

Perancangan Kawasan dengan Pendekatan *Transit Oriented Development* di Kawasan Terminal Lempake Samarinda

Anisah Azizah¹⁾, Dharwati Pratama Sari¹⁾, Nadia Adelia Putri¹⁾, Razanah Sri Asih¹⁾, Saddam Syarif¹⁾

¹⁾ Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
e-mail: anisahazizah@ft.unmul.ac.id

ABSTRAK

Kota Samarinda sebagai ibu kota Provinsi Kalimantan Timur mengalami pertumbuhan pesat yang menuntut sistem transportasi terintegrasi dan berkelanjutan. Terminal Lempake, yang terletak di koridor strategis wilayah utara kota, saat ini hanya berfungsi sebagai titik transit tanpa dukungan fasilitas memadai dan belum terintegrasi dengan kawasan sekitarnya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang kawasan Terminal Lempake dengan pendekatan *Transit Oriented Development* (TOD) guna meningkatkan konektivitas, efisiensi ruang, dan kualitas lingkungan. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif-kualitatif dengan studi kasus, melalui observasi, wawancara, dan analisis dokumen. Hasil kajian menunjukkan berbagai permasalahan seperti minimnya infrastruktur pejalan kaki, akses transportasi multimoda yang rendah, serta kurangnya ruang publik dan ruang hijau. Konsep yang ditawarkan, yaitu “Konektivitas Berkelanjutan”, mengintegrasikan prinsip TOD, desain ekologis, dan perencanaan inklusif. Rancangan kawasan meliputi zona transit, ruang publik aktif, zona hijau penyangga, dan area campuran dalam radius 800 meter. Studi ini diharapkan menjadi referensi dalam penerapan TOD di kota menengah Indonesia dan mendukung transformasi kawasan Lempake menjadi lingkungan kota yang layak huni, terintegrasi, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: *Transit Oriented Development*, Terminal Lempake, Kota Berkelanjutan, Konektivitas, Perencanaan Kawasan.

ABSTRACT

Samarinda, the capital of East Kalimantan, is experiencing rapid urban growth that demands an integrated and sustainable transportation system. Lempake Terminal, located in a strategic northern corridor of the city, currently functions only as a transit point without proper facilities or spatial integration with its surroundings. This study aims to redesign the Lempake Terminal area using a *Transit-Oriented Development* (TOD) approach to enhance mobility, spatial efficiency, and environmental quality. The research adopts a descriptive-qualitative method through a case study, with data gathered from observations, interviews, and document analysis. Findings indicate key issues such as the lack of pedestrian infrastructure, poor multimodal access, and insufficient public and green spaces. The proposed concept, “Sustainable Connectivity,” integrates TOD principles, ecological design, and inclusive planning. The design includes mixed-use areas, green buffers, transit hubs, and public interaction zones arranged within an 800-meter radius. The result offers a design framework that supports walkability, accessibility, and social vibrancy. This study contributes to TOD implementation in medium-sized Indonesian cities and promotes the transformation of Lempake into a livable, integrated urban area.

Keyword: *Transit-Oriented Development*, Lempake Terminal, Sustainable City, Connectivity, Urban Planning.

1. Pendahuluan

Kota Samarinda sebagai ibu kota Provinsi Kalimantan Timur mengalami perkembangan pesat yang ditandai oleh meningkatnya urbanisasi dan mobilitas masyarakat. Salah satu dampak dari dinamika ini adalah tingginya tekanan terhadap sistem transportasi kota, termasuk meningkatnya penggunaan kendaraan pribadi yang menimbulkan kemacetan, polusi, dan degradasi kualitas ruang publik. Kawasan Lempake, yang berada di jalur strategis penghubung Samarinda dengan kota-kota penyangga seperti Bontang dan Kutai Kartanegara, memiliki potensi besar sebagai simpul transportasi. Namun, Terminal Lempake yang menjadi titik utama kawasan ini belum menunjukkan performa yang optimal, baik dari segi fungsi transit maupun integrasi dengan aktivitas kawasan sekitarnya.

Berbagai studi menunjukkan bahwa pendekatan Transit Oriented Development (TOD) dapat meningkatkan efisiensi ruang kota, memperkuat konektivitas multimoda, serta menghadirkan kawasan yang inklusif dan berkelanjutan. Meskipun konsep TOD telah banyak diterapkan di kota besar, kajian kontekstual pada kota menengah seperti Samarinda masih terbatas. Inilah yang menjadi celah kajian yang penting untuk diisi. Penelitian ini mencoba menghadirkan pendekatan desain kawasan TOD secara terintegrasi dengan mempertimbangkan kondisi eksisting, karakter masyarakat, serta potensi sosial-lingkungan yang ada.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyusun konsep dan rancangan kawasan berorientasi transit di Terminal Lempake yang mengedepankan integrasi moda transportasi, fungsi campuran, ruang publik aktif, serta prinsip ekologis dan inklusif sebagai strategi pengembangan kota yang berkelanjutan dan kontekstual. Konsep ini diharapkan mampu menjawab tantangan mobilitas urban di Samarinda serta memperkuat peran Terminal Lempake sebagai simpul transportasi strategis. Dengan demikian, hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi nyata terhadap pengembangan kawasan yang adaptif dan responsif terhadap kebutuhan masyarakat.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kualitatif dengan strategi studi kasus, yang bertujuan untuk memahami secara mendalam kondisi eksisting dan potensi pengembangan kawasan Terminal Lempake di Samarinda berdasarkan prinsip *Transit Oriented Development* (TOD). Pendekatan ini dipilih untuk menggambarkan fenomena perancangan dalam konteks yang spesifik dan kompleks. Selain itu, metode ini memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap hubungan spasial, sosial, dan fungsional dalam kawasan (Creswell & Poth, 2018).

Populasi dalam penelitian ini mencakup elemen-elemen kawasan yang berada dalam radius ± 800 meter dari Terminal Lempake, termasuk pengguna terminal, warga sekitar, pelaku usaha informal, serta *stakeholder* terkait seperti Dinas Perhubungan dan Bappeda Kota Samarinda. Sampel ditentukan secara *purposive*, dengan mempertimbangkan keterlibatan langsung dan pengaruh terhadap aktivitas serta penggunaan ruang di kawasan tersebut. Pemilihan sampel ini bertujuan untuk memperoleh data yang relevan dan representatif terhadap kondisi kawasan.

Teknik pengumpulan data terdiri atas observasi lapangan, wawancara semi-terstruktur, dokumentasi visual, serta studi literatur dan studi banding. Instrumen yang digunakan berupa panduan observasi, daftar pertanyaan wawancara, kamera dokumentasi, serta format catatan lapangan. Hasil wawancara diuji dengan triangulasi sumber dan metode untuk menjamin validitas dan keandalan data.

Data dianalisis dengan teknik analisis tematik yang mencakup reduksi data, kategorisasi, serta interpretasi visual dan spasial terhadap hasil temuan lapangan (Miles, Huberman, & Saldaña, 2020). Analisis spasial dilakukan untuk menyusun zoning dan pola distribusi fungsi kawasan. Model penelitian yang digunakan berbasis konsep TOD yang melibatkan lima dimensi utama: *density* (kepadatan), *diversity* (keragaman fungsi), *design* (desain kawasan), *distance to transit* (jarak ke simpul transportasi) dan *destination accessibility* (akses terhadap tujuan utama) (Wicaksono et al., 2018).

Secara keseluruhan, desain penelitian ini memungkinkan integrasi antara data lapangan, analisis spasial, dan teori perancangan. Pendekatan ini bertujuan menghasilkan konsep kawasan TOD yang kontekstual, aplikatif, dan berorientasi masa depan. Dengan demikian, hasil penelitian

diharapkan mampu memberikan kontribusi strategis dalam pengembangan kawasan berorientasi transit di Samarinda.

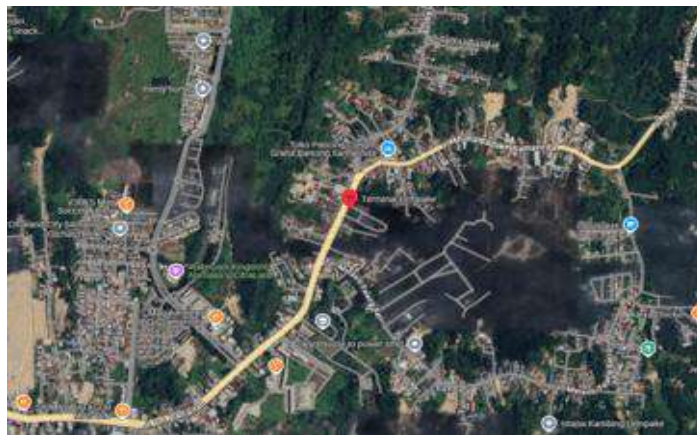
3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini menghasilkan desain konseptual kawasan berorientasi transit (*Transit Oriented Development/TOD*) pada Terminal Lempake, Samarinda, dengan pendekatan berbasis konektivitas berkelanjutan dan integrasi fungsi ruang. Terminal Lempake yang sebelumnya hanya berfungsi sebagai tempat transit antar kota, ditemukan belum memiliki infrastruktur pendukung yang memadai, baik dalam hal integrasi moda transportasi, jaringan pejalan kaki, maupun kualitas ruang publik. Hasil observasi menunjukkan bahwa konektivitas antar moda sangat minim, akses pejalan kaki terganggu oleh aktivitas informal dan parkir liar, serta tidak terdapat jalur sepeda dan halte yang terintegrasi.

Permasalahan ini dikaji melalui analisis tapak, vegetasi, visual, aktivitas, dan kebutuhan ruang. Berdasarkan hasil analisis tersebut, ditetapkan lima zonasi utama dalam perancangan kawasan: Zona Inti Transit, Zona Publik Aktif, Zona Hijau Penyangga, Zona Komersial *Mixed-Use*, dan Zona Edukatif Reflektif. Zona Inti Transit difungsikan untuk mengakomodasi terminal, *feeder*, dan transportasi daring yang terhubung langsung dengan area pejalan kaki. Zona Publik dirancang untuk meningkatkan kualitas interaksi sosial melalui ruang terbuka dan elemen lanskap aktif.

A. Lokasi Perancangan

Lokasi studi perancangan ini berada di Terminal Lempake, yang terletak di Kelurahan Lempake, Kecamatan Samarinda Utara, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur. Terminal ini berada pada jalur strategis yang menghubungkan Kota Samarinda dengan daerah penyangga seperti Kutai Kartanegara dan jalur poros ke Bontang. Keberadaan tapak dalam koridor utama ini menjadikannya berpotensi sebagai simpul transportasi terpadu dalam konsep *Transit Oriented Development* (TOD). Letak koordinat geografis Terminal Lempake secara umum adalah: Lintang Selatan (LS): $\pm 0^{\circ}27'59.3''$ dan Bujur Timur (BT): $\pm 117^{\circ}10'18.5''$.



Gambar 1. Peta Lokasi Terminal Lempake

B. Elemen Desain Utama

Untuk mewujudkan kawasan berorientasi transit yang optimal, sejumlah elemen utama yang dirancang, meliputi:

1. Jalur Pejalan Kaki

Jalur pejalan kaki dirancang untuk memberikan kenyamanan dan keamanan bagi pengguna dalam melakukan perpindahan aktivitas sehari-hari. Pengaturan jalur ini juga memperhatikan aspek aksesibilitas dan keterhubungan antar area. Selain itu, desain jalur ini mempertimbangkan kelancaran sirkulasi serta integrasi dengan elemen ruang publik di sekitarnya.



Gambar 2. Jalur Pejalan Kaki

2. Area Terminal

Area terminal menjadi pusat aktivitas transportasi yang membutuhkan tata ruang yang efisien serta mudah diakses oleh masyarakat. Desain area ini diarahkan agar mendukung kelancaran arus pengguna dan kendaraan. Selain itu, area terminal juga perlu mengakomodasi berbagai fungsi pendukung yang terintegrasi secara spasial dan fungsional.



Gambar 3. Area Depan Terminal

3. Halte

Halte sebagai titik pemberhentian transportasi umum harus dirancang dengan fasilitas yang memadai untuk mendukung kenyamanan penumpang selama menunggu. Fasilitas tersebut berupa tempat duduk, elemen peneduh, tempat sampah, serta informasi jadwal dan rute. Desain halte juga perlu mempertimbangkan kemudahan akses bagi seluruh pengguna.



Gambar 4. Halte

4. Jembatan Penyeberangan Orang

Jembatan penyeberangan orang direncanakan untuk mengakomodasi pergerakan pejalan kaki melintasi jalur lalu lintas padat. Kehadiran fasilitas ini bertujuan untuk meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna dalam berpindah antar area yang terpisah oleh jalan utama. Desain jembatan juga mempertimbangkan aksesibilitas serta keterhubungan langsung dengan jalur pejalan kaki di kedua sisinya.



Gambar 5. Jembatan Penyeberangan Orang

C. Visualisasi Desain

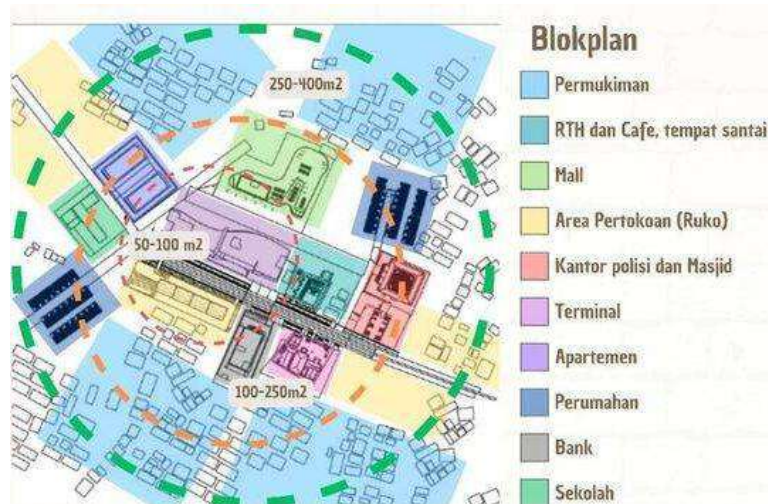
Untuk memberikan gambaran yang lebih nyata dan mudah dipahami terhadap konsep perancangan yang telah disusun, visualisasi desain disajikan dalam beberapa bentuk yang representatif. Visualisasi ini bertujuan mempermudah komunikasi desain kepada berbagai pihak terkait serta menjadi bahan evaluasi dan penyempurnaan rancangan.

1. Block Plan

Block plan menampilkan tata letak kawasan secara keseluruhan dengan fokus pada pengorganisasian fungsi ruang yang sesuai dengan konsep *Transit Oriented Development* (TOD). Dalam perencanaan ini, zona transit menjadi pusat orientasi kawasan yang terintegrasi langsung dengan terminal sebagai simpul transportasi utama. Di sekitarnya, dirancang ruang publik aktif yang berfungsi sebagai area interaksi sosial dan konektivitas antarmoda.

Zona hijau penyangga dan ruang terbuka hijau (RTH) disebar di beberapa titik strategis untuk mendukung kualitas lingkungan, mengurangi polusi, dan menyediakan ruang relaksasi bagi warga. Area permukiman direncanakan dalam bentuk perumahan dan apartemen, dengan akses yang mudah ke simpul transit serta fasilitas publik. Fungsi komersial dikonsentrasikan pada mall dan area pertokoan, yang diletakkan dalam jangkauan pejalan kaki untuk mendorong aktivitas ekonomi lokal.

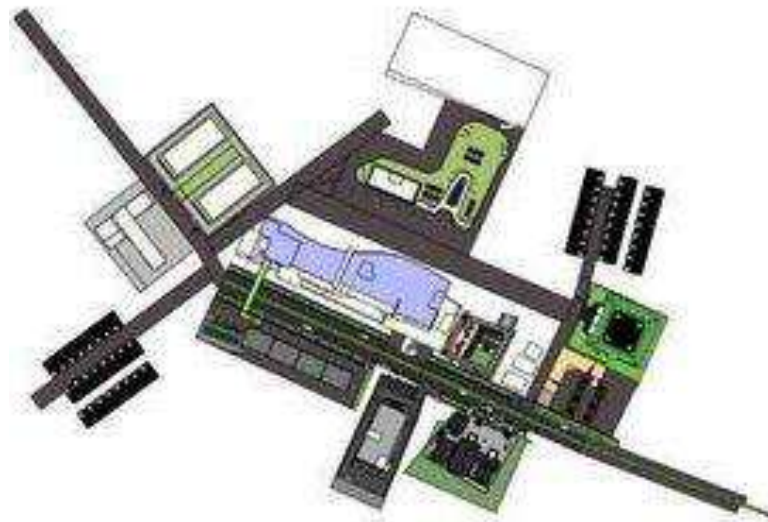
Selain itu, kawasan ini juga dilengkapi dengan fasilitas sosial dan pelayanan umum seperti sekolah, bank, kantor polisi, dan tempat ibadah guna memastikan terciptanya lingkungan yang inklusif, aman, dan fungsional. Pengorganisasian elemen-elemen tersebut disusun untuk menciptakan lingkungan terpadu yang memprioritaskan konektivitas, keberlanjutan, dan kenyamanan bagi seluruh pengguna kawasan.



Gambar 6. Block Plan

2. Site Plan

Site plan menggambarkan penempatan elemen-elemen utama dalam konteks tapak yang sebenarnya, mencakup hubungan antar ruang dan lingkungan sekitar. *Site plan* berfungsi sebagai panduan visual untuk mengorganisasi tata ruang, memudahkan koordinasi pembangunan, serta memastikan kelancaran akses dan konektivitas antar fungsi dalam kawasan. Selain itu, *site plan* membantu dalam evaluasi dampak lingkungan dan sosial sehingga perancangan dapat disesuaikan dengan kondisi eksisting dan kebutuhan masyarakat.



Gambar 7. Site Plan

3. Perspektif Kawasan

Perspektif kawasan memberikan visualisasi menyeluruh terhadap karakter dan suasana lingkungan yang dihasilkan dari desain yang telah dirancang. Visualisasi ini membantu menunjukkan bagaimana pengguna akan merasakan ruang secara nyata, termasuk interaksi antar fungsi dalam kawasan. Selain itu, perspektif kawasan berperan penting dalam komunikasi desain kepada pemangku kepentingan dan masyarakat, sehingga konsep yang dirancang dapat lebih mudah dipahami dan diterima.



Gambar 8. Perspektif Kawasan

4. Kesimpulan

Redesain Kawasan Terminal Lempake dengan pendekatan *Transit Oriented Development* (TOD) menghasilkan rancangan kawasan yang terintegrasi antara sistem transportasi publik, hunian, fasilitas umum, dan ruang terbuka hijau. Perencanaan elemen seperti jalur pejalan kaki, halte, area terminal, pertokoan, hingga fasilitas sosial dilakukan untuk menciptakan lingkungan yang nyaman, efisien, dan mendukung mobilitas dalam radius 400–800 meter. Visualisasi dalam bentuk *block plan*, *site plan*, serta perspektif kawasan menunjukkan keterpaduan fungsi kawasan dan peningkatan kualitas ruang.

Agar perancangan ini dapat diimplementasikan secara optimal, diperlukan kajian teknis lebih lanjut serta keterlibatan aktif dari masyarakat dan pemangku kepentingan. Pemerintah daerah juga disarankan untuk menjadikan pendekatan TOD sebagai acuan dalam perencanaan kawasan. Dengan demikian, pembangunan kota dapat berjalan secara berkelanjutan, terstruktur, dan ramah bagi semua pengguna.

5. Daftar Pustaka

- Anwar, A., & Sholihah, R. (2021). Revitalisasi terminal dalam mendukung transportasi publik berkelanjutan. *Jurnal Arsitektur Kota*, 13(1), 23–35.
- ATR/BPN. (2021). Transformasi Tata Ruang Nasional Menuju Pengembangan Berbasis Transit.
- Badan Pusat Statistik Kota Samarinda. (2023). Kota Samarinda Dalam Angka 2023.
- Bappeda Kota Samarinda. (2022). Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah (RPJMD) Kota Samarinda 2021–2026.
- Bappeda Provinsi Kalimantan Timur. (2021). Strategi Pengembangan Wilayah Perkotaan Berbasis Integrasi Transportasi.
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Dinas Perhubungan Kota Samarinda. (2023). Laporan Tahunan Kinerja Transportasi Kota Samarinda.
- Dinas Perhubungan Provinsi Kalimantan Timur. (2022). Profil Terminal Lempake dan Evaluasi Kinerja Transportasi Regional.
- Dinas PUPR Kota Samarinda. (2022). Dokumen RDTR Kota Samarinda Tahun 2022.
- Fatimah, L., & Wahyuni, I. (2021). Mixed-use development dalam mendukung keberlanjutan kawasan perkotaan. *Jurnal Perencanaan Kota*, 5(2), 15–28.
- Firmansyah, R. (2022). Pengembangan simpul transportasi melalui TOD di Samarinda. *Jurnal Infrastruktur Wilayah*, 4(1), 88–97.

