kondisi lingkungan. Pergerakan angin dominan datang dari arah barat dan barat laut, sehingga letak bangunan terhadap arah datang angin berada pada sisi diagonal tapak. Penerapan sistem orientasi bangunan dengan mempertimbangkan penempatan massa pada tapak berdasarkan lintasan matahari dan angin. Di samping itu sistem *thermal mass* berdasarkan kemampuan material dalam menyerap dan menyimpan energi panas juga diterapkan pada elemen selubung bangunan. Gambar 3 menunjukkan tahap transformasi bentuk dari 2 dimensi ke 3 dimensi untuk mewardahi aktivitas, sirkulasi udara dan pencahayaan, serta kebutuhan ruang terbuka hijau di tiap unit bangunan.



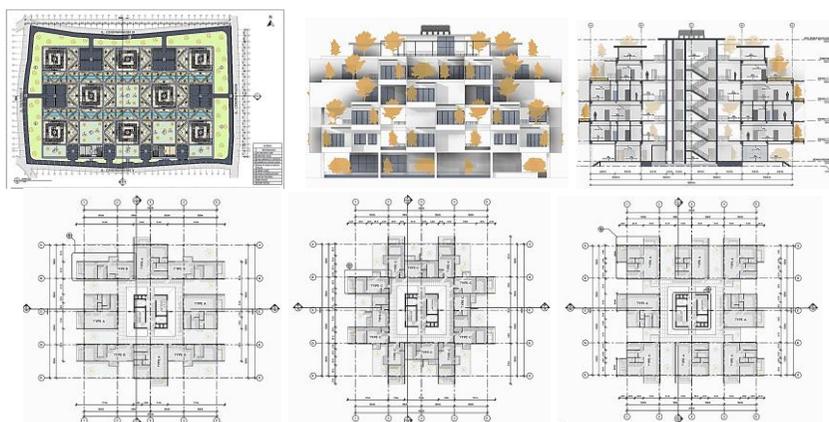
Gambar 3. Konsep tatanan massa, gubahan bentuk, pola tata ruang dan ruang dalam (interior)

Gambar 3 menunjukkan konsep tatanan massa, gubahan bentuk, pola tata ruang, dan interior. Untuk mengontrol aliran udara di sekitar bangunan, massa bangunan dibagi berdasarkan modul *grid* untuk menciptakan celah di antara massa, celah ini akan memungkinkan udara bergerak di sekitar bangunan dan memungkinkan aliran terowongan angin di sekitar massa, dan masuk ke dalam

bangunan. Untuk mengontrol pergerakan udara sehingga aliran udara tidak terlalu tinggi, massa dirancang dengan teknik aditif dan subtraktif pada tiap sisi bangunan, serta memungkinkan pergerakan udara akan lebih dekat ke fasad bangunan. Pengumpulan data primer dan sekunder tapak dan bangunan berisi peraturan pemerintah, kode bangunan, standar, preseden, dan analisis lokasi. Kriteria bangunan hijau pada tahap ini membantu merancang tatanan massa yang dapat merespons kondisi lokasi yang ada. Kondisi ini adalah suhu udara, lintasan matahari, dan aliran udara. Ketiga kondisi tersebut adalah variabel utama dalam tahap ini. Suhu udara di dalam gedung harus lebih rendah daripada di luar, dan aliran udara di sekitar gedung membantu menurunkan suhu udara di dalam bangunan, namun tetap menjaga kondisi nyaman untuk aktivitas manusia (V.L. Farid, 2018).

Analisis pola tata ruang mempertimbangkan besaran tipe unit ruang apartemen berdasarkan ukuran modul 50 m², 75 m², dan 100 m². Tata letak unit ruang tiap lantai berbeda berdasarkan pola variasi modul lantai, dan respon terhadap pergerakan udara, serta cahaya matahari. Demikian pula penggunaan elemen ruang dalam yang merespon pencahayaan dan penghawaan alami, serta meminimalisir radiasi matahari langsung dengan sistem insulasi termal, *shading* dan *glazing* pada material luar dinding dan jendela. Sistem *passive cooling* juga diterapkan pada ruang dalam dengan teknik pendinginan ruang menggunakan elemen pergerakan udara, pendinginan *evaporative*, dan massa termal. Menurut Verma (2021) isolasi dinding dan langit-langit mempunyai kecenderungan dapat mengurangi konsumsi energi bangunan masing-masing sebesar 70-80% dan 65%, dibandingkan dengan bangunan dengan jenis dan bahan yang sama tetapi tanpa isolasi, sejalan dengan hal tersebut Assimakopoulos (2020) menyatakan diperlukan isolasi termal pada fasad bangunan dengan ketebalan dinding optimal yang sesuai untuk wilayah atau kota tertentu.