- Firdaus, A. (2018). Prinsip desain kawasan TOD: Studi literatur pendekatan 5D. *Jurnal Arsitektur dan Perencanaan Kota*, 9(3), 33–45.
- Hasibuan, H. S., & Sudrajat, I. (2020). Simpul transportasi dan pengaruhnya terhadap mobilitas urban. *Jurnal Transportasi Perkotaan*, 8(1), 41–52.
- Hendarto, M., & Yuliani, S. (2021). Ketidakterpaduan fungsi kawasan dan tantangan tata ruang perkotaan. *Jurnal Kota Terpadu*, 12(2), 17–27.
- ITDP Indonesia. (2017). Transit-Oriented Development: Modul Panduan Perencanaan Kawasan Berbasis Transit.
- Kementerian PPN/Bappenas. (2018). Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2018 tentang Rencana Induk Transportasi Nasional.
- Kemenhub. (2021). Evaluasi dan Rencana Pengembangan Terminal Tipe C Nasional.
- Kurniawati, A., & Rachmawati, A. (2017). Peran terminal sebagai simpul aktivitas perkotaan. *Jurnal Tata Kota*, 10(1), 12–21.
- Kusuma, R., & Firmansyah, A. (2022). Inklusivitas sosial dalam pengembangan kawasan TOD. *Jurnal Perencanaan dan Pembangunan Kota*, 7(2), 25–36.
- Kusumawati, R., & Yulastuti, N. (2017). Analisis faktor penentu keberhasilan kawasan TOD. *Jurnal Teknik PWK*, 6(1), 45–55.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2020). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (4th ed.). SAGE Publications.
- Montgomery, J. (2021). Designing sustainable public spaces in mid-sized cities. *Journal of Urban Design*, 26(3), 347–365.
- Nugraha, A., & Kurniawan, B. (2022). Peran mixed-use development dalam perencanaan kota berkelanjutan. *Jurnal Arsitektur dan Kota*, 5(1), 14–27.
- Nugroho, R., & Wibowo, T. (2019). Destination accessibility dalam sistem TOD. *Jurnal Tata Kota dan Transportasi*, 4(3), 55–64.
- Pardede, H., & Basuki, T. (2021). Radius ideal pengembangan TOD berbasis pejalan kaki. *Jurnal Kota Berjalan*, 6(2), 60–73.
- Putri, A. P., & Fauzi, M. (2020). Skala manusia dalam perancangan kawasan. *Jurnal Urbanitas*, 10(2), 77–88.
- Rahmawati, T., et al. (2023). Desain inklusif kawasan terminal untuk semua kalangan. *Jurnal Inklusivitas Kota*, 8(1), 29–39.
- Rahmadhani, N., et al. (2022). Walkability dalam kawasan urban tropis. *Jurnal Perencanaan Wilayah*, 5(1), 33–48.
- RTRW Kota Samarinda. (2019). Peraturan Daerah Kota Samarinda Nomor 2 Tahun 2019 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Samarinda Tahun 2019–2039.
- Sitorus, F. (2020). Ruang publik dan kualitas hidup di kawasan perkotaan. *Jurnal Tata Lingkungan dan Kota*, 12(1), 18–27.
- Soemarno, D. (2020). TOD sebagai strategi pengembangan kota berbasis transportasi. *Jurnal Infrastruktur Wilayah*, 3(2), 43–51.
- Utami, D., & Mufidah, L. (2023). Konektivitas pejalan kaki dalam ruang kota tropis. *Jurnal Ruang Kota Tropis*, 8(2), 19–30.
- Utami, Y., & Sarwono, J. (2019). Integrasi moda dalam sistem TOD. *Jurnal Transportasi Indonesia*, 9(3), 56–67.
- Wang, F., et al. (2022). TOD design strategies in Asian cities. *Journal of Urban Planning and Development*, 148(1), 1–14.
- Wicaksono, A., et al. (2018). Prinsip 5D dalam pengembangan kawasan TOD. *Jurnal Tata Kota dan Lingkungan*, 15(2), 21–34.

- Wulandari, T., et al. (2020). Perancangan kawasan berbasis TOD di kota menengah. *Jurnal Urbanisme Indonesia*, 6(1), 12–25.
- Yunus, H., & Prihantoro, A. (2021). Skala manusia dalam perancangan kota. *Jurnal Arsitektur Humanis*, 5(3), 60–72.
- Yusran, M., & Widodo, D. (2022). Evaluasi perkembangan kawasan Lempake. *Jurnal Wilayah Perkotaan*, 4(2), 45–56.

Pengaruh Kombinasi Kerapatan Kanopi Pohon Terhadap Kenyamanan Termal di Jalan Ahmad Yani Kota Malang

Yulius Amandus Lawe¹⁾, Hesti Triana Soelistyari¹⁾, Rizki Alfian¹⁾

¹⁾ Program Studi Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, Universitas Tribhuwana Tunggaladewi

E-mail: amanduslawe@gmail.com, hesti.triana@unitri.ac.id

ABSTRAK

Kota Malang merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang menghadapi tantangan dalam peningkatan kenyamanan termal ruang luar. Vegetasi perkotaan, khususnya pohon, memiliki potensi untuk memperbaiki kondisi mikroiklim melalui mekanisme peneduhan dan transpirasi. Namun demikian, efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh karakteristik kanopi, terutama kerapatannya. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis variasi kerapatan kanopi dan tingkat kenyamanan termal pada ruas Jalan Ahmad Yani serta (2) mengidentifikasi pengaruh kombinasi kerapatan kanopi terhadap kondisi mikroiklim setempat. Pengumpulan data dilakukan selama 15 hari pada tiga segmen pengamatan dengan parameter suhu udara, kelembapan udara, dan dokumentasi kanopi. Pengolahan nilai kanopi dilakukan menggunakan ImageJ, sedangkan analisis nilai Leaf Area Index (LAI), Thermal Humidity Index (THI), dan uji statistik (Independent-Samples T-Test, regresi, dan korelasi) dilakukan menggunakan Microsoft Excel. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi nilai THI antar segmen yang dipengaruhi oleh perbedaan kerapatan kanopi. Analisis regresi mengindikasikan bahwa LAI berbanding terbalik dengan suhu dan THI serta berbanding lurus dengan kelembapan udara. Temuan tersebut menegaskan bahwa kombinasi kerapatan kanopi mampu menghasilkan efek pendinginan mikro sehingga berkontribusi terhadap peningkatan kenyamanan termal ruang jalan.

Kata Kunci: Jalan, Kanopi, Kerapatan, Pohon.

ABSTRACT

Malang City is one of the major urban areas in Indonesia that faces increasing challenges in improving outdoor thermal comfort. Urban vegetation, particularly trees, plays a crucial role in moderating microclimatic conditions through shading and transpiration. However, its effectiveness varies depending on canopy characteristics, especially canopy density. This study aims to (1) analyze variations in canopy density and thermal comfort along Ahmad Yani Street, and (2) examine the influence of combined canopy densities on local microclimatic conditions. Data collection was conducted over 15 days across three observation segments, with air temperature, relative humidity, and canopy documentation recorded as primary parameters. Canopy pixel values were analyzed using ImageJ, while Leaf Area Index (LAI), Thermal Humidity Index (THI), and statistical tests (Independent-Samples T-Test, regression, and correlation) were processed using Microsoft Excel. The results indicate spatial variations in THI values among the observed segments, which are attributed to differences in canopy density. Regression analysis shows that LAI exhibits a negative relationship with air temperature and THI, and a positive relationship with relative humidity. These findings demonstrate that combined canopy densities generate micro-scale cooling effects and contribute to improved thermal comfort within urban street corridors.

Keyword: *Street, Canopy, Density, Trees*

1. Pendahuluan

Kota Malang merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang menghadapi kesulitan dalam menciptakan suasana kota yang baik bagi penduduknya. Salah satu masalah utama yang sering dialami oleh kota-kota, termasuk Malang, adalah suhu yang tinggi dan kurangnya kenyamanan di luar ruangan. Masalah ini sering terlihat di area dengan banyak bangunan dan kendaraan, seperti di jalan-jalan utama, termasuk Jalan Ahmad Yani. Salah satu cara untuk menangani masalah kenyamanan luar ruangan adalah dengan memperhatikan pentingnya vegetasi, khususnya pohon.

Pohon mampu menyerap radiasi matahari, memberi naungan, dan melakukan transpirasi sehingga dapat menurunkan temperatur udara dan meningkatkan kelembaban udara. Tanaman berperan sebagai unsur pelembut dan dapat mengharmoniskan ruang dalam lanskap jalan. Fungsi tanaman dalam desain penanaman termasuk mengurangi cahaya yang menyilaukan, mengendalikan iklim mikro (suhu, radiasi matahari, angin, presipitasi, kelembaban), serta memberi naungan yang dapat menurunkan suhu lingkungan di sekitarnya (Murdaningsih, 2010).

Namun, tidak semua pohon memberikan efek yang sama terhadap suhu udara di sekitarnya. Salah satu hal yang memengaruhi bagaimana pohon dapat membantu kenyamanan termal adalah seberapa lebat kanopi pohon tersebut. Kanopi pohon berperan dalam pendinginan suhu udara di sebuah wilayah. Hal tersebut telah diteliti oleh (Effendy & Aprihatmoko, 2014) yang menunjukkan bahwa kontribusi luasan yang terlindungi oleh kanopi vegetasi cukup signifikan dalam mengurangi suhu udara pada siang hari, dengan penurunan suhu mencapai 28%. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin rapat kanopi vegetasi RTH maka semakin besar pendinginan suhu udara yang terjadi.

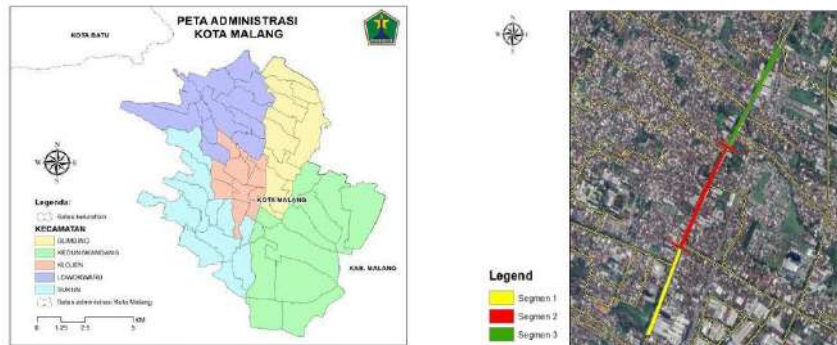
Kenyamanan termal adalah perasaan dimana seseorang merasa nyaman suhu di lingkungannya (ASHRAE, 2009). Hal ini sejalan dengan penelitian (Prasetya *et al*, 2017) yang menyatakan kenyamanan kota dipengaruhi oleh beberapa aspek seperti suhu udara, kelembaban, dan kebisingan. Mengetahui kenyamanan suhu dalam ruang terbuka hijau kota penting karena bisa menjadi indikator sejauh mana pengguna merasa nyaman untuk beraktivitas di area tersebut. Dalam bidang Arsitektur Lanskap, kenyamanan termal sangat penting dalam mengembangkan ruang terbuka hijau karena berpengaruh pada tingkat kepuasan dan kegiatan pengguna di sebuah lokasi.

Berdasarkan hasil analisis suhu, jarak dari garis terluar hutan kota tidak berpengaruh nyata terhadap suhu, namun variabel arah dan waktu berpengaruh nyata terhadap kondisi suhu dan kelembaban. Hal ini dikarenakan kondisi eksisting sekitar hutan kota yang berbeda-beda. Sedangkan dominansi vegetasi juga berpengaruh nyata terhadap penurunan suhu, hal ini dibuktikan pada hutan kota Velodrome dengan bentuk menyebar dan nilai dominansi tertinggi (74.77) memiliki suhu rata-rata terendah 28°C dibanding hutan kota lainnya (Alfian R. *et al*, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana kombinasi kerapatan kanopi pohon mempengaruhi kenyamanan termal di Jalan Ahmad Yani, Kota Malang. Studi dilakukan di Jalan Ahmad Yani, Kecamatan Belimbing, Malang, yang merupakan jalan utama dengan aktivitas pejalan kaki dan kendaraan yang tinggi. Jalan ini dipilih karena belum ada penelitian khusus terkait pengaruh kanopi pohon terhadap kenyamanan suhu. Beragam kepadatan dan pola penanaman pohon di lokasi ini memungkinkan eksplorasi hubungan antara kanopi pohon, iklim mikro, dan kenyamanan termal bagi pengguna jalan.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Jalan Ahmad Yani, Kecamatan Belimbing, Kota Malang, yang merupakan salah satu ruas jalan utama dengan tingkat mobilitas tinggi dan keberagaman vegetasi peneduh.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 15 hari pada periode Mei-Juni 2025 selama 12 jam per pengamatan dari jam 06;00-17;00 WIB. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: alat tulis, camera digital, termohyrometer, handphone, tripod, laptop.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif-analitis untuk menjelaskan fenomena yang terjadi di lapangan secara objektif dan terukur. Pengaruh kombinasi kerapatan kanopi pohon terhadap parameter kenyamanan termal seperti suhu udara dan kelembaban udara dianalisis menggunakan rumus serta alat ukur standar.

Penentuan titik pengamatan dilakukan di sepanjang koridor Jalan Ahmad Yani, Kota Malang, yang dibagi menjadi tiga segmen dengan panjang masing-masing ± 466 meter menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan titik sampel secara sengaja berdasarkan variasi kerapatan kanopi pohon pada tiap segmen (Nyimbili, F., & Nyimbili, L, 2024). Setiap segmen ditetapkan tiga titik pengamatan sehingga total terdapat 9 titik sampel. Pada setiap titik pengamatan dilakukan dokumentasi kanopi menggunakan kamera digital dilengkapi lensa *fisheye* 180° yang diletakkan di atas tripod dengan tinggi 1,5 meter dari permukaan tanah.

Penelitian ini menggunakan dua jenis variabel utama, yaitu variabel independen (kerapatan kanopi pohon diukur secara kuantitatif menggunakan parameter *Leaf Area Index* (LAI)) dan variabel dependen meliputi:

1. Suhu udara (T) °C diukur dengan termometer digital atau alat *Thermo-Hygrometer*.
2. Kelembaban udara (RH) (%) diukur bersamaan dengan suhu menggunakan *Thermo-Hygrometer*.
3. Nilai *Thermal Humidity Index* (THI)

Variabel tersebut digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara kerapatan kanopi pohon dan kenyamanan termal di sepanjang Jalan Ahmad Yani Kota Malang. Teknik analisis data dalam penelitian ini mencakup analisis data kerapatan kanopi, perhitungan indeks kenyamanan termal, dan analisis korelasi serta regresi antara variabel kerapatan kanopi dengan parameter iklim mikro.

1. Analisis Perhitungan *Leaf Area Index* (LAI)

Merupakan salah satu parameter kuantitatif yang sangat penting dalam studi vegetasi, khususnya untuk mengevaluasi struktur dan fungsi tajuk pohon dalam lanskap (Macfarlane, C. *et al*, 2007)

Rumus dasar *Leaf Area Index* (LAI)

$$LAI = \frac{Luas\ total\ daun\ (m^2)}{Luas\ Tanah\ (m^2)}$$

Rumus yang digunakan dalam metode Macfarlane adalah:

$$LAI = -\frac{\ln(P)}{G \cdot \Omega}$$

Penjelasan

LAI	=	Indeks Luas Daun
P	=	Fraksi Celah (bagian langit yang terlihat)
Ω	=	Koefisien clumping index (Ω)/clumping = 0,9
G	=	Koefisien Proyeksi Daun (0,5)

Adapun *Grap fraction* (P) dirumuskan sebagai berikut:

$$P = \frac{\text{Piksel Langit}}{\text{Total Pixel}}$$

Adapun *Piksel Langit* dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Total Pixel (N)} - \text{Pixel Kanopi (M)}$$

Hasil perhitungan diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu:

- a. Kanopi rapat: LAI > 2,5
- b. Kanopi kurang rapat: LAI antara 1,5 – 2,5
- c. Kanopi tidak rapat: LAI < 1,5

2. Analisis Perhitungan *Thermal Humidity Index* (THI)

Merupakan indeks gabungan antara suhu udara dan kelembaban relatif. Penentuan indeks kenyamanan berdasarkan indikator suhu udara rata-rata dan kelembaban relatif tersebut menggunakan persamaan THI (Santi, *et al*, 2019)

Rumus THI (Nieuwolt S, 1977) sebagai berikut:

$$\text{THI} = (0,8 \times T) + \frac{(\text{RH} \times T)}{500}$$

Keterangan:

T = Suhu udara (°C)

RH = Kelembaban udara (%)

Hasil perhitungan diklarifikasikan kedalam 3 kategori, yaitu:

- a. Nyaman dengan nilai THI 21-24
- b. Cukup nyaman dengan nilai THI 25-26
- c. Tidak nyaman dengan nilai THI >26

3. Analisis Uji T

Menggunakan *Independent-Samples T-Test* untuk membandingkan rata-rata dari dua kelompok independen, yaitu area dengan kerapatan kanopi tinggi dan area dengan kerapatan kanopi rendah, guna mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan dalam *Thermal Humidity Index* (THI) sebagai indikator kenyamanan termal. Adapun dasar pengambilan keputusan; Jika nilai $p > 0,05$, maka varians dianggap homogen dan digunakan uji T dengan asumsi varians sama; sebaliknya, jika $p < 0,05$, maka digunakan uji T dengan asumsi varians tidak sama (Putra, B. U. *et al*, 2022).

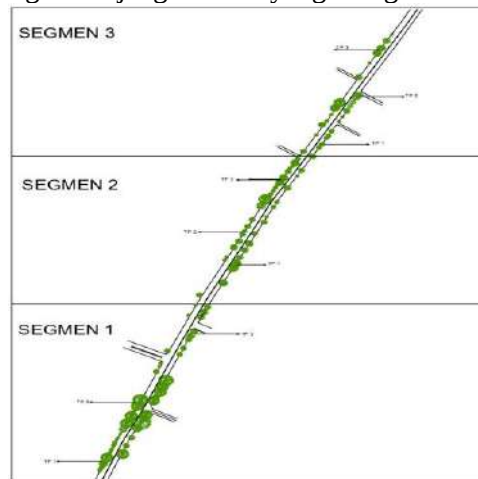
4. Analisis Korelasi

Menggunakan korelasi *Pearson* untuk mengukur kekuatan hubungan linier antara dua variabel. Nilai koefisien korelasi berkisar -1, 0, dan 1 (Tabel 1). Analisis regresi linier dilakukan untuk mengetahui hubungan antara LAI (x) dengan suhu, kelembaban, dan THI (y) (Safitri, W. R, 2016). Hasil analisis diinterpretasikan berdasarkan nilai koefisien korelasi berikut ini (Muriyatmoko, D, 2018):

- a. 0,00 – 0,199 Ada korelasi antara variabel x dan y, tetapi sangat lemah (diabaikan)
- b. 0,20 – 0,399 Ada korelasi yang lemah antara variabel x dan y
- c. 0,40 – 0,599 Ada korelasi yang cukup antara variabel x dan y
- d. 0,60 – 0,899 Ada korelasi yang kuat antara variabel x dan y
- e. 0,90 – 1,000 Ada korelasi yang sangat kuat antara variabel x dan y

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan di Jalan Ahmad Yani, yang terletak di Kecamatan Blimbing, Kota Malang dengan Panjang 1.400m yang dibagi kedalam 3 Segmen.



Gambar 2. Pembagian Segmen Penelitian pada Jalan Ahmad Yani Kota Malang

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Penelitian ini membagi koridor Jalan Ahmad Yani menjadi tiga segmen pengamatan, masing-masing segmen dengan panjang 466m dan memiliki variasi kepadatan kanopi yang berbeda dengan karakter vegetasi yang berbeda.

Karakteristik Fisik Pohon Jalan Ahmad Yani Kota Malang

Vegetasi yang terdapat di sepanjang Jalan Ahmad Yani Kota Malang terdiri dari berbagai jenis pohon peneduh dengan bentuk tajuk yang beragam. Beberapa jenis pohon yang mendominasi kawasan ini antara lain Beringin (*Ficus benjamina*), Angsana (*Pterocarpus indicus*), dan Trembesi (*Samanea saman*). Berikut tabel jenis pohon di Jalan Ahmad Yani.

Tabel 1. Karakteristik Fisik Pohon

Segmen	Pohon	Nama Ilmiah	Bentuk Tajuk	Jumlah
1	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	Bulat melebar/payung	13
	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	Bulat lebar	1
	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	Bulat melebar/payung	8
	Asam Jawa	<i>Tamarindus indica</i>	membulat melebar	4
	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	oval sampai membulat	12
	Kersen	<i>Muntingia calabura</i>	membulat melebar dengan kepadatan	2
	Jambu Biji	<i>Psidium guajava</i>	membulat melebar	4
2	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	Bulat melebar/payung	3
	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	Membulat lebar	4
	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	Bulat melebar/payung	12
	Asam Jawa	<i>Tamarindus indica</i>	membulat melebar	2
	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	oval sampai membulat	5
3	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	Bulat melebar/payung	6
	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	Bulat melebar/payung	8
	Ketapang biola	<i>Ficus lyrata</i>	membulat rapat	2
	Asam Jawa	<i>Tamarindus indica</i>	membulat melebar	1
	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	oval sampai membulat	4
	Kersen	<i>Muntingia calabura</i>	membulat melebar dengan kepadatan	6
	Mangga	<i>(Mangifera indica L.)</i>	membulat rimbun	2

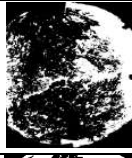
Sumber: Observasi dan Studi Kepustakaan, 2025

Kerapatan Kanopi Pohon di Jalan Ahmad Yani Kota Malang

Proses analisis total piksel dan piksel kanopi diawali dengan mengimpor foto ke dalam ImageJ, kemudian dilakukan pengolahan menggunakan metode thresholding untuk membedakan area kanopi dan langit terbuka melalui konversi citra menjadi dua warna kontras, yaitu hitam–putih, di mana bagian tajuk pohon (daun, ranting, dan cabang) dikategorikan sebagai kanopi (piksel hitam), sedangkan bagian langit terbuka dikategorikan sebagai non-kanopi (piksel putih). Berikut Hasil analisis total piksel dan piksel kanopi.

1. Segmen 1

Tabel 2. Total Piksel Dan Piksel Kanopi Segmen 1

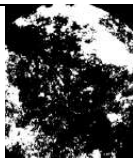
Titik Sampel	Foto kanopi	Analisi Thresholding	Hasil analisis	Keterangan	
				Total Piksel	Piksel Kanopi
1				7.151.808	4.669.324
2				7.151.808	4.817.771
3				7.151.808	3.146.827

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Pada titik 1 dan titik 2, jumlah piksel kanopi masing-masing sebesar 4.669.324 dan 4.817.771 piksel dengan vegetasi dominan berupa Trembesi (*Samanea saman*) cukup rapat dan mampu memberikan keteduhan pada area jalan. Pada titik 3, jumlah piksel kanopi hanya mencapai 3.146.827 piksel dengan vegetasi berupa Angsana (*Pterocarpus indicus*) pada kerapatan tajuk yang lebih rendah. Sehingga tajuknya lebih rendah, dimana radiasi matahari lebih besar dan tingkat keteduhan yang dihasilkan lebih rendah.

2. Segmen 2

Tabel 3. Total Piksel Dan Piksel Kanopi Segmen 2

Titik Sampel	Foto kanopi	Analisi Thresholding	Hasil analisis	Keterangan	
				Total Piksel	Piksel Kanopi
1				7.151.808	5.122.148
2				7.151.808	2.588.640

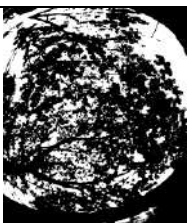
Titik Sampel	Foto kanopi	Analisi Thresholding	Hasil analisis	Keterangan	
				Total Pixel	Piksel Kanopi
3				7.151.808	4.594.659

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Pada titik 1, jumlah piksel kanopi tercatat sebesar 5.122.148 piksel dengan vegetasi dominan berupa Beringin (*Ficus benjamina*), dimana tajuk cukup rapat, sehingga mampu memberikan keteduhan optimal dan mengurangi paparan cahaya matahari langsung ke permukaan jalan. Pada titik 2, jumlah piksel kanopi tercatat sebesar 2.588.640 piksel dengan vegetasi yang mendominasi yaitu Angsana (*Pterocarpus indicus*), sehingga terdapat lebih banyak celah antar daun dan cabang yang memungkinkan radiasi matahari menembus hingga ke permukaan jalan. Pada titik 3, jumlah piksel kanopi tercatat sebesar 4.594.659 piksel. Vegetasi pada titik ini juga berupa Trembesi (*Samanea saman*), namun tingkat kerapatan tajuknya berada pada kategori sedang, masih memberikan keteduhan yang cukup dan terdapat area tertentu di bawah kanopi yang tetap menerima paparan sinar matahari.

3. Segmen 3

Tabel 4. Total Pixel Dan Pixel Kanopi Segmen3

Titik Sampel	Foto kanopi	Analisi Thre sholding	Hasil analisis	Keterangan	
				Total Pixel	Piksel Kanopi
1				7.151.808	2.558.324
2				7.151.808	4.301.537
3				7.151.808	4.832.906

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Pada titik 1, jumlah piksel kanopi tercatat sebesar 2.558.324 piksel. Vegetasi yang terdapat pada titik ini Adalah Mahoni (*Swietenia macrophylla*), tajuk vegetasi pada titik ini tergolong jarang atau memiliki kerapatan yang rendah. Akibatnya, tingkat keteduhan di area ini relatif rendah sehingga paparan panas dari radiasi matahari lebih tinggi dibandingkan area dengan tajuk yang lebih rapat. Pada titik 2, jumlah piksel kanopi tercatat sebesar 4.301.537 piksel dengan vegetasi dominan berupa Angsana (*Pterocarpus indicus*). Kerapatan tajuk Angsana relatif cukup rapat, meskipun masih terdapat celah di beberapa bagian yang memungkinkan sinar matahari masuk ke area jalan. Pada titik 3, jumlah piksel kanopi sebesar 4.832.906 piksel dengan vegetasi dominan berupa Trembesi (*Samanea saman*), memiliki tajuk yang melebar sehingga mampu memberikan keteduhan yang luas, meskipun pada titik ini

kerapatan kanopi tidak setinggi titik 2 karena terdapat celah tajuk yang masih memungkinkan masuknya cahaya matahari.

Pengukuran Leaf Area Index (LAI) pada setiap titik sampel bertujuan untuk mengukur kerapatan kanopi dimana semakin besar nilai LAI berarti semakin rapat kanopi pohon tersebut dan semakin besar juga radiasi matahari yang dapat diintersepsi. Contoh perhitungan LAI segmen 1 titik sampel 1 sebagai berikut:

1. Piksel Langit

$$\text{Pixel Langit} = 7.151.808 - 4.669.324$$

$$\text{Pixel Langit} = 2.482.484$$

2. Grap fraction (P)

$$P = \frac{2.482.484}{7.151.808}$$

$$P = 0,34$$

3. LAI

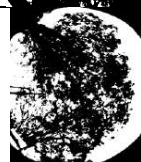
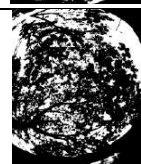
$$\text{LAI} = -\frac{\ln(0,34)}{0,5 \times 0,9}$$

$$\text{LAI} = 2,35$$

Berdasarkan contoh perhitungan diatas Leaf Area Index (LAI) semua titik sampel dari 3 segmentasi dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 5. Leaf Area Index (LAI)

Segmen	Titik Sampel	Vegetasi	Foto Kanopi	Hasil Analisi	Nilai LAI
1	1	<i>Samanea saman</i> dan <i>Samanea saman</i>			2,35 (Kurang Rapat)
	2	<i>Samanea saman</i> dan <i>Samanea saman</i>			2,48 (Rapat)
	3	<i>Pterocarpus indicus</i> dan <i>Pterocarpus indicus</i>			1,28 (Tidak Rapat)
2	1	<i>Ficus benjamina</i> dan <i>Ficus benjamina</i>			2,79 (Rapat)
	2	<i>Pterocarpus indicus</i> dan <i>Pterocarpus indicus</i>			0,99 (Tidak Rapat)

Segmen	Titik Sampel	Vegetasi	Foto Kanopi	Hasil Analisi	Nilai LAI
	3	<i>Samanea saman</i> dan <i>Samanea saman</i>			2,28 (Kurang Rapat)
3	1	Mahoni (<i>Swietenia macrophylla</i>)			0,98 (Tidak Rapat)
	2	<i>Pterocarpus indicus</i> dan <i>Pterocarpus indicus</i>			2,04 (Kurang Rapat)
	3	<i>Samanea saman</i> dan <i>Samanea saman</i>			2,52 (Rapat)

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Kenyamanan Termal Pohon di Jalan Ahmad Yani Kota Malang

Pengukuran Suhu

Suhu merupakan suatu besaran yang menunjukkan derajat panas maupun dingin pada suatu tempat. Kondisi suhu udara yang nyaman bagi orang normal untuk beraktivitas pada wilayah tropis, terutama Indonesia berkisar antara 24,1 sampai dengan 27,7°C. Pada Segmen 1, suhu udara rata-rata berkisar antara 27,0°C–28,1°C, dengan nilai tertinggi terjadi pada siang hari (pukul 14.00) sebesar 31,4°C dan terendah pada pagi hari (pukul 06.00) sebesar 22,7°C. Pola ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu udara seiring dengan bertambahnya waktu disebabkan oleh meningkatnya intensitas radiasi matahari.

Pada Segmen 2, suhu udara rata-rata berkisar antara 27,5°C–28,0°C, dengan nilai tertinggi terjadi pada siang hari (pukul 14.00) sebesar 31,7°C dan terendah pada pagi hari (pukul 06.00) sebesar 22,8°C. Pola kenaikan suhu ini menunjukkan pengaruh langsung dari peningkatan intensitas radiasi matahari sepanjang siang hari, kemudian menurun kembali menjelang sore.

Berdasarkan data suhu udara pada Segmen 3, suhu terendah tercatat sebesar 23,0°C pada pukul 06.00 dan meningkat secara bertahap hingga mencapai suhu tertinggi 32,5°C pada pukul 14.00. Pola ini menunjukkan adanya peningkatan suhu yang dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari yang semakin tinggi pada siang hari.

Pada area tanpa kanopi (Tabel 4.9), suhu udara menunjukkan nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan segmen yang memiliki kanopi. Suhu terendah tercatat sebesar 23,7°C pada pukul 06.00, sedangkan suhu tertinggi mencapai 34,2°C pada pukul 14.00. Rata-rata suhu harian di titik ini adalah 30,0°C, lebih tinggi dibandingkan seluruh segmen dengan kanopi. Hal ini membuktikan bahwa keberadaan vegetasi berperan penting dalam menurunkan suhu udara di koridor Jalan Ahmad Yani.

Pengukuran Kelembaban

Kelembaban udara merupakan banyak atau sedikitnya kandungan uap air yang ada di dalam udara. Wilayah yang mempunyai ketersediaan air banyak akan memiliki tingkat kelembaban udara yang tinggi begitu juga sebaliknya. Berdasarkan hasil pengukuran, kelembaban udara pada Segmen 1 menunjukkan nilai rata-rata berkisar antara 55,0–58,3%, dengan nilai tertinggi terjadi pada pagi hari (pukul 06.00) sebesar 74% dan menurun hingga 45% pada siang hari (pukul 14.00). Pola penurunan ini menunjukkan bahwa kelembaban udara cenderung menurun seiring dengan meningkatnya suhu udara akibat peningkatan intensitas radiasi matahari pada siang hari.

Kelembaban udara di Segmen 2 rata-rata berkisar antara 54,3%–56,4%, dengan nilai tertinggi tercatat pada pukul 06.00 sebesar 73% dan nilai terendah pada pukul 14.00 sebesar 44%. Pola penurunan kelembaban ini menunjukkan bahwa seiring bertambahnya waktu menuju siang hari, intensitas radiasi matahari meningkat sehingga menyebabkan peningkatan suhu dan penurunan kelembaban udara.

Kelembaban udara pada Segmen 3 rata-rata berkisar antara 53,2%–55,7%, dengan nilai tertinggi tercatat pada pukul 06.00 sebesar 72% dan nilai terendah pada pukul 13.00–15.00 sebesar 45%. Pola fluktuasi ini menunjukkan bahwa kelembaban udara menurun secara bertahap dari pagi hingga siang hari, seiring dengan meningkatnya suhu udara dan intensitas radiasi matahari.

Kelembaban udara rata-rata pada titik tanpa kanopi tercatat sebesar 48,8%, dengan nilai tertinggi sebesar 71% pada pukul 06.00 dan nilai terendah 35% pada pukul 14.00. Pola ini menunjukkan bahwa kelembaban udara pada area tanpa tutupan pohon mengalami penurunan yang tajam seiring meningkatnya suhu udara di siang hari. Kondisi tersebut terjadi karena tidak adanya elemen vegetasi yang berfungsi menahan penguapan air dari permukaan tanah maupun dari udara di sekitarnya.

Tingkat kenyamanan termal yang berhubungan dengan iklim mikro, seperti suhu udara dan kelembaban udara. Penyerapan radiasi matahari dan naungan pada taman dapat terjadi karena adanya pohon yang mampu menurunkan suhu udara dan meningkatkan kelembaban udara. Contoh perhitungan *Thermal Humidity Index* (THI) segmen 1 titik sampel 1 sebagai berikut:

$$THI = (0,8 \times 22.6) + \frac{(74.0 \times 22.6)}{500}$$

$$THI = 21.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Berdasarkan contoh perhitungan diatas *Thermal Humidity Index* (THI) semua titik sampel dari 3 segmentasi dan titik tanpa kanopi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

1. Segmen 1

Tabel 6. Pengukuran *Thermal Humidity Index* (THI) Segmen 1

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
6	22.7	74	21.5
7	23.3	70	21.9
8	24.6	68	23.0
9	25.3	66	23.6
10	26.4	61	24.4
11	28.1	53	25.4
12	29.2	51	26.3
13	30.5	48	27.3
14	31.4	45	28.0
15	30.8	47	27.5
16	29.6	47	26.5
17	28.6	49	25.7
Rata-Rata			25.1

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Segmen 1 memiliki nilai *Temperature Humidity Index* (THI) rata-rata sebesar 25,1, yang termasuk dalam kategori cukup nyaman.

2. Segmen 2

Tabel 7. Pengukuran *Thermal Humidity Index* (THI) Segmen 1

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
6	22.8	73	21.6
7	23.6	69	22.1
8	24.8	68	23.2
9	25.5	64	23.7

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
10	26.6	59	24.4
11	28.2	51	25.5
12	29.9	49	26.9
13	30.8	46	27.5
14	31.7	44	28.2
15	31.0	45	27.6
16	29.6	47	26.4
17	28.9	50	26.0
Rata-Rata			25.2

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Segmen 2 memiliki nilai *Temperature Humidity Index* (THI) rata-rata sebesar 25,2, yang termasuk dalam kategori cukup nyaman.

3. Segmen 3

Tabel 8. Pengukuran *Thermal Humidity Index* (THI) Segmen 1

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
6	23.0	72	21.7
7	23.6	68	22.1
8	24.9	67	23.2
9	26.3	65	24.5
10	28.0	57	25.6
11	29.3	51	26.5
12	30.7	47	27.4
13	31.9	45	28.4
14	32.5	45	28.9
15	31.6	45	28.1
16	29.5	46	26.3
17	28.7	47	25.7
Rata-Rata			25.7

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Segmen 3 memiliki nilai *Temperature Humidity Index* (THI) rata-rata sebesar 25,7, yang termasuk dalam kategori cukup nyaman.

4. Titik Tanpa Kanopi

Tabel 9. Pengukuran *Thermal Humidity Index* (THI) Titik Tanpa Kanopi

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
6	23.7	71	22.3
7	24.8	68	23.2
8	26.7	63	24.7
9	28.5	52	25.8
10	29.9	50	26.9
11	31.4	41	27.7
12	32.8	40	28.9
13	33.7	37	29.5
14	34.2	35	29.8
15	32.7	40	28.8

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
16	31.5	42	27.8
17	30.5	47	27.3
Rata-Rata			26.9

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Titik tanpa kanopi memiliki nilai *Temperature Humidity Index* (THI) rata-rata sebesar 26,9, yang termasuk dalam kategori tidak nyaman.

Pengaruh Kombinasi Kerapatan Kanopi Pohon terhadap Kenyamanan Termal

Pengaruh kombinasi kerapatan kanopi pohon terhadap kenyamanan termal dalam penelitian ini akan dianalisis menggunakan metode Independent Sample T Test. Untuk pengaruhnya dianalisis menggunakan metode Korelasi dan Regresi Linier dengan bantuan *software* excel.

1. Analisis Independent Sample T Test

Analisis *Independent Sample T-Test* untuk membandingkan nilai rata-rata *Temperature Humidity Index* (THI) antara area yang ternaungi kanopi pohon dan area yang tidak ternaungi. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan tingkat kenyamanan termal yang signifikan secara statistik di antara kedua kondisi tersebut. Hasil perhitungan *Independent Sample T-Test* ditampilkan dalam tabel berikut ini

Tabel 10. Hasil uji Independent Sample T Test

Titik Segmen Ke-	Sampel	Sig
1 dan 4		0.03*
2 dan 4		0.04*
3 dan 4		0.12

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Berdasarkan hasil uji Independent Sample T-Test, diperoleh nilai signifikansi (Sig) untuk perbandingan titik sampel sebagai berikut:

- Titik 1 dan Titik 4 diperoleh nilai Sig sebesar $0,03 < 0,05$, sehingga hipotesis H_0 ditolak dan hipotesis H_1 diterima dan H_0 ditolak. Dimana hasil ini mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan nilai THI antara area ternaungi (Titik 1) dan area tidak ternaungi (Titik 4).
 - Titik 2 dan Titik 4 memiliki nilai Sig = $0,04 (< 0,05)$, sehingga hipotesis H_0 ditolak dan hipotesis H_1 diterima dan H_0 ditolak. Dimana hasil ini mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan nilai THI antara area ternaungi (Titik 1) dan area tidak ternaungi (Titik 4).
 - Titik 3 dan Titik 4 memiliki nilai Sig = $0,12 (> 0,05)$, sehingga hipotesis H_0 diterima dan hipotesis H_1 ditolak dan H_0 diterim. Dimana hasil ini mengindikasikan tidak terdapat perbedaan yang signifikan nilai THI antara area ternaungi (Titik 1) dan area tidak ternaungi (Titik 4).
2. Analisis Korelasi dan Regresi Linear

Analisis regresi linear digunakan untuk mengetahui hubungan antara Leaf Area Index (LAI) sebagai variabel bebas (independen) dengan suhu udara, kelembaban udara, dan Thermal Humidity Index (THI) sebagai variabel terikat (dependen). Dalam penelitian ini variabel independen (x) adalah LAI, sedangkan variabel dependennya (y) adalah suhu, kelembaban, dan THI. Hasil perhitungankorelasi dan regresi linear ditampilkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 11. Hasil Uji Korelasi dan Regresi Linear

Variabel Terikat	Multiple R	R Square	Persamaan Regresi
Suhu	0.746	0.556	$Y = 2.351 + (-0.625) x$
Kelembaban	0.792	0.628	$Y = 2.351 + 1.636x$
THI	0.730	0.532	$Y = 2.351 + (-0.478) x$

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Keterangan:

- a. Multiple R adalah nilai koefisien korelasi yang menunjukkan kekuatan hubungan antara LAI dengan variabel terikat.
- b. R Square menunjukkan besarnya kontribusi LAI dalam menjelaskan variasi pada variabel terikat.
- c. Persamaan regresi menunjukkan arah dan besar perubahan variabel terikat terhadap perubahan LAI

Berdasarkan hasil uji uji korelasi dan regresi liner interpretasi hasil dijelaskan sebagai berikut:

- a. Hubungan LAI dengan Suhu

Koefisien korelasi Multiple R sebesar 0.746 menunjukkan hubungan kuat antara LAI dengan suhu. Menurut Muriyatmoko (2018), nilai koefisien korelasi (*Multiple R*) pada rentang 0.60-0.899 mengindikasikan adanya hubungan yang kuat antara variabel independen dan dependen. Nilai R Square 0.556 mengungkapkan bahwa 55.6% variasi suhu dapat dijelaskan oleh perubahan LAI, sementara 44.4% sisanya dipengaruhi faktor lain di luar model.

Persamaan regresi $Y = 2.351 - 0.625x$ menunjukkan bahwa:

- 1) Nilai konstanta 2.351 merepresentasikan estimasi suhu (°C) ketika LAI = 0 (tanpa vegetasi)
- 2) Koefisien regresi -0.625 mengindikasikan bahwa setiap peningkatan 1 unit LAI akan menurunkan suhu sebesar -0.625°C
- 3) Berdasarkan persamaan ini, dapat dihitung bahwa setiap kenaikan 2% LAI akan menurunkan suhu sekitar 0.625°C

- b. Hubungan LAI dengan Kelembaban

Koefisien korelasi Multiple R sebesar 0.792 menunjukkan hubungan kuat antara LAI dengan kelembaban. Nilai R Square 0.628 mengungkapkan bahwa 62,8 % variasi kelembaban dapat dijelaskan oleh perubahan LAI, sementara 37,2% sisanya dipengaruhi faktor lain di luar model.

Persamaan regresi $Y = 2.351 + 1.636x$ mengindikasikan:

- 1) Nilai dasar kelembaban adalah 2.526 % pada kondisi tanpa vegetasi
- 2) Setiap penambahan 1 unit LAI akan meningkatkan kelembaban sebesar 1.636 %
- 3) Perhitungan menunjukkan bahwa kenaikan 2% LAI akan meningkatkan kelembaban sekitar 1.636 %

- c. Hubungan LAI dengan THI

Koefisien korelasi Multiple R 0.730 menunjukkan hubungan cukup antara LAI dengan THI. Nilai R Square 0.532 mengungkapkan bahwa 53.2 variasi THI dapat dijelaskan oleh perubahan LAI, sementara 46,8 sisanya dipengaruhi faktor lain di luar model.

Persamaan regresi $Y = 2.351 - 0.478x$ menunjukkan:

- 1) Nilai dasar THI adalah 2.351 pada kondisi tanpa vegetasi
- 2) Setiap penambahan 1 unit LAI akan menurunkan THI sebesar 0.478 satuan
- 3) Perhitungan menunjukkan bahwa kenaikan 2 % LAI akan menurunkan THI sekitar 0.478 satuan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis terhadap pengaruh kombinasi kerapatan kanopi pohon terhadap kenyamanan termal di Jalan Ahmad Yani Kota Malang, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan tingkat kenyamanan termal antar segmen yang dipengaruhi oleh kerapatan kanopi pohon. Segmen 1 dan Segmen 2 memiliki nilai THI rata-rata 25,1 dan 25,2 yang tergolong cukup nyaman, sedangkan Segmen 3 sebesar 25,7 mendekati tidak nyaman. Hasil analisis uji Independent-Samples T-Test terhadap nilai THI pada titik sampel, diperoleh bahwa terdapat perbedaan signifikan antara area ternaungi dan area tidak ternaungi pada sebagian titik pengamatan. Titik 1 dan Titik 2 menunjukkan nilai Sig < 0,05, yang berarti kondisi kanopi rapat pada kedua titik tersebut mampu memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kenyamanan termal dibandingkan dengan area terbuka tanpa naungan (Titik 4). Sementara itu, pada

perbandingan antara Titik 3 dan Titik 4 diperoleh nilai $\text{Sig} > 0,05$, yang menunjukkan bahwa kerapatan kanopi di Titik 3 tidak memberikan perbedaan signifikan terhadap kenyamanan termal jika dibandingkan dengan area tanpa naungan. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan pentingnya memperhatikan nilai Leaf Area Index (LAI). Selain itu penelitian ini juga membuktikan bahwa kombinasi kerapatan kanopi pohon mampu menciptakan efek pendinginan mikro melalui naungan dan proses transpirasi. Dengan demikian, kerapatan vegetasi yang optimal dapat meningkatkan kenyamanan termal bagi pengguna jalan.