Konsep penghawaan alami dengan menerapkan sistem ventilasi silang pada bukaan jendela dan ventilasi secara horisontal. Sistem ventilasi silang juga terhubung dengan sistem cerobong termal pada sisi dalam bangunan. Sistem ini memungkinkan terjadinya pergerakan udara secara vertikal dengan prinsip *stack-effect*. Selain mengandalkan sistem pergerakan udara secara horisontal dan vertikal, apartemen ini juga menerapkan sistem pendinginan udara dengan uap air (*evaporative cooling* dan *overnight cooling*) yang membantu pendinginan pada ruang luar dan ruang dalam. Konsep pencahayaan pada rancangan apartemen ini dominan mengandalkan pencahayaan alami pada siang hari, dengan menggunakan pembayangan atap *overhang*, *barrier* vegetasi, dan *glazing* pada jendela untuk menghindari cahaya langsung dan radiasi panas matahari. Sedangkan pencahayaan buatan pada malam hari dibantu dengan sistem energi panel surya, yang terletak pada atap bangunan. Gambar 5 memperlihatkan rancangan apartemen Hijau-Pasif sesuai konteks lokasi



Gambar 5. Gambar Rancangan Tapak, Denah, Tampak dan Potongan Unit Bangunan

untuk lingkungan permukiman padat di Kota Makassar.

Kesimpulan

Berangkat dari permasalahan lingkungan dan kebutuhan hunian di Kota Makassar, proyek apartemen ini berupaya merespon kondisi lingkungan yang ada dengan menerapkan pendekatan arsitektur hijau yang dapat meminimalisir penggunaan energi pada aktivitas rumah tangga. Penggunaan energi terbesar pada hunian umumnya didominasi oleh sistem penghawaan dan pencahayaan, sehingga tanggapan rancangan berfokus pada aspek pendinginan iklim mikro tapak dengan pertimbangan orientasi bangunan terhadap pergerakan udara dan lintasan matahari, serta penggunaan elemen ruang luar dan ruang dalam yang dapat membantu proses pendinginan ruang.

Daftar Pustaka

- Assimakopoulos, M.-N., De Masi, R. F., de Rossi, F., Papadaki, D., & Ruggiero, S. (2020). *Green Wall Design Approach Towards Energy Performance and Indoor Comfort Improvement: A Case Study in Athens*. Sustainability Journal, 12(9), 3772. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/su12093772>.
- Badan Pusat Statistik Kota Makassar (2022). *Kota Makassar dalam Angka*. Makassar: BPS Kota Makassar.
- Badan Pusat Statistik Kota Makassar (2022). *Kecamatan Mariso dalam Angka*. Makassar: BPS Kota Makassar.
- Celebi, G., Yazicioğlu, M., Tunçer, M. (2020). *Design Strategies for Green/Energy-Efficient Building Design: An Apartment Building in the Gaziantep Project*. In: Dabija, AM. (eds) Energy Efficient Building Design. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-40671-4_14.
- Ching, Francis D.K., Shapiro, Ian M. (2021). *Green Building Illustrated*, Canada: John Wiley and Sons, Inc.
- Diaz-Sarachaga, J. M., Jato-Espino, D., and Castro-Fresno, D. (2018). *Evaluation of LEED for neighbourhood development and envision rating frameworks for their implementation in poorer countries*. Switzerland: Sustainability.
- Gonzales, Ana Tejero, et. Al (2016). *Assessing the applicability of passive cooling and heating techniques through climate factors: An overview*. Renewable and Sustainable Energy Reviews Journal, Vol. 65, November 2016, 727-742. ISSN: 1364-0321.
- Green Building Council Indonesia (2013). *Greenship Untuk Bangunan Baru Versi 1.2*, Perangkat Penilaian Greenship.
- J. Kibert (2016). *Sustainable Construction, Green Building Design and Delivery*. Hoboken, New Jersey: John Wiley and Sons, Inc.
- Jeong, Seon-Yeong, and Yoon, Seong-Hwan (2012) *Method to quantify the effect of apartment housing design parameters on outdoor thermal comfort in summer*. Building and Environment Journal, Volume 53, July 2012, Pages 150-158.
- Kubba, Sam (2012). *Hand Book of Green Building Design and Construction, LEEDS, BREEAM and Green Globes*. USA: Elsevier.
- Kurnianti, R. (2019). *Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau dan Urban Heat Island di Kota Makassar*. Jurnal Litbang Sukowati: Media Penelitian dan Pengembangan.
- Liu, Q., Ren, J. (2020). *Research on the building energy efficiency design strategy of Chinese universities based on green performance analysis*, Journal of Energy and Buildings, Volume 224, 110242, ISSN 0378-7788, <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2020.110242>.
- Verma, M., & Asafo-Adjei, D. (2021). *Green approach to reducing electricity consumption in Ghana-current status and future prospect: a review*. Journal of Energy, Article ID 8924835, 11 pages.
- V.L. Farid and S. Wonorahardjo (2018). *Integrating Green Building Criteria into Housing Design Processes Case Study: Tropical Apartment at Kebon Melati, Jakarta*. Proceeding IOP HABITechno 3 International Conference, Series: Earth Environment Science, Vol. 152, November 2018, Bandung Indonesia. https://sulselprov.go.id/pages/des_opd/dinas-tata-ruang-dan-permukiman-provinsi-sulawesi-selatan