5. Daftar Pustaka

- Alfian, R., Budiarti, T., & Nasrullah, N. (2017). Pengaruh Bentuk Hutan Kota Terhadap kenyamanan termal di sekitar hutan kota. *Buana sains*, 19(1), 47-60
- ASHRAE. (2009). *ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Effendy, S., Aprihatmoko, F. 2014. Kaitan Ruang Terbuka Hijau dengan Kenyamanan Termal Perkotaan. *Agromet*, 28(1), 23-32
- Macfarlane, C., Grigg, A., & Evangelista, C. (2007). Estimating forest leaf area using cover and fullframe fisheye photography: Thinkinginside the circle. *Agricultural and Forest Meteorology*, 146(1-2), 1–12.
- Murdaningsih, M. (2010). Evaluasi Aspek Fungsi, Estetika Dan Agronomis Tanaman Tepi Jalan Di Jalan Ijen Kota Malang. *AGRICA*, 3(1), 15-26
- Muriyatmoko, D. (2018). Analisa volume terhadap sitasi menggunakan regresi linier pada jurnal bereputasi di Indonesia. *Jurnal Simantec*, 6(3)
- Nieuwolt S. (1977). *Tropical climatology*. London:Wiley
- Nyimbili, F., & Nyimbili, L. (2024). Types of Purposive Sampling Techniques with Their Examples and Application in Qualitative Research Studies. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, 5, 90-99.
- Prasetya, E., Hermawansyah, H., Hidayati, D. 2017. Analisis Tingkat Kenyamanan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Taman Kota Tengah, Taman Rekreasi Damai dan Taman Smart Nursery di Kota Gorontalo.Seminar Nasional LP2M UNM,2(1).
- Putra, B. U., Krisnandika, A. A. K., & Dharmadiatmika, I. M. A. (2022). Pengaruh Kombinasi Kerapatan Kanopi Pohon terhadap Kenyamanan Termal di Lapangan Puputan Margarana, Denpasar. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 14(1), 16-21
- Safitri, W. R. (2016). Pearson Correlation Analysis to Determine The Relationship BetweenCity Population Density with Incident Dengue Fever of Surabaya in The Year 2012-2014. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*.
- Santi, Belinda, S., Rianty, H., & Aspin. (2019). Identifikasi Iklim Mikro dan Kenyamanan Termal Ruang Terbuka Hijau di Kendari. *Jurnal Arsitektur NALAR*, 18(1), 23–34.

Kajian Penerapan Pendekatan Biofilik Pada Perancangan Rumah Sakit *Hospice* di IKN Kalimantan Timur

Kezia Kalensang¹⁾, Joni Wahyubuana Usop¹⁾

¹⁾ Jurusan Arsitektu, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
e-mail: keziakalensang@gmail.com

ABSTRAK

Mortalitas merupakan salah satu komponen penting dalam kehidupan manusia. Seiring berkembangnya jaman, semakin banyak faktor peningkatan mortalitas dan salah satunya adalah penyakit. Ada beraneka ragam macam penyakit yang membutuhkan pengobatan, namun beberapa di antaranya tidak dapat diobati lagi. Pasien yang mengalami hal tersebut kerap disebut pasien terminal, pasien ini pun dianggap sudah tidak memiliki harapan hidup lagi karena penyakitnya yang mematikan. Walaupun begitu, pasien terminal tetap layak memiliki tempat untuk menghabiskan sisa hidupnya, tanpa harus merasa terkurung dan tertekan, namun menjalaninya dengan layak dan bermartabat. *Hospice* dibuat dengan tujuan agar pasien terminal yang ada dapat menghabiskan sisa hidup mereka di sebuah tempat Dimana mereka tetap menerima perawatan akan sakit yang diderita, namun tetap dapat menikmati hari-hari akhirnya dengan baik.

Kata Kunci: *Hospice*, Biofilik, IKN

ABSTRACT

Mortality is an important component in human life. As time progresses, there are more and more factors increasing mortality and one of them is disease. There are various kinds of diseases that require treatment, but some of them cannot be treated anymore. Patients who experience this are often called terminal patients, these patients are considered to have no hope of life because their disease is deadly. Even so, terminal patients still deserve to have a place to spend the rest of their lives, without having to feel confined and depressed, but to live it with dignity and dignity. Hospice was created with the aim that terminal patients can spend the rest of their lives in a place where they can still receive treatment for their illness, but can still enjoy their final days well.

Keyword: *Hospice*, Biophilic, IKN

1. Pendahuluan

Mortalitas (kematian) merupakan salah satu komponen terpenting dalam demografi yang dapat mempengaruhi perubahan penduduk di suatu wilayah. Singkatnya, mortalitas adalah angka kematian. Mortalitas berpengaruh pada jumlah kepadatan penduduk di suatu wilayah, selain natalitas dan perpindahan atau migrasi penduduk. Mortalitas sendiri berkaitan erat dengan morbiditas. Merujuk pada definisi dari Kardjati & Alisjahbana (1985), pengertian morbiditas atau angka kesakitan adalah jumlah kejadian sebuah penyakit yang dirumuskan menjadi jumlah anak yang mengidap penyakit per seribu anak yang dapat terkena penyakit. Tingkat morbiditas bisa menjadi pengukur yang dapat digunakan untuk mengetahui kondisi kesehatan sebuah populasi serta kebutuhannya untuk mendapatkan perawatan dan pengobatan terkait kesehatannya. Menurut laman databoks.com, Data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menunjukkan, terdapat 10 penyakit sebagai penyebab kematian tertinggi di Indonesia. Urutan pertama yaitu penyakit stroke dengan kasus kematian sebanyak 131,8 per-100 ribu penduduk. Di urutan kedua ada penyakit jantung iskemik atau penyebab serangan jantung dengan 95,68 kasus. Lalu pada urutan terakhir adalah kasus neonatal atau kematian bayi baru lahir sebesar 16,77 kasus.

Seiring berkembangnya jaman, semakin banyak ditemukan penyakit-penyakit baru yang belum ditemukan obatnya dan tidak bisa disembuhkan. Gangguan dari penyakit ini pada akhirnya dapat berakhir fatal karena menimbulkan akibat yang beragam kepada pasien, salah satunya merupakan komplikasi yang tentunya dapat mengganggu kualitas dan jangka waktu hidup pasien. Dalam Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional Vol. 7, No. 7, Februari 20, hasil penelitian menunjukkan bahwa dari sepuluh penderita penyakit kronis, dua sampai lima di antaranya akan mengalami gangguan mental emosional. Risiko gangguan mental semakin tinggi bersamaan dengan jumlah penyakit kronis yang diterima pasien, dan akan terus bertambah seiring dengan jumlah penyakit kronis yang diderita dan tingkat keparahannya. Hal ini tidak hanya berdampak pada pasien, namun juga berdampak pada orang sekitarnya seperti keluarga maupun orang terkasih, yang juga dapat turut merasakan ketidaksejahteraan mental. Karena kebutuhan pasien yang sudah sakit kronis juga tidak hanya mengenai pengobatan gejala fisik saja, namun juga mengenai dukungan terhadap kebutuhan psikologis, sosial dan spiritual yang dapat dilakukan.

Pemenuhan kebutuhan psikologis terhadap pasien dapat dibantu dari tenaga kesehatan seperti yang disediakan pada rumah sakit Hospice. Hospice merupakan suatu tempat perawatan yang ditujukan untuk pasien yang menderita penyakit-penyakit kronis dengan jangka hidup yang sudah tidak lama lagi. Menurut American Journal of Medicine, filosofi dari rumah sakit Hospice sendiri yaitu membawa pasien untuk menerima tahap akhir kehidupan dengan maksud pasien dapat memaksimalkan kualitas hidup yang tersisa, bukan dalam artian mempercepat atau menunda kematiannya, namun meningkatkan kualitas hidup yang ada sehingga apabila hidup mereka harus berakhir pun, mereka sudah memenuhi keinginannya dengan baik. Perawatan rumah sakit Hospice lebih berfokus untuk mengobati mental pasien itu sendiri dibandingkan penyakitnya. Seperti yang pernah diungkapkan Dame Cicely Saunders, "You matter because of who you are. You matter to the last moment of your life, and we will do all we can, not only to help you die peacefully, but also to live until you die." Perawatan Hospice dapat digunakan ketika pasien tidak dapat lagi tertolong oleh pengobatan kuratif, dan diperkirakan akan hidup sekitar 6 bulan atau kurang. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan kualitas hidup pasien. Dengan Hospice, pasien masih bisa dan bebas untuk merasakan hal-hal baik pada akhir hidupnya, menikmati indahnya dunia untuk terakhir kalinya, tanpa harus dalam bayang-bayang pengobatan dan rumah sakit tanpa henti. Hospice adalah harapan akan kehidupan yang berkualitas, memanfaatkan yang hal yang baik setiap harinya selama tahap terakhir hidup pasien.

Penelitian yang dilakukan dalam artikel "*Symptom Burden, Depression, and Spiritual Well-Being: A Comparison of Heart Failure and Advanced Cancer Patients*" telah menunjukkan bahwa pasien gagal jantung dan pasien kanker memiliki kebutuhan yang sama terhadap kesehatan mental dan perawatan spiritual. Bagi penderita kanker stadium dini, perawatan paliatif juga dapat menjadi

pendamping pengobatan medis. Meningkatnya kualitas kehidupan penderita karena perawatan paliatif diharapkan akan membantu proses penyembuhan kanker secara keseluruhan. (Sugiaman, S, 2016). Tidak hanya pasien kanker dan gagal jantung, Wesley Too dalam artikelnya "Living with AIDS in Uganda" juga melaporkan bahwa pasien yang mengidap AIDS, dalam perawatan paliatif mengalami peningkatan dalam perasaan, kualitas hidup, dan manajemen nyeri. Diperkirakan 20 juta pasien dapat memperoleh manfaat dari layanan perawatan ini secara global dalam satu tahun. Peningkatan sebesar 58% terjadi di negara-negara yang memilih untuk menyediakan layanan perawatan paliatif. Perawatan yang disediakan Hospice antara lain : Peralatan untuk rawat inap (Ranjang rumah sakit, oksigen, kursi roda, alat bantu jalan), pengobatan untuk gejala penyakit, terapi fisik, terapi nutrisi, konseling, rohaniawan untuk membantu dukungan spiritual, ruang seni atau musik, bantuan bagi anggota keluarga dalam memberikan perawatan dan duka setelah orang tersebut meninggal.

Di Asia Tenggara, terdapat beberapa Hospice yang membantu merawat berbagai pasien penyakit kronis. Salah satu contoh rumah sakit Hospice yang ada di Asia Tenggara berada di Singapura yaitu Assisi Hospice. Berbeda dari rumah sakit biasanya yang terkesan polos Assisi Hospice terasa lebih alami, dengan suasana alami dan 'membumi' sehingga membuat pasien dapat lupa mereka sedang berada di rumah sakit. Assisi memiliki keinginan untuk menciptakan lingkungan rumah sakit yang tidak terasa seperti 'rumah sakit' Assisi memiliki keunikannya akan upaya mereka mengolah lingkungan hijau seperti roof garden dan wall garden dengan harapan penambahan area hijau ini dapat memberikan suasana lega dan asri pada pasien yang ada, membuat mereka lebih menikmati suasana sekitar dan mencegah terjadinya stres karena 'terkurung' dalam rumah sakit. Hal ini juga menjadi salah satu daya Tarik mereka, tidak hanya membuat pasien nyaman, namun juga pada pekerja rumah sakit dan pengunjung.

Berpindah menuju benua Eropa, terdapat Hospice yang cukup menarik pula, diperuntukkan untuk anak-anak sampai remaja dan terletak di Denmark. Rumah sakit anak-anak dan remaja, Strandbakkehuset, merupakan rumah sakit Hospice pertama yang baru dibangun di Denmark. Rumah sakit ini berisi empat hunian keluarga, satu bagian staf dan beberapa fungsi bersama. Rumah sakit ini terletak dengan indah di atas lereng tepat di tengah alam dan cocok untuk memberikan ruang untuk ketenangan dan refleksi. Rumah sakit ini tidak hanya menawarkan keindahan dari bangunannya namun juga memanfaatkan keindahan dari luar bangunannya. Perpaduan bangunan dengan material kayu dan tumbuhan hijau di sekitarnya, membuat Hospice ini tidak terlihat seperti rumah sakit lagi melainkan rumah tempat tinggal

Banyak pertimbangan yang harus dilakukan untuk merancang sebuah 'rumah sakit yang tidak terasa seperti rumah sakit'." Seorang psikolog bernama Roger Ulrich mempelajari pasien yang sedang dalam tahap penyembuhan pasca operasi. Menurut Ulrich, "Pasien dengan ruangan yang memiliki jendela dengan pemandangan alam, lebih singkat di rawat di rumah sakit pasca operasi, serta mempunyai lebih sedikit keluhan dalam catatan perawat, sebaliknya pasien yang diruangannya hanya dikelilingi dinding kamar, memiliki keluhan pasca operasi lebih banyak serta memerlukan suntikan penghilang rasa sakit lebih banyak". Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa membawa alam ke dalam rumah sakit merupakan ide yang baik sebagai esensi bangunan yang baik untuk proses penyembuhan pasien. (Ulrich, R.S. (1984)).

Sama seperti kedua rumah sakit di atas, kesamaan kedua Hospice ini adalah dengan hadirnya unsur hijau ke dalam bangunannya. Dalam Arsitektur, upaya memasukkan elemen tumbuhan ke dalam bangunan dapat diwujudkan dalam perancangan, salah satunya melalui pendekatan biofilik. Biofilik berasal dari kata biofilia yang mempunyai artian yang dikemukakan oleh seorang ahli biologi bernama Edward. O. Wilson pada tahun 1984, pada bukunya Kellert dan Wilson (1993), "Biofilia adalah kecenderungan bawaan manusia untuk menyatu dengan alam yang bahkan di dunia modern tetap penting bagi kesehatan dan kesejahteraan fisik dan mental manusia".

Menurut "14 Patterns of Biophilic Design" (2014), desain biofilik berpotensi mengurangi stres, meningkatkan kreativitas, dan mempercepat penyembuhan. Arsitek dihadapkan pada tantangan merancang lingkungan perkotaan yang padat. Sebelum merancang, perlu mempertimbangkan iklim, kepadatan lingkungan, ukuran, dan faktor budaya. Faktor seperti koneksi visual dan non-visual dengan alam, suhu, cahaya, serta integrasi dengan sistem alam juga penting. Di Indonesia, tingginya morbiditas memunculkan kebutuhan akan fasilitas Hospice. Singapura telah memiliki rumah sakit Hospice, menunjukkan urgensi Indonesia memiliki fasilitas serupa. Lokasi Hospice, terutama di

Ibukota Negara Baru Indonesia (IKN), menjadi pertimbangan karena IKN diharapkan menjadi pusat yang dapat diakses dari seluruh pulau di Indonesia. Rumusan masalah dalam konteks ini adalah bagaimana penerapan arsitektur biofilik pada rumah sakit Hospice di IKN. Tujuan artikel ini adalah menjawab pertanyaan tentang bagaimana arsitektur biofilik dapat meningkatkan kualitas Hospice di Ibukota Negara Kalimantan Timur.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metodologi deskriptif untuk menggambarkan dan menjelaskan permasalahan yang terjadi pada masa sekarang. Pendekatan ini bertujuan mendeskripsikan keadaan yang terjadi saat penelitian dilakukan. Dalam tahap pengumpulan data, penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Untuk data primer, informasi dan data di lapangan diperoleh melalui observasi dan wawancara sesuai dengan hasil tinjauan pustaka arsitektural dan data lainnya. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan melalui literatur berupa landasan teori dan standar-standar pasar dari berbagai sumber seperti artikel dan jurnal.

Selanjutnya, pada tahap analisis data, semua informasi yang telah dikumpulkan diterapkan sebagai sebuah basis untuk menanggapi permasalahan yang diidentifikasi. Implementasi dilakukan dengan merinci data yang diperoleh dari jurnal, buku, dan hasil survei. Dengan demikian, teknik pengumpulan data yang holistik dan metodologi deskriptif ini diharapkan dapat memberikan gambaran menyeluruh mengenai permasalahan yang sedang dihadapi, membantu mengidentifikasi solusi potensial, dan mendukung perbaikan pada konteks yang bersangkutan.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Assisi Hospice Singapore

Rumah sakit *Hospice* merupakan tempat perawatan bagi pasien terminal atau kronis yang tidak memiliki harapan hidup. *Hospice* memberikan kesempatan bagi mereka untuk menghabiskan hari-hari terakhir dengan nyaman. Di Asia, termasuk Singapura, terdapat berbagai rumah sakit *Hospice* dengan desain modern, seperti Assisi *Hospice* Singapore yang menjadi sampel penelitian dalam konteks kebutuhan pasien terminal dan penerapan desain arsitektural biofilik

Assisi *Hospice* Singapore dipilih karena fungsi *Hospice* dan pendekatan biofilik pada desainnya. Desain modern yang tetap terhubung dengan alam dan luasnya wilayah menjadi alasan utama pemilihan. Sejarah Assisi *Hospice* dimulai pada 1969, ketika biarawati Franciscan Missionaries of the Divine Motherhood (FMDM) mendirikan Rumah Sakit Mount Alvernia. Pada 1982, Yayasan Khoo memberikan dukungan untuk renovasi, dan dua tahun kemudian, Assisi berkembang menjadi *Hospice* Care untuk pasien kanker. Pada 1992, Assisi Home & *Hospice* didirikan sebagai institusi terpisah. Dengan dukungan dari Lee Foundation dan Reuben RN Estate, biara diubah menjadi rumah perawatan. Pada 2017, Assisi pindah ke bangunan baru yang dirancang khusus.



Gambar 1. Assisi Hospice Singapore

Sejak 2011, Assisi terus berkembang dengan membangun ruangan baru. Saat ini, rumah sakit ini dikelola oleh para profesional awam, sementara para Suster FMDM tetap terlibat dalam mendukung pasien dan keluarga. Rumah Sakit Assisi bergantung pada dana publik untuk sebagian besar biayanya, dan mereka terus berkomitmen pada misi memberikan perawatan paliatif yang penuh kasih dan berkualitas.

B. Children and Youth Hospice Strandbakkehuset

Children and Youth Hospice Strandbakkehuset terletak di Rønne, Djursland, dan merupakan rumah sakit kedua untuk anak-anak dan remaja di Denmark. Sebelum dibukanya Strandbakkehuset pada Desember 2020, Lukashuset di Hellerup adalah satu-satunya Hospice anak-anak di daerah tersebut. Hospice ini didesain untuk memberikan ruang bagi anak-anak, remaja, dan keluarga mereka di masa-masa rentan dalam hidup mereka, dengan fokus pada kehidupan, bermain, dan keringanan.



Gambar 2. Children and Youth Hospice Strandbakkehuset

Desain Strandbakkehuset menitikberatkan pada kualitas hidup, yang tercermin dalam empat hunian keluarga, satu bagian staf, dan berbagai fungsi bersama. Rumah sakit ini merangkul kehidupan anak-anak dan remaja dalam situasi rentan, dengan nilai-nilai kehidupan, permainan, dan keringanan sebagai landasan desainnya. Sebagai hasil dari penelitian menyeluruh dan studi lapangan antropologi, lima titik fokus untuk desain rumah sakit tersebut ditetapkan untuk memastikan memberikan kehidupan sehari-hari yang bermakna bagi pasien, keluarga, dan staf.

Strandbakkehuset didirikan berdasarkan kualitas khusus Hospice Djursland dengan lokasi yang indah di puncak lereng, menciptakan ruang untuk refleksi dengan menggabungkan pemandangan dan perspektif panjang dalam desainnya. Hospice ini menjadi tempat tinggal bersama untuk keluarga yang menerima perawatan paliatif, dan Stafnya termasuk perawat, pendidik, fisioterapis, terapis musik, pekerja sosial, psikolog, dokter, dan pendeta rumah sakit. Strandbakkehuset, meskipun baru dibangun, telah memberikan perawatan terhadap anak-anak dan remaja dalam masa-masa sulit.

C. Steno Diabetes Center Copenhagen

Steno Diabetes Center Copenhagen (SDCC) menjadi rumah sakit terbesar di Eropa Utara yang mengkhususkan diri dalam pencegahan dan pengobatan diabetes. Rumah sakit ini mengubah paradigma penyakit dan kesehatan dengan mengintegrasikan arsitektur dan elemen alam dalam desainnya, menciptakan lingkungan yang tidak hanya berfungsi sebagai tempat pengobatan tetapi juga sebagai tempat pendidikan dan pencegahan. Didesain untuk berkolaborasi dengan pengguna, SDCC menggabungkan bahan hangat, aliran strategis, dan cahaya matahari, diatur di sekitar taman besar berlantai dua dengan enam halaman kecil yang rimbun.

Steno, awalnya dimiliki oleh Novo Nordisk A/S, dipindahkan ke Wilayah Ibu Kota pada 1 Januari 2017, menjadi SDCC, sebuah pusat visioner yang bertujuan meningkatkan seluruh aspek diabetes di wilayah tersebut dan memberikan kontribusi pada tingkat nasional dan internasional. Didukung oleh sumbangan besar dari Novo Nordisk Foundation, SDCC merawat lebih dari 11.000 penderita diabetes setiap tahun dan membangun pusat diabetes baru yang dapat melayani lebih dari 13.000 pasien, menggambarkan ambisi mereka untuk memberikan pencegahan dan pengobatan terbaik bagi penderita diabetes di wilayah tersebut.



Gambar 3. Steno Diabetes Center Copenhagen

Sejarah SDCC bermula pada tahun 1920-an ketika tiga orang Denmark memproduksi insulin pertama kali di Eropa. Dengan dedikasi August Krogh, Hans Christian Hagedorn, dan August Kongsted, Nordisk Insulinlaboratorium didirikan. Hagedorn, seorang dokter dan pengusaha akademis, terlibat dalam perancangan rumah sakit dan memimpin revolusi perawatan diabetes. Pembukaan Rumah Sakit Niels Steensens, pertama di kawasan Nordik, menjadi titik awal kemitraan swasta-publik yang unik, menyumbang pada pemahaman penyakit diabetes dan pengobatannya secara global. Pada tahun 2017, SDCC dibuka, meneruskan warisan penelitian ketat dan pendekatan berpusat pada pasien, merawat sekitar 11.000 pasien setiap tahunnya.

D. Ibukota Negara (IKN)

Ibu Kota Nusantara (IKN) menciptakan terobosan sebagai kota pertama dengan konsep forest city di dunia, mengalokasikan 60-70% lahan untuk kawasan hijau seperti lanskap, ruang terbuka hijau, dan taman. Pembangunan hanya memanfaatkan 30-40% lahan, menandai komitmen terhadap keberlanjutan dan kelestarian lingkungan. Sub WP 1A menjadi pusat kegiatan pemerintahan, sementara Sub WP 1B dan 1C bersifat mixed use, mendukung berbagai kebutuhan seperti bisnis, hiburan, pendidikan, dan kesehatan. Dokumen Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) menetapkan sembilan Wilayah Perencanaan (WP) IKN dengan tujuan beragam, termasuk pusat pemerintahan, riset, ekonomi, energi baru terbarukan, hiburan, dan agro industri.

Berikut adalah table perbandingan wilayah WP IKN Barat dan WP IKN Timur II untuk pembangunan suatu Kawasan berdasarkan KLHS (Kajian Lingkungan Hidup Strategis) RDTR :

Tabel 1. Perbandingan Wilayah WP IKN Barat dan WP IKN Timur II

WP IKN BARAT	WP IKN TIMUR II
Luas wilayah terbesar dalam lingkup KIKN	Luas wilayah tidak besar
Didominasi dengan bentuk lahan berupa pedataran	Didominasi dengan bentuk lahan berupa pedataran
7 jenis tanah dan keenam jenisnya dapat dipakai sebagai Kawasan terbangun	Terdiri atas 3 jenis tanah yang dapat dipakai sebagai Kawasan terbangun
Kondisi curah hujan 1500-2000 mm/thn	Kondisi curah hujan 1500-2000 mm/thn
65,64% Vegetasi hutan dipterokarpa pamah	62,95% Vegetasi hutan dipterokarpa pamah
Ketersediaan air bersih yang Terbatas	Potensi banjir terbesar
Penggunaan lahan untuk Kesehatan sangat kecil yaitu 0,31 Ha	Penyediaan air cukup baik
Rawan banjir	Belum adanya penggunaan lahan untuk kesehatan

Berdasarkan RDTR, WP IKN Barat dan WP IKN Timur II memiliki potensi pembangunan layanan kesehatan. Namun, untuk *Hospice* yang menitikberatkan pada kesehatan mental, WP IKN Timur II menjadi pilihan lebih optimal. Dengan kondisi tanah yang baik, penyediaan air yang memadai, dan belum adanya penggunaan lahan untuk layanan kesehatan, WP IKN Timur II menawarkan lingkungan yang mendukung pembangunan *Hospice*. Meskipun demikian, perlu hati-hati mengingat potensi banjir yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan pembangunan.

E. Analisis Preseden Assisi Hospice Singapore

Berdasarkan hasil analisa yang sudah saya dapatkan dari literatur, rumah sakit Assisi *Hospice* Singapore merupakan sebuah rumah sakit bagi pasien terminal dengan konsep yang sudah modern, mengusung pendekatan Arsitektur biofilik, memberikan kesan “rumah sakit yang bukan rumah sakit”. Dengan cara ini Assisi menunjukkan bahwa rumah sakit tidak harus menjadi tempat yang menyedihkan, dalam artian bahwa tujuan utama desain pada *Hospice* ini adalah dengan menciptakan lingkungan semenarik mungkin, sehingga pasien yang ada di dalamnya tidak merasa seperti berada di dalam rumah sakit.

Dari observasi yang telah dilakukan melalui kajian literatur jurnal dan website, ada beberapa poin-poin arsitektural yang dapat saya jabarkan melalui bangunan Assisi *Hospice*. Assisi *Hospice* sendiri adalah rumah sakit berfasilitas perawatan paliatif yang berpusat pada pasien, dengan kapasitas 85 tempat tidur, dimana 80 di antaranya terletak di bangsal dewasa dan berada di samping bangsal anak dengan 5 tempat tidur. Ini adalah rumah sakit generasi baru pertama di Singapura, yang berlatar belakang pengembangan Strategi Nasional Perawatan Paliatif. Saat ini Assisi merupakan rumah sakit terbesar di Singapura, dengan bertinggi enam lantai yang diharapkan dapat melayani lebih dari 2000 pasien setiap tahunnya. Assisi dirancang sedemikian rupa agar dapat menjadi tempat tinggal yang damai, tenteram dan aman bagi pasien, anggota keluarga, dan staf layanan kesehatan. Sebuah tempat yang menguatkan kehidupan, dimana pasien tinggal dan dapat meninggal dengan bermartabat.

Tempat ini sekilas terlihat seperti sebuah resor yang sederhana. Bangsal terang dan lapang yang memiliki balkon, sehingga pasien dapat melihat pemandangan luar bahkan dari tempat tidur mereka. Assisi *Hospice* juga merupakan rumah sakit pertama di Singapura yang memiliki bangsal pediatrik, yang membuka ke arah taman bermain anak-anak di mana

anak-anak dapat bersantai. Rumah sakit ini memiliki banyak tanaman hijau di lokasinya, mulai dari taman sensorik di atap, hingga halaman di lantai dasar. Berbagai ruang hijau dipandang sebagai bentuk terapi bagi pasien. Desainnya yang modern, ramah, ringan, dan lapang memancarkan suasana positif dan bermartabat, membuat waktu yang dihabiskan orang di sana lebih mudah dan menyenangkan.

Gedung seluas 11.000 meter persegi ini dirancang dengan bentuk persegi sebanyak 3 blok yang disusun saling bersisian seperti bentuk segitiga yang mengelilingi halaman tengah. 3 blok tersebut memiliki jembatan penghubung yang menghubungkan bangsal dari taman atap. Blok yang lebih dekat dengan jalan raya sengaja didesain lebih pendek untuk mencegah gangguan kebisingan dari jalan raya dan memaksimalkan tampilan visual dari jalan kepada *Hospice*.



Gambar 4. Massa Bangunan Assisi *Hospice*

Assisi *Hospice* Singapore, sebuah rumah sakit paliatif modern di Singapura, memandang bangsal pasien sebagai kunci utama desainnya. Dua blok yang menampung empat bangsal saling berhadapan untuk memaksimalkan ventilasi alami. Bangsal pediatrik ditempatkan di tingkat atas blok 3, membuka diri ke taman bermain anak-anak, menciptakan pemisahan aman dan memberikan kebebasan bagi anak-anak. Di seberangnya, di atap blok 2, terdapat kapel yang menyediakan ruang sakral untuk refleksi dan kegiatan spiritual.

Blok admin (Blok 1) menghadap ke barat dan menampung pusat fisiologi, pusat pelatihan, dan ruang terapi. Ruang hijau terbuka di tengah bangunan menjadi fokus utama, menciptakan kesan terpusat dan menghubungkan tiga blok. Setiap kamar pasien dilengkapi dengan balkon luas yang menghadap halaman hijau, memungkinkan pasien menikmati pemandangan alam. Selain halaman hijau, terdapat taman sensorik pada jembatan penghubung blok 2 dan 3. Jembatan ini tidak hanya berfungsi sebagai penghubung tetapi juga sebagai tempat bersantai dengan tanaman yang dapat dimakan. Ruang ini menjadi bentuk terapi bagi pasien, pengunjung, relawan, dan staf.



Gambar 5. Interior Kamar Pasien Assisi Hospice

Ruang kamar pasien didesain untuk menjaga privasi, dengan kamar tidur single dilengkapi kamar mandi dalam dan fasilitas penunjang. Terdapat juga kamar double/quad dengan panel privasi antar ruang. Ruang santai pengunjung dilengkapi di sekitar bangsal, memberikan tempat nyaman untuk bersantai atau berkumpul. Ruang makan bersama terletak di lantai 1 dan 2, memberikan kesan lapang dengan jendela besar yang menghadap ke luar. Ruang aktivitas bersama tersebar di seluruh lantai, memungkinkan pasien beraktivitas di luar ruangan tanpa harus menjauh. Terdapat juga kafe dan kapel untuk pengunjung dan kegiatan sakral. Sistem penghawaan memanfaatkan orientasi bangunan, ventilasi silang, kolam buatan, dan vegetasi untuk menciptakan lingkungan yang nyaman. Sistem pencahayaan didesain untuk memaksimalkan cahaya matahari dengan jendela besar dan orientasi bangunan yang tepat. Secara keseluruhan, desain Assisi Hospice mengintegrasikan keindahan alam, fungsi terapeutik, dan pemenuhan kebutuhan pasien untuk menciptakan lingkungan yang mendukung proses penyembuhan.

F. Analisis Preseden Children And Youth Hospice Strandbakkehuset

Strandbakkehuset telah dirancang dengan cermat, mengambil inspirasi dari kualitas khusus yang telah ditetapkan oleh Hospice Djursland.



Gambar 6. Eksterior Children And Youth Hospice Strandbakkehuset

Melalui desainnya yang unik, bangunan ini menyajikan pengalaman yang mendalam dan tak terlupakan bagi pasien anak-anak, remaja, dan keluarga mereka yang tengah menghadapi tantangan penyakit terminal. Posisinya yang menakjubkan di puncak lereng, disertai dengan pemandangan indah, menciptakan suasana yang mendukung kontemplasi dan refleksi, memberikan tempat yang luar biasa untuk menjalani kehidupan bersama keluarga.

Strandbakkehuset tidak hanya berusaha meningkatkan kualitas yang sudah ada di rumah sakit sebelumnya, tetapi juga memberikan nuansa baru dan menyegarkan. Fokusnya tidak hanya pada aspek medis, melainkan lebih kepada kehidupan yang dialami secara langsung, pengalaman indra, dan gagasan hidup di momen sekarang. Dengan demikian, setiap elemen dari desain Strandbakkehuset menciptakan lingkungan yang mempromosikan kehidupan yang dekat, menyelam dalam pengalaman indra, dan menghargai momen di sini dan sekarang. Dalam setiap detailnya, Strandbakkehuset berupaya memberikan lebih dari sekadar perawatan medis, tetapi juga kualitas hidup yang penuh makna dan bermakna bagi setiap individu yang tinggal di sana.



Gambar 7. Massa Bangunan Children And Youth Hospice Strandbakkehuset

Strandbakkehuset, terletak dengan indah di lereng yang menghadap ke alam, secara cerdas diintegrasikan ke dalam lingkungan sekitarnya. Dengan bukaan dan orientasinya, bangunan ini tidak hanya menjadi perpanjangan Hospice Djursland tetapi juga terbuka ke luar, menciptakan fitur menarik dari setiap sudut. Keunikan Strandbakkehuset terletak pada kedekatannya dengan danau dan hutan, yang menjadikannya bangunan istimewa yang menyatu dengan alam sekitar.

Bangunan ini memiliki banyak bukaan dan penyeimbang yang memecahnya menjadi komponen-komponen yang lebih kecil, memberikan kesan ringan dan tidak membebani. Dengan demikian, Strandbakkehuset menciptakan banyak titik dan ruang pandangan yang menawarkan pengalaman unik dari setiap sisi. Di tengah rumah, terdapat "ruang jantung" yang menjadi pusat kehadiran, percakapan, dan aktivitas. Ruang ini memiliki akuarium besar tempat pasien dan pengunjung dapat bersantai. Bangunan ini juga menyediakan berbagai ruang, seperti ruang dapur/ruang makan yang merupakan area bersama untuk makan bersama, ruang spa untuk kesehatan dan relaksasi, dan "ruang bernapas" bagi orang tua dan kerabat yang membutuhkan istirahat.

Ruang aktivitas dirancang sebagai tempat yang mengundang kreativitas anak-anak, memberikan mereka kesempatan untuk mengekspresikan diri melalui berbagai kegiatan dan permainan yang merangsang imajinasi. Di sisi lain, ruang indra didesain dengan cermat untuk merangsang panca indera anak-anak melalui penggunaan suara, gambar, dan gerakan, menciptakan pengalaman sensorik yang kaya dan mendalam. Sementara itu, empat apartemen keluarga yang dilengkapi dengan balkon pribadi dan kamar mandi mewujudkan lingkungan yang nyaman dan pribadi bagi setiap keluarga. Desain ini bertujuan untuk memberikan ruang untuk istirahat dan ketenangan, sambil memberikan akses mudah ke pemandangan alam sekitar.

Strandbakkehuset juga menekankan ruang aktivitas di luar gedung, seperti Stilleskoven, yang diakses dengan kursi roda atau tempat tidur. Ini memberikan kesempatan bagi masyarakat, terutama mereka yang mungkin memiliki mobilitas terbatas, untuk tetap terlibat dalam aktivitas outdoor. Stilleskoven mencakup jalan setapak, kebun buah-buahan, dan tempat berkumpul di sekitar api unggun, menciptakan ruang yang inklusif dan ramah bagi semua. Dengan demikian, Strandbakkehuset tidak hanya menawarkan fasilitas dalam ruangan yang mendukung kehidupan sehari-hari penghuninya,

tetapi juga menghadirkan solusi khusus untuk memastikan keterlibatan dan aksesibilitas optimal bagi semua anggota keluarga, termasuk mereka dengan kebutuhan khusus.

Dengan taman sensorik yang dapat diakses oleh kursi roda, dua taman bermain, dan aksesibilitas untuk berbagai peralatan seperti sepeda dan kereta bayi, Strandbakkehuset menawarkan pengalaman menyeluruh dan peduli terhadap kebutuhan semua penghuninya. Keseluruhan desainnya mencerminkan perhatian yang mendalam terhadap kesejahteraan pasien, keluarga, dan pengunjung, sambil tetap terhubung dengan keindahan alam sekitar.

Sistem Penghawaan didesain dengan mempertimbangkan iklim Denmark yang sedang, dengan bukaan dan susunan unit yang memastikan sirkulasi udara yang baik tanpa perlu bergantung pada penghawaan buatan. Sistem Pencahayaan memaksimalkan cahaya alami matahari melalui penggunaan skylight pada "Ruang Jantung" dan jendela besar pada setiap unit. Dengan pendekatan yang holistik dan perhatian terhadap setiap aspek desain, Strandbakkehuset bukan hanya sebagai fasilitas medis tetapi juga sebagai tempat yang mendukung kualitas hidup, kebersamaan, dan kesejahteraan bagi mereka yang menghadapi tantangan penyakit terminal.

G. Analisis Steno Diabetes Center Copenhagen

Diresmikannya Steno Diabetes Center Copenhagen, rumah sakit diabetes terbesar di Skandinavia, membuka babak baru dalam layanan kesehatan dengan menyatukan pengobatan dan penelitian kelas dunia. Pusat ini mengubah paradigma arsitektur layanan kesehatan dengan menciptakan hubungan harmonis antara bangunan dan lanskap, mempromosikan kesejahteraan dalam lingkungan yang aman dan biofilik. Wilayah Ibu Kota Denmark kini dilengkapi dengan fasilitas terbaru ini, yang memiliki luas 24.000 m² dan akan melayani 11.000 anak-anak dan orang dewasa setiap tahunnya. Steno Diabetes Center Copenhagen bukan hanya sebuah rumah sakit, melainkan juga pusat penelitian, pendidikan, dan pengobatan diabetes yang memiliki fokus pada transparansi, koneksi, dan ramah lingkungan.



Gambar 8. Eksterior Steno Diabetes Center Copenhagen

Desain bangunan ini diwujudkan melalui kolaborasi erat antara arsitek dan lanskap, menciptakan keseluruhan yang merangsang dan bersatu. Ide Massa Bangunan diimplementasikan dengan membagi bangunan menjadi tingkat bawah dan atas, dipisahkan oleh Life Lab yang melingkar di antaranya. Life Lab, terinspirasi dari logo Diabetes, menjadi pusat utama dengan ruang terapung yang menghubungkan volume fungsional di atas dan di bawah. Fokus pada transparansi dan pengalaman terhubung juga tercermin dalam cincin biru yang mengelilingi halaman, menciptakan ruang dengan sifat berbeda dan mengundang pergerakan.

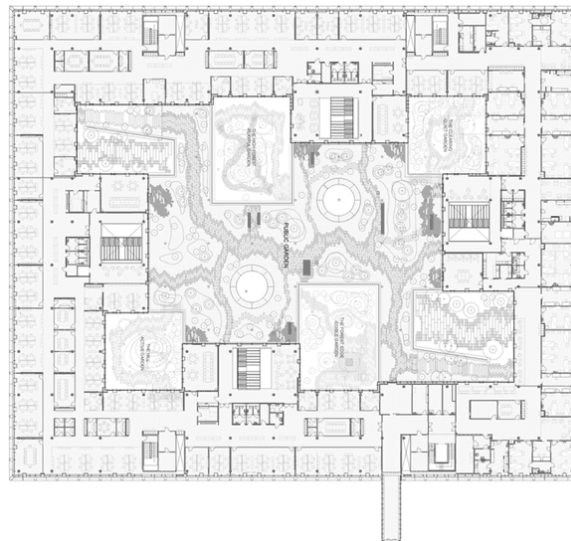


Gambar 9. Ruang Kerja Steno Diabetes Center Copenhagen

Gambaran Ruang di Strandbakkehuset mencakup sejumlah area yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan dan kesejahteraan penghuninya. Area Umum, yang mengelilingi enam halaman, menawarkan ruang tunggu yang ramah, perpustakaan, dan bahkan bangku baca, menciptakan atmosfer santai yang mendukung interaksi dan kenyamanan. Desain ini tidak hanya berfokus pada kepraktisan, tetapi juga menonjolkan estetika untuk menciptakan lingkungan yang menyenangkan.

Ruang Olahraga di Strandbakkehuset tidak hanya memberikan fasilitas kebugaran, tetapi juga menekankan kenyamanan melalui sentuhan kayu yang hangat. Aksentuasi kayu memberikan kesan alami dan bersahaja, menciptakan suasana yang mengundang untuk beraktivitas fisik tanpa meninggalkan nuansa kehangatan. Ruang Kerja dirancang dengan cermat untuk memaksimalkan pemandangan indah, menciptakan lingkungan yang mendukung produktivitas dan kesejahteraan. Interior yang dirancang dengan kayu memberikan sentuhan alami dan merangsang fokus dan kreativitas. Area Santai di Strandbakkehuset diarahkan pada pengurangan stres melalui penggunaan interior kayu yang hangat dan nyaman. Konsep ini menciptakan ruang yang ideal untuk bersantai dan melepaskan beban pikiran, mendukung kesehatan mental dan emosional penghuninya.

Ruang Terbuka Hijau dan Taman Luar merupakan wujud nyata dari konsep demokrasi yang diterapkan di Strandbakkehuset. Melalui ruang terbuka ini, desain merangkul alam dan mempromosikan keberagaman, menciptakan tempat untuk bersatu, bermain, dan bersosialisasi dalam suasana yang inklusif dan hangat. Dengan demikian, Gambaran Ruang di Strandbakkehuset bukan hanya menciptakan lingkungan fisik, tetapi juga menyajikan pengalaman holistik yang mendukung kesejahteraan holistik bagi penghuninya.



Gambar 10. Denah Steno Diabetes Center Copenhagen

Gambar Kerja seperti denah, potongan bangunan, dan tata letak interior memperjelas organisasi fungsi di dalam Steno Diabetes Center Copenhagen. Sistem Penghawaan dan Pencahayaan diintegrasikan dengan bijak, mempertimbangkan perubahan musim dan memberikan kenyamanan serta keindahan visual. Pergantian musim menciptakan variasi yang indah, menciptakan suasana interior yang hangat dan bersahaja.

Dengan demikian, Steno Diabetes Center Copenhagen tidak hanya menjadi pusat pengobatan, tetapi juga menjelma menjadi lingkungan yang mengundang, menyelaraskan arsitektur dan keberlanjutan, dan memberikan solusi inovatif untuk merawat pasien diabetes dengan fokus pada kesejahteraan dan kualitas hidup.

Berikut adalah table perbandingan ketiga preseden bangunan, dan bagaimana kriterianya dapat memenuhi kebutuhan sebuah *hospice* :

Tabel 2. Kriteria Desain Hospice berdasarkan Preseden

Kriteria Desain	Assisi Hospice Singapore	Strandbakehusset Denmark	Steno Diabetes Center Copenhagen
Massa Bentuk	Membentuk 3 blok massa yang saling berhadapan dengan taman hijau di tengah sebagai penghubung dan pusat bangunan.	Berbentuk ¼ lengkung lingkaran dengan rumah yang saling bersusunan sampingnya satu sama lain.	Menggunakan pola radial dengan beberapa massa bangunan dengan taman pada bagian tengahnya.
Penghawaan	Penghawaan yang baik dengan ventilasi silang, dan vegetasi di sekitar bangunan.	Vegetasi alami dari alam sekitarnya dan bukaan pada unit.	Banyaknya taman hijau di hampir seluruh bagian luar bangunan, dari lantai paling bawah hingga atas.
Pencahayaan	Pencahayaan yang baik namun tidak menyilaukan karena bangunan yang berorientasi ke utara-selatan.	Pencahayaan yang baik karena ukuran jendela cukup besar dengan penggunaan <i>skylight</i> di tengah bangunan.	Banyaknya jendela pada bangunan memungkinkan cahaya matahari untuk masuk dengan baik.
Warna Bangunan	Menggunakan warna-warna cerah untuk meminimalisir radiasi matahari yang masuk.	Menggunakan warna gelap namun interior banyak menggunakan warna coklat yang berasal dari material kayu.	Warna bangunan cerah dengan interior didominasi material kayu.
Interior Bangunan	Banyak menggunakan warna cerah dalam bangunan terutama kamar pasien, untuk memberikan kesan ceria kepada pasien dan pengunjung.	Memainkan tekstur kayu dengan baik, memberikan kesan alami ke dalam bangunan.	Perpaduan antara modern dan alami.
Eksterior Bangunan	Terlihat unik dengan warna putih, yang dilengkapi fasad berwarna coklat tua dan warna hijau yang berasal dari vegetasi bangunan.	4 unit dengan bentuk simple, namun unik karena susunannya yang tidak biasa, sekilas terlihat seperti rumah kecil.	Sangat modern dengan penggunaan warna putih dan silver, melambangkan fungsinya sebagai pusat penelitian dengan baik.
Fasilitas	Kafe, Ruang Kapel, Taman sensorik, Ruang aktivitas.	Ruang Spa, Ruang Jantung sebagai pusat beraktivitas, Ruang Bermain <i>outdoor</i> .	Ruang Olahraga, Kafe.
Lokasi	Terletak di tengah kota.	Terletak di pinggir kota, di lereng gunung dan dekat dengan danau.	Terletak di tengah kota.

4. Kesimpulan

Dalam keseluruhan artikel ini, kita telah mengeksplorasi tiga pusat perawatan kesehatan yang mendedikasikan diri untuk penyakit dan kondisi khusus, yaitu *Assisi Hospice* Singapore, *Children And Youth Hospice Strandbakkehuset*, dan *Steno Diabetes Center Copenhagen*. Ketiganya menawarkan pendekatan unik dalam mendesain fasilitas kesehatan untuk meningkatkan kualitas hidup pasien dan menciptakan lingkungan yang mendukung penyembuhan. *Assisi Hospice* Singapore memberikan perhatian khusus terhadap perawatan paliatif bagi pasien terminal dengan desainnya yang modern dan konsep arsitektur biofilik. Melalui penerapan elemen-elemen seperti ruang terbuka hijau, jembatan penghubung, dan kamar pasien yang dirancang untuk menjaga privasi dan kenyamanan, *Assisi Hospice* menciptakan suasana yang tenang dan positif bagi pasien dan keluarga mereka.

Children And Youth Hospice Strandbakkehuset, dengan fokus pada perawatan anak-anak, menunjukkan pendekatan desain yang penuh perhatian terhadap kebutuhan anak-anak yang sakit dan keluarga mereka. Ruang-ruang terbuka dan taman sensorik menjadi bagian integral dari rancangan, memberikan kesempatan bagi anak-anak untuk bersantai dan bermain, serta memberikan ruang untuk interaksi positif antara pasien dan keluarga. Sementara itu, *Steno Diabetes Center Copenhagen* menghadirkan desain yang terfokus pada perawatan pasien diabetes. Melalui pemikiran yang cermat terhadap pencahayaan, penghawaan, dan ruang interior, pusat ini menciptakan lingkungan yang mendukung manajemen penyakit diabetes, termasuk pengelolaan stres dan kebutuhan khusus lainnya.

Secara keseluruhan, ketiga pusat perawatan kesehatan ini menunjukkan bahwa desain arsitektural yang baik dapat membawa dampak positif pada kesehatan dan kesejahteraan pasien. Pendekatan holistik terhadap kebutuhan fisik, emosional, dan sosial pasien tercermin dalam ruang-ruang yang dirancang untuk memberikan kenyamanan dan dukungan. Dengan mempertimbangkan elemen-elemen seperti pencahayaan, penghawaan, dan ruang terbuka, pusat-pusat ini menciptakan lingkungan yang tidak hanya berfungsi sebagai tempat perawatan medis, tetapi juga sebagai ruang yang hangat dan mendukung bagi pasien dan keluarga mereka.

5. Daftar Pustaka

- Kellert, Stephen R. 2022. "Three. The Practice of Biophilic Design." *Nature by Design*: 23–110.
- Lubis, Carlitos Bobby Ismail, and Dedi Hantono. 2023. "Kajian Konsep Arsitektur Postmodern Pada Bangunan Gedung Portland." *PURWARUPA Jurnal Arsitektur* 7(1): 1.
- Oechsle, Karin. 2019. "Current Advances in Palliative & Hospice Care: Problems and Needs of Relatives and Family Caregivers During Palliative and Hospice Care-An Overview of Current Literature." *Medical sciences (Basel, Switzerland)* 7(3).
- Qisti, Insani Aulia, Rinawati Puji Handajani, and Herry Santosa. 2016. "Kriteria Desain Hospice." *Jurnal Mahasiswa Jurusan Arsitektur* 4(2): 0–35.
- Selendra, Irvi Syauqi et al. 2022. "Pendekatan Perancangan Konsep Healing Environment Pada Healthcare Architecture (Studi Kasus: HOK)." *Sinektika: Jurnal Arsitektur* 19(1): 1–21.
- Sumartono, Sumartono. 2017. "Prinsip-Prinsip Desain Biofilik." *PRODUCTUM Jurnal Desain Produk (Pengetahuan dan Perancangan Produk)* 1(1): 15.
- The King's Fund. 2014. "Principles of Hospice Design."
- William Browning, Hon. AIA, and Joseph Clancy Catherine Ryan. 2014. "14 Patterns Of Biophilic Design Improving Health& Well.": 55.
- Worpole, Ken. 2023. "Modern Hospice Design." *Modern Hospice Design*.

Perancangan Resort dengan Pendekatan Arsitektur Tropis pada Kawasan Wisata Bahari Pantai Corong Kabupaten Penajam Paser Utara

Miftahil Jannah¹⁾, Nur Asriatul Kholifah¹⁾, Anisah Azizah¹⁾, Putri Nopianti¹⁾, Kartika Tristanto¹⁾

¹⁾ Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
e-mail: miftahilj@gmail.com

ABSTRAK

Garis pantai dan pesisir Kabupaten PPU mencapai 151,169 km² atau sekitar 15.116,9 ha. Kawasan pantai terbentang sepanjang perbatasan dataran dengan Teluk Balikpapan. Pantai Corong merupakan pantai yang terletak paling ujung berbatasan dengan muara Sungai Tunan. Pantai ini terletak di Jalan Pariwisata, Kelurahan Tanjung Tengah, Kecamatan Penajam. Dalam program pengembangan kepariwisataan Kabupaten PPU dibutuhkan ketersediaan sarana pendukung pariwisata salah satunya akomodasi penginapan pada kawasan wisata yaitu resort. Pengumpulan dan pengolahan data perancangan menggunakan metode deskriptif kualitatif. Jenis data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Perancangan dilakukan berdasarkan hasil analisis konteks, analisis kebutuhan dan analisis rupa. Keterkaitan perancangan resort dengan lokasi pesisir yang beriklim tropis mendukung untuk diterapkannya konsep arsitektur tropis agar dapat beradaptasi dan bertahan dengan iklim setempat. Dengan adanya perancangan ini sehingga dapat menjadi referensi bagi pengelola Kawasan Wisata Bahari Pantai Corong.

Kata Kunci: Kawasan Wisata, Akomodasi, Resort, Resort Tropis, Termal

ABSTRACT

The coastline and coastline of PPU Regency reaches 151,169 km² or around 15,116.9 ha. The coastal area stretches along the plain border with Balikpapan Bay. Corong Beach is the beach located at the very end bordering the mouth of the Tunan River. This beach is located on Jalan Wisata, Tanjung Tengah Village, Penajam District. In the PPU Regency tourism development program, it is necessary to provide tourism support facilities, one of which is lodging accommodation in tourist areas, namely resorts. Collection and processing of design data uses qualitative descriptive methods. The types of data collected are primary and secondary data. The design is carried out based on the results of context analysis, needs analysis and appearance analysis. The relationship between resort design and coastal locations with tropical climates supports the implementation of tropical architectural concepts so that they can adapt and survive the local climate. With this design, it can become a reference for managers of the Corong Beach Marine Tourism Area.

Keyword: Tourist Area, Accommodation, Resort, Tropical Resort, Thermal

1. Pendahuluan

Menurut Peraturan Bupati Penajam Paser Utara Nomor 17 Tahun 2014 Kabupaten Penajam Paser Utara memiliki luas wilayah mencapai 3.333,06 km² dan terbagi menjadi 4 kecamatan, satu diantaranya yaitu Kecamatan Sepaku yang kini menjadi kawasan inti IKN. Wilayah kecamatan sekitarnya menjadi kawasan pendukung IKN. Tercuatnya nama Kabupaten PPU sebagai lokasi pemindahan Ibu Kota Negara Indonesia menjadikan semakin banyak orang yang ingin datang dan mengeksplor wisata di tempat ini.

Seiring dengan bertambahnya jumlah wisatawan, kebutuhan fasilitas penunjang yang dibutuhkan tidak lagi sebatas untuk menikmati pemandangan saja. Fasilitas penunjang ini merupakan pelengkap yang berfungsi tidak hanya membuat wisatawan tinggal lebih lama, namun juga membuat wisatawan mengeluarkan uang ditempat yang dikunjungi (Ghani, 2017). Resort lekat dengan pemandangan alam dan mengutamakan kenyamanan sehingga pada umumnya berada jauh dari keramaian untuk mendapatkan suasana tenang (Boekoesoe et al., 2023).

Menurut Peraturan Daerah Kabupaten Penajam Paser Utara Nomor 6 Tahun 2022 tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Daerah Tahun 2022-2027, Wisata Bahari Pantai Corong termasuk dalam kawasan strategis pariwisata daerah dengan program pengembangan kepariwisataan Kabupaten PPU. Dibutuhkan ketersediaan sarana pendukung pariwisata salah satunya akomodasi penginapan pada kawasan wisata tersebut. Keterkaitan perancangan resort dengan lokasi pesisir yang beriklim tropis mendukung untuk diterapkannya konsep arsitektur tropis agar dapat beradaptasi dan bertahan dengan iklim setempat. Memaksimalkan potensi alam termasuk untuk fasilitas rekreasi yang ada pada resort. Selain itu, juga turut menghadirkan desain bangunan yang mewakili ciri khas pesisir.

Pariwisata Bahari menurut Undang-Undang No.10 tahun 2009 tentang Kepariwisata yaitu usaha penyelenggaraan wisata di air dan olahraga air termasuk penyediaan sarana dan prasarana serta jasa pendukung lainnya yang dikelola dengan komersil di perairan laut, pantai, sungai, danau, dan waduk. Menurut Pendit dalam (Gufon, 2015). Menurut Sugiana dalam (Suwarti & Krisnawati, 2019) terdapat empat komponen pariwisata yang biasa disebut 4A meliputi: atraksi; aksesibilitas; ameniti; dan ansilari.

Resort dapat diklasifikasikan menjadi dua macam berdasarkan letak dan fasilitasnya serta berdasarkan periode pemakaiannya. Adapun klasifikasi resort sebagai berikut (Halawa et al., 2019): *Beach Resort; Marina Resort; Mountain Resort; Health Resort and Spa; Rural Resort; dan Themed Resort*. Berdasarkan Peraturan Menteri Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Republik Indonesia Nomor PM.53/HM.001/MPEK/2013 Tentang standar usaha hotel menyatakan bahwa hotel resort berdasarkan tingkatannya dibedakan menjadi lima tingkatan atau yang disebut bintang (*) dengan ketentuan tertentu.

Arsitektur tropis merupakan arsitektur yang berada di daerah tropis dan telah beradaptasi dengan iklim tropis. Pengaruh utama dari kondisi suhu tinggi dan kelembaban tinggi, dimana pengaruhnya adalah pada tingkat kenyamanan pada ruang dalam. Tingkat sejuk udara di dalamnya, oleh aliran udara, adalah salah satu contoh pengaplikasian konsep arsitektur tropis. Meskipun arsitektur tropis selalu dihubungkan dengan sebab akibat dan adaptasi bentuk (tipologi) bangunan terhadap iklim, banyak juga interpretasi dalam tren yang berkembang dalam masyarakat sebagai penggunaan material tertentu sebagai representasi dari kekayaan alam tropis, seperti kayu, batuan ekspos, dan material asli yang diekspos lainnya (Marralyn & Kurniasih, 2018).

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu dalam bentuk deskriptif kualitatif yaitu bentuk dan strategi penelitian memberikan berbagai informasi yang bersifat kualitatif dengan deskriptif atau penjelasan yang sejelas-jelasnya. Sehingga diharapkan mampu menangkap berbagai informasi yang bersifat kualitatif berupa uraian, pengertian, ataupun penjelasan-penjelasan baik bersifat terukur maupun tidak terukur mengenai obyek

penelitian. Kajian dalam penelitian menggunakan cara deskriptif dengan tujuan memberikan gambaran lengkap yang pada umumnya dilakukan melalui metode survey, wawancara, pengamatan, studi literatur.

3. Hasil dan Pembahasan

A. Analisis Konteks

Lokasi Wisata Pantai Corong berada di Jl. Pariwisata, Kel. Tanjung Tengah, Kec. Penajam, Kab. Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur, Indonesia.



Gambar 1. Peta lokasi perancangan
(Sumber: Analisis Penulis, 2024)

Luas lahan	: ± 5 ha
Batas Utara	: Kolam ikan air tawar, Jl. Pariwisata
Batas Timur	: Pantai Tanjung Jumlai
Batas Selatan	: Tepi Pantai Corong
Batas Barat	: Muara Sungai Tunan
KDB	: 60 %
GSI	: 5 meter
GSB	: 150 meter dari titik pasang tertinggi
Garis Sempadan Pantai	: 100 meter dari titik pasang tertinggi

Penentuan lokasi perancangan resort dilakukan berdasarkan beberapa aspek yang dapat dilihat pada tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Aspek Penentuan Lokasi Resort

No.	Aspek penentuan lokasi resort	Wisata Pantai Corong
1.	Area persinggahan sebaiknya berada dalam lokasi yang tertutup dari jalan yang ditempuh dan di bagian luar (<i>clear zone</i>)	Terdapat jalur masuk khusus ke pantai
2.	Lokasi memiliki utilitas yang baik	Terdapat jaringan listrik, air, dan saluran roil kota
3.	Mengutamakan lokasi dengan permukaan datar dan jarak pandang yang baik	Lokasi tidak berkontur dan memiliki bibir pantai bebas pandang
4.	Lokasi memiliki pemandangan indah, teduh, dan sejuk sehingga menarik pengguna untuk singgah	Pantai memiliki pemandangan matahari terbit dan bibir pantai yang cukup luas

No.	Aspek penentuan lokasi resort	Wisata Pantai Corong
5.	Pemilihan lokasi mempertimbangkan dampak lingkungan dan meminimalisir dampak kerusakan lingkungan	Terdapat pepohonan namun belum tertata. Oleh karena itu, perancangan dilakukan dengan memperhatikan lanskap

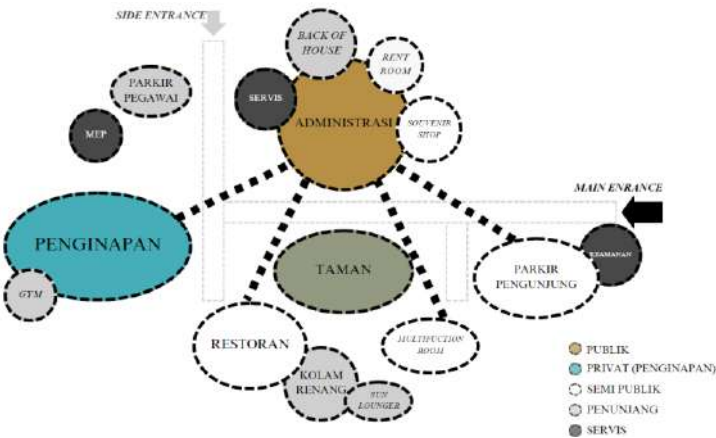
B. Analisis Kebutuhan

Fungsi kawasan resort sesuai Permen Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Nomor PM.53/HM.001/MPEK/2013 termasuk usaha penyediaan akomodasi yang menyediakan pelayanan penginapan yang dapat dilengkapi dengan pelayanan pariwisata lainnya. Fungsi resort dapat dikelompokkan menjadi tiga sebagai berikut:

1. Fungsi primer yaitu layanan penginapan.
2. Fungsi sekunder yaitu tempat makan, ruang komunal, fasilitas olahraga, kesehatan, dan rekreasi.
3. Fungsi penunjang yaitu tempat berbelanja, pusat informasi dan kemananan, serta area parkir.

Terdapat dua pengguna dari resort yaitu pengunjung dan pengelola. Pengunjung berasal dari wisatawan dan pengelola merupakan pegawai resort.

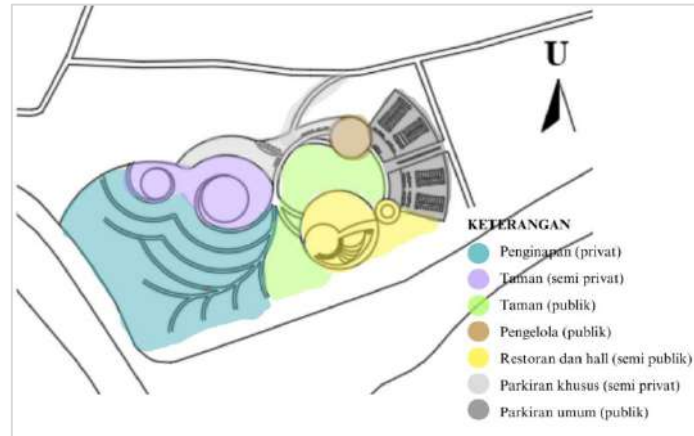
1. Pengunjung dibedakan menjadi dua tipe yaitu pengunjung menginap dan pengunjung tidak menginap.
2. Pengelola dibedakan menjadi tujuh departemen yaitu *front office, accounting, marketing, food & beverage, housekeeping, engineering, dan security*.



Gambar 2. Bubble diagram kawasan resort
 (Sumber: Analisis penulis, 2024)

C. Analisis Rupa

Pada lanskap kawasan menggunakan bentuk melingkar dan melengkung yang memberikan kesan organik. Garis atau bentuk lengkungan ini menirukan lengkungan alami dari alam sekitar, seperti ombak. Hal ini juga menjadi dasar pemilihan nama kawasan resort yaitu “*Riak Beach Resort*” dengan mengambil kata ‘riak’ untuk mewakili resort tepi pantai. Konsep rancangan kawasan resort secara umum baik lanskap maupun bangunannya menerapkan konsep terbuka dikarenakan mayoritas wisatawan memiliki pola kunjungan komunal. Pada area penginapan yang bersifat privat, konsep terbuka ini diwujudkan dengan konsep *open plan* yaitu menggabungkan dua atau lebih ruang dengan meniadakan sekat ruangan.



Gambar 3. Zoning kawasan resort
(Sumber; Analisis penulis, 2024)

Konsep arsitektural kawasan resort baik pada lanskap dan bangunan menerapkan pendekatan arsitektur tropis. Adapun parameter pendekatan arsitektur tropis pada lanskap sebagai berikut:

1. Adanya ruang terbuka hijau
2. Menggunakan unsur alam seperti batu alam, kayu, dan air
3. Vegetasi menggunakan tanaman tropis

Adapun parameter pendekatan arsitektur tropis pada bangunan sebagai berikut:

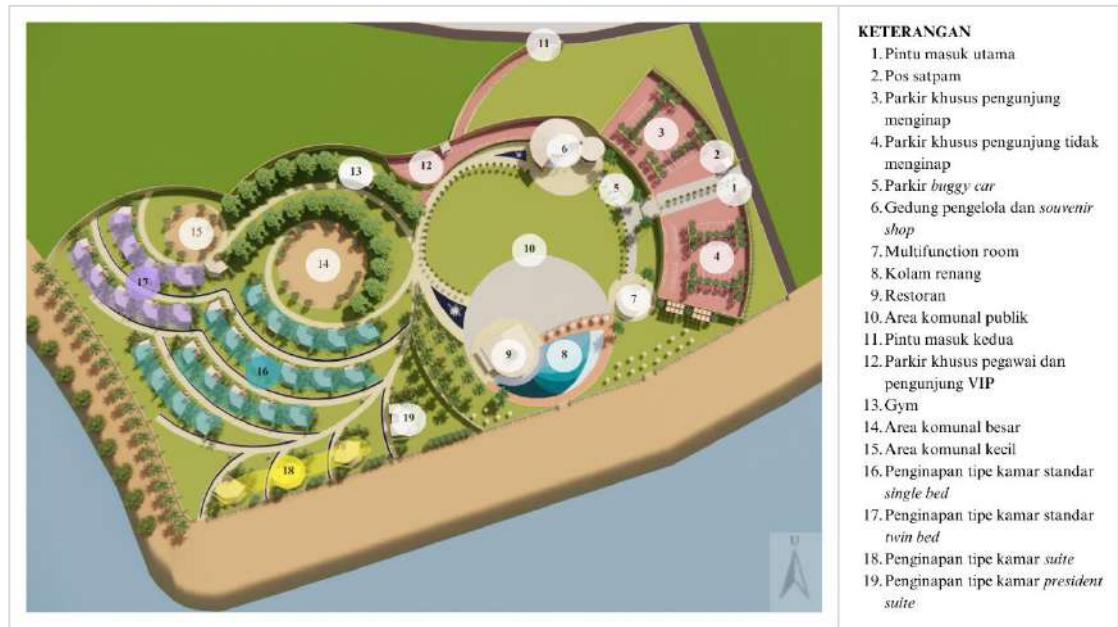
1. Memperhatikan orientasi bangunan dan matahari
2. Mempunyai atap miring/bubungan tinggi dengan kemiringan ≥ 30 derajat
3. Mempunyai teritisan/overstek atap
4. Ventilasi silang/bukaan untuk penghawaan dan penerangan alami
5. Bentuk rumah panggung
6. Menggunakan material lokal dan tahan terhadap cuaca
7. Isolasi radiasi panas

D. Hasil Rancangan

Hasil rancangan resort di Kawasan Wisata Bahari Pantai Corong berupa desain yang menerapkan konsep ruang terbuka dan sesuai dengan standar resort bintang tiga (***) pada Permen Pariwisata dan Ekonomi Kreatif No. PM 53/HM.0011/MPEK/2013.

Tabel 2. Penerapan fasilitas resort

No.	Standar Resort Bintang Tiga (***)	Riak Beach Resort
1.	Jumlah kamar standar minimal 30 kamar	Memiliki 30 kamar standar
2.	Kamar mandi di dalam kamar	Kamar mandi dalam
3.	Luas standar kamar minimal 24 m ²	Luas kamar standar 36 m ²
4.	Memiliki kamar suite minimal 3 kamar	Memiliki 3 kamar tipe <i>suite</i> dan 1 kamar tipe <i>president suite</i>



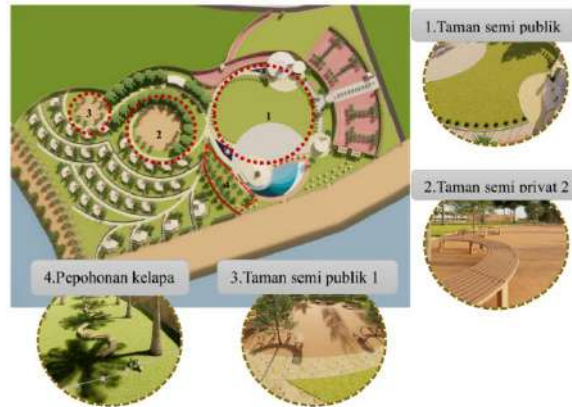
Gambar 4. Kawasan resort
(Sumber: Analisis Penulis, 2024)

Kemudian, rancangan juga menerapkan pendekatan arsitektur tropis sebagai bentuk adaptasi bangunan terhadap kondisi lingkungan sekitar sebagai upaya mencapai kenyamanan termal.

1. Lanskap

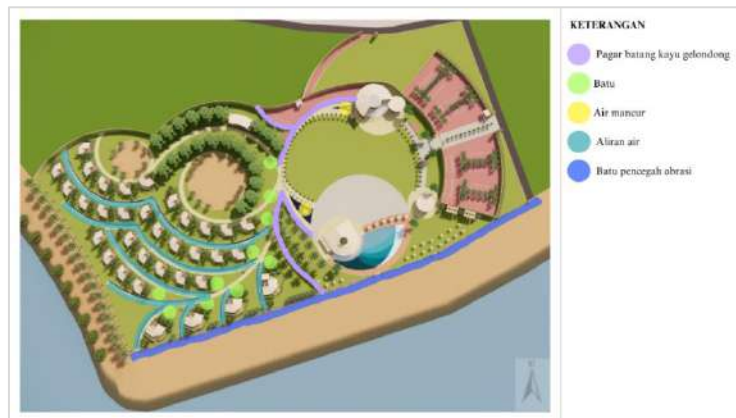
Terdapat tiga parameter arsitektur tropis yang diterapkan pada lanskap dalam kawasan resort sebagai berikut:

- a) Area terbuka hijau pada kawasan resort yaitu taman semi publik, dua taman semi privat dan area pepohonan kelapa.



Gambar 5. Ruang terbuka hijau
(Sumber: Analisis Penulis, 2024)

b) Menggunakan unsur alam seperti bebatuan, kayu dan aliran air.



Gambar 6. Perletakan unsur alam pada lanskap
(Sumber: Analisis Penulis, 2024)

c) Vegetasi menggunakan tanaman habitat daerah tropis khas pesisir pantai.

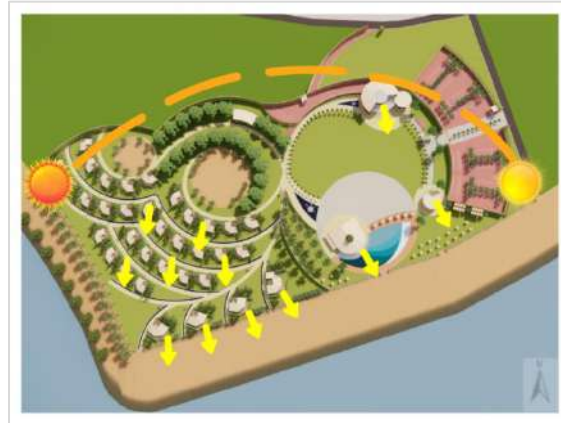


Gambar 7. Perletakan vegetasi pada lanskap
(Sumber: Analisis Penulis, 2024)

2. Bangunan

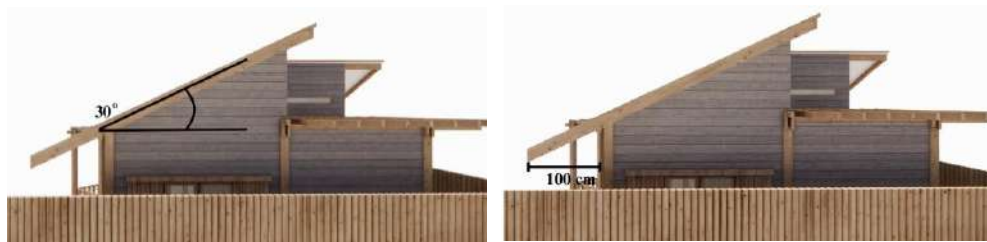
Terdapat tujuh parameter arsitektur tropis yang diterapkan pada masing-masing bangunan dalam kawasan resort sebagai berikut:

- Orientasi bangunan terhadap matahari sebagian besar menghadap antara tenggara-selatan sehingga arah terbit dan tenggelam matahari menyerang dari muka dan belakang bangunan



Gambar 8. Orientasi bangunan terhadap matahari
(Sumber: Analisis Penulis, 2024)

- b) Mempunyai atap miring dengan kemiringan ≥ 30 derajat. Berguna mengatasi curah hujan tinggi dan ruang bawah atap mengurangi uap panas saat siang hari.
- c) Mempunyai teritisan kurang lebih selebar 100-150 cm guna mengatasi tempas air hujan dan sinar matahari, terutama pada bagian dinding yang terdapat bukaan.



Gambar 9. Kemiringan dan teritisan atap pada bangunan
(Sumber: Analisis Penulis, 2024)

- d) Ventilasi silang dan bukaan pada bidang-bidang bangunan guna masuknya udara sebagai penghawaan alami dan cahaya matahari sebagai penerangan alami. Perhitungan rasio luasan bukaan alami pada sampel ruang kamar tipe standar:

$$\begin{aligned}
 \text{Luas pintu 1} &= 0,90 \text{ m} \times 2,10 \text{ m} = 1,89 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas pintu 2} &= 2,70 \text{ m} \times 2,10 \text{ m} = 5,67 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas jendela (3)} &= \frac{(1,90 \text{ m} \times 1,20 \text{ m}) \times 3}{1} = 6,84 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas total bukaan} &= 14,4 \text{ m}^2 \\
 \text{Luas ruang kamar tipe standar} &= 29 \text{ m}^2 \\
 \text{Rasio luas bukaan} &= \frac{14,4 \text{ m}^2}{29 \text{ m}^2} \times 100 \% = 49,65 \% > 5\%
 \end{aligned}$$

Keterangan:

5% = minimal rasio bukaan berdasarkan SNI 03-6572-2001



Gambar 10. Denah bukaan kamar tipe standar
(Sumber: Analisis Penulis, 2024)

- e) Sistem panggung pada kawasan resort diterapkan pada seluruh bangunan dengan ketinggian berkisar 0,75 m untuk kamar dan 1,2 m bangunan penunjang.



Gambar 11. Sistem panggung pada bangunan
(Sumber: Analisis Penulis ,2024)

- f) Penggunaan material lokal alam sekitar yang tahan terhadap cuaca pada resort yaitu atap sirap, kayu ulin, papan kayu kamper dan deking kayu bengkirai.



Gambar 12. Penggunaan material lokal
(Sumber: Analisis Penulis ,2024)

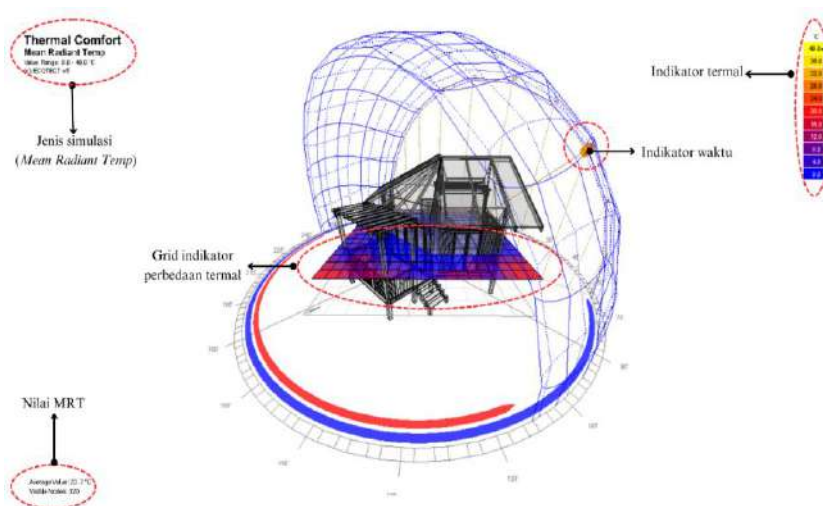
- g) Isolasi radiasi panas dengan menggunakan *sun shading* dengan sistem geser dan *secondary skin* pada selubung luar terutama pada bidang yang terdapat bukaan.



Gambar 13. Isolasi radiasi panas
(Sumber: Analisis Penulis ,2024)

E. Hasil Uji Termal Rancangan

Pengujian hasil rancangan menggunakan aplikasi *Ecotect Analysis* guna mengetahui kenyamanan termal bangunan dalam bentuk nilai *Mean Radiant Temperature* (MRT) dengan satuan derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$). Terdapat tiga (3) kriteria kenyamanan termal berdasarkan SNI 03-6572-2001 yang digunakan dalam analisis hasil simulasi, yaitu: Sejuk nyaman (suhu efektif $20,5^{\circ}\text{C}$ – $22,8^{\circ}\text{C}$); Nyaman optimal (suhu efektif $22,8^{\circ}\text{C}$ – $25,8^{\circ}\text{C}$); dan Hangat nyaman (suhu efektif $25,8^{\circ}\text{C}$ – $27,2^{\circ}\text{C}$).



Gambar 14. Hasil uji termal sampel kamar tipe standar
(Sumber: Analisis Penulis ,2024)

Adapun waktu dan lokasi sebagai acuan untuk perkiraan cuaca pada simulasi sebagai berikut:

1. Lokasi : Malaysia
2. Tanggal : 21 Juni (perkiraan waktu terpanas matahari dalam sepanjang tahun)
3. Waktu : Pagi pukul 10.00; Siang pukul 14.00; Sore pukul 17.00
4. Sampel : Bangunan hunian resort tipe standar, tipe *suite* dan tipe *president suite*

Tabel 3. Hasil uji termal

No.	Bangunan	Waktu simulasi	MRT	$\bar{x}$ MRT	Ket.
1.	Kamar tipe standar	Pukul 10.00	23,7 °C	24,9 °C	Nyaman optimal
		Pukul 14.00	29,0 °C		
		Pukul 17.00	21,9 °C		
2.	Kamar tipe <i>suite</i>	Pukul 10.00	24,7 °C	25,9 °C	Hangat nyaman
		Pukul 14.00	30,9 °C		
		Pukul 17.00	22,3 °C		
3.	Kamar tipe <i>president suite</i>	Pukul 10.00	26,8 °C	26,3 °C	Hangat nyaman
		Pukul 14.00	31,3 °C		
		Pukul 17.00	20,8 °C		

Berdasarkan hasil yang tertera pada tabel 3, pengujian termal pada ketiga sampel bangunan hunian resort termasuk dalam kriteria kenyamanan termal nyaman optimal untuk kamar tipe standar serta hangat nyaman untuk kamar tipe *suite* dan tipe *president suite*. Hasil pengujian termal bangunan berdasarkan ketiga waktu simulasi menunjukkan nilai MRT di luar batas kriteria kenyamanan termal ($> 27,1$ °C) pada waktu siang hari.

4. Kesimpulan

Perancangan resort pada kawasan wisata merupakan salah satu upaya memenuhi kebutuhan akan akomodasi penginapan bagi wisatawan. Pada perancangan ini Riak Beach Resort menerapkan standar resort kelas bintang tiga (***) yang tertera pada Permen Pariwisata dan Ekonomi Kreatif No. PM 53/HM.0011/MPEK/2013. Standar ini digunakan untuk menentukan jumlah kamar, spesifikasi kamar dan fasilitas penunjang apa saja yang wajib tersedia pada kawasan resort. Selain itu, konsep perancangan resort juga dapat dipengaruhi oleh preferensi dari pola kunjungan wisatawan. Resort tepi pantai dirancang

dengan pendekatan arsitektur tropis yang diterapkan baik pada lanskap maupun bangunannya. Penerapan arsitektur tropis pada perancangan ini memiliki tujuan utama yaitu untuk mencapai kenyamanan termal.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terdapat beberapa saran bagi pengelola dan peneliti selanjutnya. Pengelola dapat mengembangkan sisa lahan disekitar dengan menambahkan fasilitas dan atraksi lainnya agar wisata pantai corong terus berkembang dan semakin diminati pengunjung. Kemudian, untuk peneliti selanjutnya dapat mendesain area sekitar resort dengan konsep baru namun tetap menyelaraskan konsep resort yang sudah ada.

5. Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. (2001). *SNI 03-6572-2001 Tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Peraturan Daerah Kabupaten Penajam Paser Utara Nomor 6 Tahun 2022 Tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Daerah Tahun 2022-2027.
- Peraturan Menteri Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Republik Indonesia Nomor PM.53/HM.001/MPEK/2013 Tentang Standar Usaha Hotel.
- Undang-Undang No. 10 Tahun 2009 Tentang Kepariwisata.
- Boekoesoe, B., Syukri, M. R., & Djailani, Z. A. (2023). *Penerapan arsitektur tropis pada hotel resort di kawasan pantai pohon cinta*. 5(1), 87–91.
- Ghani, Y. A. (2017). Pengembangan Sarana Prasarana Destinasi Pariwisata Berbasis Budaya di Jawa Barat. *Jurnal Pariwisata*, IV(1). <https://doi.org/10.31294/khi.v9i1.3604>
- Gufon, O. M., Sasmito, A., & S, M. M. (2015). Perancangan Kawasan Wisata Pantai di Jepara. *Journal of Architecture*, 1
- Halawa, U. N., Sinabariba, D., & Sihombing, S. B. (2019). *Resort Tepi Pantai Nias Selatan*. 12(01), 80–93.
- Marrallyn, M., & Kurniasih, S. (2018). Hotel Resort Di Pantai Sindangkerta. *Merry Marralya Sri Kurniasih*, 1(April 2018), 26–33.
- Suwarti, & Krisnawati, H. (2019). *Peningkatan Jumlah Kunjungan Wisatawan Sebagai Daya Tarik Wisata Pantai Marina Semarang Guna Mendukung Kesejahteraan Masyarakat*. 12(2), 43–49.

Analisis Konstruksi Beton Pada Pembangunan Masjid Negara IKN: Tantangan, Strategi, dan Implikasi Arsitektural

Anisah Azizah¹⁾, Indra Ariani²⁾, Azlia Atikah Astami¹⁾, Gina Yeza Amalia¹⁾, Alfariji¹⁾, Rizky Anugrah¹⁾

¹⁾ Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman

²⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
e-mail: anisahazizah@ft.unmul.ac.id

ABSTRAK

Pembangunan Masjid Negara di Ibu Kota Nusantara (IKN) merupakan proyek strategis nasional yang menghadapi tantangan kompleks, terutama kondisi tanah lunak dan gambut serta iklim tropis basah dengan curah hujan dan kelembapan tinggi. Tantangan tersebut menuntut penerapan sistem struktur dan material beton yang memiliki kekuatan serta durabilitas tinggi. Penelitian ini bertujuan menganalisis konstruksi beton pada pembangunan Masjid Negara IKN dengan fokus pada tantangan teknis, strategi penerapan *High Performance Concrete* (HPC), serta implikasinya terhadap desain arsitektural. Metode yang digunakan adalah pendekatan kualitatif deskriptif melalui studi pustaka, analisis dokumen teknis proyek, standar nasional, dan literatur ilmiah terkait teknologi beton dan arsitektur tropis. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan HPC dengan bahan tambahan mineral mampu meningkatkan kekuatan, menurunkan porositas, serta memperbaiki ketahanan beton terhadap lingkungan agresif. Selain itu, pemanfaatan BIM dan sistem manajemen mutu konstruksi berperan penting dalam menjaga kualitas pelaksanaan. Secara arsitektural, penggunaan beton berkinerja tinggi mendukung penciptaan ruang bentang lebar, struktur monumental, serta prinsip keberlanjutan. Studi ini menegaskan bahwa integrasi inovasi material, sistem struktur, dan pendekatan arsitektur berkelanjutan menjadi kunci keberhasilan pembangunan Masjid Negara IKN dan dapat menjadi referensi bagi proyek bangunan publik di wilayah tropis.

Kata Kunci: konstruksi beton, *High Performance Concrete*, Masjid Negara IKN, daya tahan, arsitektur berkelanjutan, HPC.

ABSTRACT

The construction of the State Mosque in Indonesia's new capital city, Ibu Kota Nusantara (IKN), is a national strategic project that faces complex challenges, particularly soft and peat soil conditions and a humid tropical climate with high rainfall. These conditions require structural systems and concrete materials with high strength and durability. This study aims to analyze concrete construction in the State Mosque project, focusing on technical challenges, the application strategy of High Performance Concrete (HPC), and its architectural implications. A qualitative descriptive approach was employed through literature review, analysis of project technical documents, national standards, and relevant scientific publications on concrete technology and tropical architecture. The results indicate that the use of HPC with mineral admixtures significantly improves concrete strength, reduces porosity, and enhances resistance to aggressive environmental conditions. The application of Building Information Modelling (BIM) and a comprehensive construction quality management system also plays a crucial role in ensuring construction performance. From an architectural perspective, high-performance concrete supports large-span spaces, monumental structures, and sustainable design principles. This study highlights that the integration of material innovation, structural systems, and sustainable architectural approaches is essential for the success of the State Mosque project and provides valuable references for future public building developments in tropical regions.

Keyword: concrete construction, *High Performance Concrete*, National Mosque of the Indonesian Capital City (IKN), durability, sustainable architecture, HPC.

1. Pendahuluan

Pembangunan Masjid Negara di Ibu Kota Nusantara (IKN) merupakan proyek strategis nasional yang dirancang sebagai simbol negara sekaligus pusat kegiatan ibadah umat Muslim. Sebagai bangunan monumental, masjid ini tidak hanya dituntut memenuhi fungsi religius dan simbolik, tetapi juga harus memiliki ketahanan struktural jangka panjang serta mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan. Lokasi IKN di Kalimantan Timur menghadirkan tantangan lingkungan yang kompleks, seperti iklim tropis basah dengan curah hujan dan kelembapan tinggi serta kondisi tanah lunak dan gambut, yang secara langsung memengaruhi kinerja material dan sistem struktur bangunan.

Kondisi tanah gambut dan tanah lunak memiliki daya dukung rendah dan tingkat deformasi tinggi, sehingga berpotensi menimbulkan penurunan diferensial pada struktur apabila sistem pondasi tidak dirancang secara tepat (Bowles, 1996; Das, 2011). Hardiyatmo (2010) menegaskan bahwa pada tanah lunak, beban bangunan harus dialihkan ke lapisan tanah yang lebih stabil melalui sistem pondasi dalam, seperti bored pile atau mini pile. Dalam konteks Masjid Negara IKN, keberhasilan sistem pondasi tersebut sangat bergantung pada perilaku material struktur atas, khususnya beton yang digunakan untuk menyalurkan beban secara merata.

Beton bertulang merupakan material struktur yang paling banyak digunakan dalam proyek-proyek besar di Indonesia karena ketersediaan material, kemudahan pelaksanaan, dan kemampuan menahan beban tekan yang tinggi. Namun, beton konvensional sering menunjukkan keterbatasan durabilitas pada lingkungan agresif, terutama di daerah dengan kelembapan tinggi, tanah gambut, dan potensi serangan kimia, yang dapat mempercepat proses korosi tulangan dan degradasi beton (Putra et al., 2018). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa beton dengan mutu lebih rendah memiliki porositas lebih tinggi, sehingga lebih rentan terhadap penetrasi air dan zat agresif dari lingkungan gambut.

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penggunaan *High Performance Concrete* (HPC) menjadi alternatif yang relevan. HPC didefinisikan sebagai beton yang dirancang untuk memiliki kekuatan mekanik tinggi, permeabilitas rendah, dan durabilitas yang lebih baik dibanding beton konvensional, melalui pengendalian komposisi material dan penggunaan bahan tambah tertentu (Simanjuntak, 2019). Beton berkinerja tinggi terbukti lebih tahan terhadap lingkungan agresif, termasuk lingkungan laut dan kondisi lembap ekstrem, sehingga sesuai untuk bangunan monumental di wilayah tropis (Rahman & Iskandar, 2021).

Selain meningkatkan ketahanan struktural, HPC juga memungkinkan pencapaian bentang struktur yang lebih besar dengan dimensi elemen yang lebih ramping. Hal ini menjadi sangat penting dalam desain Masjid Negara IKN yang mengusung ruang salat luas tanpa kolom tengah, kubah berdiameter besar, dan ruang interior yang terbuka. Tristante (2017) menjelaskan bahwa beton mutu tinggi banyak diterapkan pada struktur bentang besar karena kemampuannya menahan beban tinggi dengan deformasi yang lebih terkendali.

Dari sudut pandang arsitektur, penggunaan HPC tidak hanya berfungsi secara struktural tetapi juga berperan sebagai elemen ekspresi desain. Beton dapat diekspos sebagai elemen estetis dengan tekstur alami, sekaligus berfungsi sebagai massa termal yang membantu menstabilkan suhu ruang dalam bangunan tropis (Mehta & Monteiro, 2014). Pendekatan ini sejalan dengan prinsip arsitektur tropis dan berkelanjutan, yang menekankan respons bangunan terhadap iklim melalui material, bentuk, dan konfigurasi ruang (Hyde, 2008; Szokolay, 2014).

Dari sisi regulasi, perencanaan dan pelaksanaan struktur beton pada Masjid Negara IKN harus mematuhi SNI 2847:2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung serta SNI 1726:2019 tentang ketahanan gempa. Kepatuhan terhadap standar ini memastikan bahwa bangunan tidak hanya memenuhi aspek estetika dan simbolik, tetapi juga aman, andal, dan berumur panjang sesuai dengan tuntutan bangunan negara.

Secara keseluruhan, pembangunan Masjid Negara di IKN merupakan studi kasus penting yang menunjukkan keterkaitan erat antara tantangan lingkungan tropis, inovasi teknologi beton, sistem pondasi pada tanah lunak, dan ekspresi arsitektur monumental. Penerapan *High Performance Concrete* (HPC) dalam proyek ini memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan durabilitas struktur, fleksibilitas desain arsitektur, serta keberlanjutan bangunan,

sehingga dapat menjadi referensi penting bagi pengembangan arsitektur dan teknologi konstruksi di Indonesia pada masa depan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif, dengan tujuan untuk memahami secara mendalam fenomena yang berkaitan dengan pemanfaatan beton pada pembangunan Masjid Negara di Ibu Kota Nusantara (IKN). Pendekatan ini dipilih karena mampu menjelaskan konteks, proses, serta makna yang muncul dari praktik konstruksi di lapangan secara komprehensif.

A. Perancangan dan Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kualitatif-deskriptif, dengan teknik utama yang berupa studi pustaka. Proses ini terdiri dari pencarian dan analisis sumber ilmiah terbaru (2019– 2024) yang relevan dengan teknologi *High Performance Concrete* (HPC), seperti buku *Advances in Sustainable Concrete System* yang ditulis oleh Ling, Fu, dan Taylor (2022) serta *Innovations in Durability of Sustainable Concrete Materials* oleh Taffese dan Nunes (2023). Selain itu, artikel ilmiah dari penulis nasional seperti Hasanta, Joewono, dan Hartanti (2024) serta Indriyantho, Purwanto, dan Riko (2023) juga menjadi referensi penting dalam memahami inovasi material beton di Indonesia. Proses penelitian dilakukan melalui tahapan: (1) menentukan masalah yang ada dalam konstruksi beton di daerah tropis, (2) mengumpulkan data sekunder tentang spesifikasi teknis proyek Masjid Negara IKN, dan (3) melakukan analisis deskriptif serta komparatif antara teori dan praktik dalam proyek tersebut.

B. Jenis Data dan Teknik Analisis

Penelitian ini menggunakan data sekunder, yang mencakup literatur akademis, laporan resmi dari Kementerian PUPR (2023), serta dokumen standar teknis nasional, seperti SNI 2847:2019 mengenai Persyaratan Beton Struktural, SNI 1726:2019 yang berhubungan dengan Ketahanan Gempa, dan Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021 tentang Bangunan Gedung. Analisis dilakukan dengan cara tematik dan komparatif dengan mengelompokkan data ke dalam tiga elemen utama: tantangan teknis, strategi penerapan HPC, dan konsekuensi arsitektural. Keabsahan penelitian ini dipastikan melalui triangulasi sumber, yakni dengan membandingkan teori ilmiah (seperti yang diajukan oleh Ling et al., 2022, dan Taffese serta Nunes, 2023) dengan dokumen teknis nasional (BSN, 2019). Metode ini menjamin bahwa hasil kajian memiliki konsistensi ilmiah dan relevansi praktis terhadap situasi proyek yang sebenarnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini membahas data konkret dari proyek serta analisis mengenai penerapan konstruksi beton dalam pembangunan Masjid Negara Ibu Kota Nusantara (IKN). Data yang disajikan mencakup ukuran bangunan, kapasitas, serta fitur arsitektural utama yang menjadi fokus kajian struktur dan material.

A. Data Teknis dan Gambaran Umum Proyek

Pembangunan Masjid Negara di Ibu Kota Nusantara (IKN) adalah bagian dari proyek besar nasional yang berfungsi sebagai simbol arsitektur keagamaan dan kebangkitan budaya Islam di Indonesia. Memiliki luas bangunan utama sebesar 61. 596 meter persegi, masjid ini didirikan di atas area seluas 32. 125 meter persegi di pusat pemerintahan. Kompleks masjid dirancang untuk menampung lebih dari 61. 000 orang, menjadikannya salah satu masjid terbesar di kawasan Asia Tenggara. Dalam hal perencanaan, kompleks Masjid Negara IKN terdiri dari beberapa elemen penting: bangunan utama untuk beribadah, menara setinggi 99 meter yang melambangkan Asmaul Husna, kubah yang terinspirasi dari bentuk serban dan galaksi, bangunan komersial dua lantai seluas 2. 212 m², bangunan pendukung seluas 727 m², serta plaza

terbuka dan ruang lanskap hijau yang berfungsi sebagai area publik dan transisi. Setiap elemen dirancang dengan mempertimbangkan prinsip keberlanjutan, baik dalam aspek struktur, utilitas, maupun energi. Secara makro, masjid ini tidak hanya berfungsi sebagai tempat ibadah, tetapi juga sebagai pusat interaksi sosial, pendidikan, dan ekonomi bagi umat, sesuai dengan peran masjid dalam sejarah Islam. Kehadiran ruang-ruang tambahan seperti area komersial, ruang belajar, dan plaza publik mencerminkan pendekatan arsitektur integratif, di mana ruang spiritual terhubung dengan ruang sosial dan ekonomi. Pada sisi mikro, desain arsitektur masjid mengedepankan konsep tropis pasif dengan memanfaatkan ventilasi alami, pencahayaan alami, dan penggunaan bahan lokal untuk mengurangi jejak karbon. Dengan menggabungkan struktur beton berteknologi tinggi dan prinsip arsitektur tropis, Masjid Negara IKN menjadi simbol pertemuan antara teknologi, budaya, dan alam.

Tabel 1. Data Fisik Masjid Negara IKN

Komponen Bangunan	Luas/Tinggi	Keterangan
Bangunan Utama Masjid	61.596 m ²	Area ruang ibadah utama dan mezzanine
Lahan	32.125	Sekitar 3,2 hektar
Kapasitas Jamaah	61.317-61.292 orang	Kapasitas maksimum saat shalat berjamaah besar
Bangunan Komersial	2.212 m ² (2 lantai)	Area penunjang ekonomi umat Ruang administrasi
Bangunan Penunjang	727 m ² (2 lantai)	Fasilitas umum
Menara (Minaret)	99 m	Melambungkan 99 Asmaul Husnah

B. Tantangan Konstruksi Beton

Pembangunan Masjid Negara di Ibu Kota Nusantara (IKN) adalah salah satu proyek infrastruktur religius yang paling besar dan rumit di Indonesia dalam sepuluh tahun terakhir. Penggunaan beton dalam konstruksi pada proyek ini menghadapi sejumlah tantangan yang kompleks, tidak hanya dari aspek teknis tetapi juga terkait dengan faktor geoteknik, iklim tropis, manajemen proyek, serta kondisi logistik yang unik di Kalimantan Timur.

1. Tantangan Geoteknik dan Kondisi Tanah

Dari segi geoteknik, lokasi masjid berada di area dengan jenis tanah lempung dan gambut, yang diketahui memiliki kekuatan dukung yang rendah, plastisitas yang tinggi, dan kadar air yang tinggi. Tanah dengan karakteristik seperti ini sangat rentan terhadap penurunan yang tidak merata, yang dapat menyebabkan deformasi pada bangunan dan berpotensi menyebabkan keretakan pada beton serta ketidakstabilan fondasi dalam jangka panjang.

Untuk mengatasi masalah ini, tim perencana melakukan analisis geoteknik yang mendalam, termasuk uji Standard Penetration Test (SPT), Cone Penetration Test (CPT), serta pemeriksaan laboratorium untuk menilai kandungan organik tanah. Berdasarkan hasil analisis tersebut, diterapkan sistem fondasi dalam dengan bentuk bored pile beton bertulang untuk menjamin beban dari struktur utama dapat diteruskan ke lapisan tanah yang lebih keras di kedalaman yang ditentukan. Selain itu, dilakukan perbaikan tanah menggunakan metode drainase vertikal prefabrikasi (PVD) dan preloading untuk mempercepat konsolidasi tanah yang lunak sebelum fase konstruksi dimulai.

2. Tantangan Iklim Tropis dan Lingkungan

Iklim tropis di Kalimantan Timur menjadi tantangan kedua yang penting. Area ini mengalami curah hujan tahunan rata-rata lebih dari 2.000 mm dan kelembapan udara

yang sangat tinggi, berkisar antara 70–90% sepanjang tahun. Hal ini meningkatkan risiko korosi pada tulangan baja, retakan akibat variasi suhu ekstrem, serta reaksi alkali-silikat (ASR) yang dapat mempercepat penurunan kualitas beton. Kelembapan yang tinggi juga memperlambat proses penguapan air dalam campuran beton, sehingga waktu pengikatan menjadi lebih lama dan meningkatkan risiko segregasi jika rasio air tidak dikelola dengan baik.

Untuk mengatasi hal tersebut, tim konstruksi menggunakan teknologi *High Performance Concrete* (HPC) dengan kekuatan tekan lebih dari 60 MPa. Campuran beton ini dirancang dengan bahan tambahan mineral seperti fly ash, silica fume, dan slag yang berfungsi mengurangi porositas, meningkatkan ketahanan terhadap penetrasi air, dan memperpanjang umur bangunan. Selain bahan mineral, ditambahkan juga aditif kimia superplasticizer dan retarder untuk meningkatkan sifat kerja beton tanpa menambah kadar air dan mengatur waktu pengeringan sesuai dengan kondisi cuaca di lapangan.

3. Tantangan Teknis dan Kualitas Material

Secara teknis, pencapaian kualitas beton yang tinggi tidak hanya bergantung pada material campuran, tetapi juga pada konsistensi dalam proses pencampuran, transportasi, dan pengecoran. Karena lokasi proyek cukup jauh dari pusat produksi, pengadaan material seperti semen, agregat, dan bahan tambahan harus direncanakan dengan teliti. Keterlambatan dalam pengiriman material dapat mengubah komposisi water-cement ratio, yang berdampak langsung pada kekuatan beton.

Untuk mengurangi risiko tersebut, diterapkan sistem pasokan material berbasis kontrak jangka panjang dan pengawasan kualitas yang ketat pada setiap batch produk di batching plant. Selama pelaksanaan, pengujian kualitas dilakukan secara rutin, meliputi uji kuat tekan, uji kelecakan, pengujian suhu beton segar, serta pemantauan proses curing di lokasi. Penerapan sistem Manajemen Mutu Konstruksi berlandaskan pada SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019 menjamin bahwa setiap tahap pekerjaan sesuai dengan ketentuan mengenai kekuatan, ketahanan, dan keamanan struktur terhadap guncangan gempa. Selain itu, dilakukan pemantauan visual serta pemeriksaan ultrasonik (NDT - Non-Destructive Test) untuk mengidentifikasi kemungkinan retakan awal atau kekosongan pada hasil pengecoran, sehingga tindakan perbaikan bisa dilakukan dengan lebih cepat.

4. Tantangan Logistik dan Koordinasi Manajerial

Aspek logistik serta pengaturan proyek menjadi tantangan tersendiri karena lokasi pembangunan terletak di area baru yang masih dalam proses pengembangan infrastruktur dasar. Keterbatasan akses transportasi menuju lokasi, khususnya saat musim hujan, dapat mengganggu pengiriman beton segar. Untuk mengatasi hal ini, diterapkan sistem Pengiriman Tepat Waktu, di mana beton dikirim langsung dari pabrik pencampuran ke lokasi pengecoran sesuai rencana, dengan pemantauan ketat terhadap suhu dan waktu perjalanan. Pendekatan ini penting untuk menjaga kualitas beton agar tidak mengeras sebelum dituangkan ke dalam cetakan.

Selain tantangan logistik, aspek manajerial juga dihadapkan pada kompleksitas koordinasi antar berbagai disiplin antara kontraktor utama, subkontraktor, konsultan pengawas, serta tim ahli struktur dan arsitek. Untuk meminimalkan kemungkinan miskomunikasi, diterapkan sistem komunikasi berbasis digital dengan menggunakan Building Information Modelling (BIM). Dengan BIM, setiap perubahan desain, volume beton, dan jadwal pengecoran dapat diperbarui secara real-time dan diakses oleh seluruh anggota tim proyek. Hal ini meningkatkan transparansi, mempercepat proses pengambilan keputusan, serta mengurangi potensi kesalahan saat pelaksanaan di lapangan.

5. Tantangan Keberlanjutan dan Lingkungan

Di samping aspek teknis dan manajerial, proyek ini juga menghadapi tantangan dalam usaha memastikan bahwa proses konstruksi tetap berorientasi pada lingkungan. Sebagai bagian dari visi IKN untuk menjadi kota berkelanjutan, pembangunan Masjid Negara dituntut untuk meminimalkan dampak terhadap lingkungan. Oleh karena itu, diterapkan konsep Green Concrete, yakni penggunaan campuran beton yang mengurangi emisi karbon hingga 25% dibandingkan beton biasa. Air limbah dari pencucian beton dan material agregat yang tidak terpakai diproses ulang untuk digunakan dalam proyek selanjutnya, sesuai prinsip Circular Construction Economy. Upaya ini menunjukkan bahwa tantangan dalam konstruksi tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga terkait dengan tanggung jawab sosial dan lingkungan. Melalui kombinasi inovasi teknologi, manajemen logistik yang efisien, serta komitmen terhadap keberlanjutan, proyek Masjid Negara IKN berhasil mengubah tantangan menjadi peluang untuk menetapkan standar baru dalam praktik konstruksi beton nasional.

C. Strategi Penerapan dan Inovasi Beton

Dalam rangka pembangunan Masjid Negara di Ibu Kota Nusantara (IKN) yang merupakan proyek nasional, strategi penggunaan beton tidak hanya memperhatikan kekuatan material, tetapi juga meliputi pengelolaan, pengawasan kualitas, efisiensi pelaksanaan, serta aspek lingkungan yang berkelanjutan. Keberhasilan proyek ini bergantung pada kerjasama yang kuat antara arsitek, insinyur struktur, spesialis material, dan tim pelaksana lapangan, yang beroperasi dalam sistem yang terintegrasi untuk menghasilkan konstruksi yang presisi dan awet. Langkah awal dalam strategi penerapan dimulai dengan pemilihan jenis beton yang cocok untuk iklim tropis dan beban yang akan ditanggung oleh masjid. Beton yang digunakan termasuk dalam kategori *High Performance Concrete* (HPC), dengan daya tekan antara 60–80 MPa. Campuran ini memanfaatkan bahan tambahan seperti fly ash, silica fume, dan ground granulated blast furnace slag (GGBFS), yang bertujuan untuk memperbaiki mikrostruktur beton, mengurangi porositas, serta meningkatkan ketahanan terhadap air dan ion klorida. Penggunaan bahan tersebut tidak hanya memperpanjang umur beton, tetapi juga membantu menurunkan emisi karbon karena sebagian semen portland diganti dengan material limbah industri yang lebih ramah lingkungan.

Dalam hal pelaksanaan, salah satu inovasi yang signifikan adalah penggunaan sistem precast concrete untuk elemen-elemen non-struktural seperti panel dinding, lantai, dan tangga. Sistem pracetak ini memiliki beberapa keuntungan, termasuk menghemat waktu konstruksi, mengurangi limbah di lokasi, serta meminimalkan ketergantungan pada cuaca. Produksi elemen pracetak dilakukan di fasilitas terpisah dengan pengendalian kualitas yang ketat, sehingga komponen yang dihasilkan memiliki dimensi yang sangat akurat dan permukaan yang lebih baik. Sementara untuk elemen utama seperti kubah dan menara, diterapkan metode cast-in-place concrete menggunakan teknologi slipform. Metode ini memungkinkan proses pengecoran dilakukan secara vertikal dan terus-menerus, sehingga menghasilkan sambungan beton yang lebih konsisten tanpa retakan sambung (cold joint). Penggunaan teknologi ini sangat vital untuk struktur kubah dan menara yang tinggi, di mana kekuatan sambungan dan stabilitas vertikal merupakan faktor kunci untuk keamanan bangunan. Dalam tahap perencanaan dan koordinasi teknis, teknologi Building Information Modelling (BIM) digunakan sebagai alat utama untuk mendukung pengambilan keputusan. BIM tidak hanya berfungsi sebagai model tiga dimensi, melainkan juga sebagai sistem manajemen data proyek yang terintegrasi, mencakup informasi tentang jenis material, jadwal pekerjaan, volume kegiatan, serta pengawasan kualitas beton di setiap fase. Dengan BIM, kolaborasi antara disiplin arsitektur, struktur, dan utilitas dapat terjadi secara langsung, sehingga mengurangi kesalahan komunikasi dan mempermudah proses kontrol di lapangan.

Penerapan BIM juga memberikan keuntungan strategis dalam efisiensi proyek. Melalui simulasi digital, tim proyek bisa memprediksi risiko teknis seperti retak akibat suhu, pergeseran dimensi, dan penurunan kualitas beton akibat cuaca ekstrem, bahkan sebelum fase fisik dimulai. Hasil dari simulasi ini kemudian dimanfaatkan untuk menyesuaikan desain campuran beton, jadwal pengecoran, serta rencana perawatan agar hasil akhir memenuhi standar yang diinginkan.

Aspek keberlanjutan menjadi elemen penting dalam strategi pembangunan Masjid Negara IKN. Pemilihan beton rendah karbon merupakan langkah nyata menuju pembangunan yang lebih ramah lingkungan. Penggunaan fly ash sebagai pengganti sebagian semen portland dapat mengurangi emisi gas rumah kaca hingga 15–25%, sambil juga mengurangi limbah dari industri batu bara yang dapat mencemari lingkungan. Selain itu, penerapan prinsip Ekonomi Konstruksi Sirkular dilakukan dengan memanfaatkan kembali bahan-bahan sisa seperti potongan baja tulangan, sisa agregat, dan air sisa pencucian beton untuk digunakan kembali dalam proses produksi. Dari segi logistik, strategi pengiriman material beton dilakukan secara terjadwal dan terencana untuk menjaga kualitas beton yang baru dicampur.

Proyek ini menerapkan sistem Just-in-Time Delivery, yang memastikan pengiriman beton dari batching plant ke lokasi pengecoran dilakukan dalam waktu yang sangat singkat. Dengan sistem ini, waktu pengaturan beton tetap terjaga, risiko pemisahan material dapat diminimalkan, dan kualitas campuran tetap sesuai dengan spesifikasi. Selain itu, proyek juga memperhatikan aspek keselamatan kerja dalam penggunaan teknologi beton. Pemakaian alat pengangkat dan pengecoran vertikal diawasi secara ketat untuk mencegah terjadinya kecelakaan, sementara pelatihan rutin diberikan kepada pekerja agar setiap langkah dilaksanakan sesuai dengan prosedur yang berlaku. Secara keseluruhan, strategi penerapan dan inovasi beton di Masjid Negara IKN menunjukkan bahwa pembangunan masjid modern tidak hanya berfokus pada kekuatan struktur, tetapi juga pada kolaborasi antara bahan, teknologi, dan manusia dalam sebuah sistem yang efisien serta berkelanjutan. Dengan menggabungkan *High Performance Concrete* (HPC), Building Information Modelling (BIM), dan prinsip konstruksi ramah lingkungan, proyek ini menjadi bukti bahwa teknologi inovatif dapat sejalan dengan nilai spiritual serta keberlanjutan. Dengan demikian, Masjid Negara IKN bukan sekadar karya arsitektur yang monumental, tetapi juga simbol kemajuan pengetahuan dan kesadaran lingkungan dalam praktik pembangunan nasional.

D. Evaluasi Manajemen Kualitas dan Pengawasan Konstruksi Beton

Pada proyek berskala besar seperti pembangunan Masjid Negara Ibu Kota Nusantara (IKN), keberhasilan tidak hanya ditentukan oleh estetika desain atau kekuatan struktur, tetapi juga oleh sejauh mana mutu konstruksi bisa dipertahankan secara berkelanjutan dari tahap awal hingga selesai. Pengendalian mutu menjadi unsur yang sangat penting karena kesalahan sekecil apapun dalam proses pelaksanaan beton dapat berpengaruh signifikan terhadap umur pakai dan keamanan bangunan.

Sistem manajemen mutu konstruksi yang diterapkan dalam proyek ini mengintegrasikan dua pendekatan utama: Quality Control (QC) dan Quality Assurance (QA). QC terfokus pada aktivitas di lapangan, termasuk pengujian bahan, pengawasan proses pengecoran, serta pemantauan kondisi cuaca dan suhu beton selama proses pengerasan. Sementara itu, QA bertanggung jawab dalam aspek perencanaan dan dokumentasi, memastikan bahwa seluruh spesifikasi, metode pelaksanaan, serta bahan-bahan yang digunakan sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam SNI 2847:2019 dan SNI 7656:2012.

Selama pelaksanaan konstruksi, pengujian mutu dilakukan secara rutin di laboratorium yang independen. Pengujian ini mencakup uji kuat tekan, slump test untuk mengawasi kelecakan beton, serta pengujian terkait kandungan air dan suhu beton. Proses ini sangat penting untuk memastikan stabilitas campuran beton, terutama mengingat kondisi iklim tropis di Kalimantan Timur yang bisa menyebabkan fluktuasi suhu dan kelembapan yang ekstrem. Pengawasan di lapangan yang konsisten terbukti efektif dalam mengurangi kemungkinan terjadinya retak dini dan memastikan bahwa proses pengerasan berjalan dengan baik.

Selain pengujian fisik, proyek ini juga memanfaatkan teknologi digital lewat sistem Building Information Modelling (BIM). Teknologi ini memungkinkan semua pihak baik perencana, kontraktor, maupun pengawas untuk memantau perkembangan proyek secara langsung. Dengan BIM, setiap elemen dari struktur bisa dimodelkan dalam bentuk tiga dimensi, disertai dengan informasi teknis seperti ketahanan material, volume beton, dan hasil pengujian di

lapangan. Data tersebut dapat diakses oleh semua anggota tim, sehingga komunikasi antar departemen menjadi lebih terbuka dan efisien.

Dalam hal logistik, pengelolaan material beton dilakukan dengan prinsip Just-in-Time Delivery System, yang memastikan beton segar dikirim dan digunakan sesuai dengan jadwal pengecoran. Sistem ini esensial untuk menjaga mutu beton, mencegah setting time yang terlalu cepat, serta menghindari segregasi. Untuk pengecoran kubah utama, metode slipform diterapkan agar pengecoran bisa dilakukan secara terus-menerus dengan akurasi tinggi, sehingga menjamin sambungan beton yang lebih kuat dan rapat. Koordinasi antara kontraktor, konsultan pengawas, dan tim lapangan berlangsung setiap hari melalui rapat teknis singkat, untuk membahas kondisi cuaca, kemajuan pekerjaan, serta masalah yang muncul. Pendekatan ini menunjukkan bahwa pengendalian mutu bukan hanya berkaitan dengan prosedur teknis, tetapi juga mencerminkan budaya kerja yang penting dalam hal disiplin, tanggung jawab, dan komunikasi yang terbuka.

Secara keseluruhan, strategi manajemen mutu yang diterapkan dalam proyek Masjid Negara IKN membuktikan bahwa pengawasan yang efektif bisa menjembatani kesenjangan antara perencanaan di atas kertas dan realitas di lapangan. Kombinasi antara pengujian teknis, sistem digital, dan manajemen kolaboratif merupakan faktor kunci dalam menjaga konsistensi kualitas beton berperforma tinggi yang digunakan di proyek ini. Pendekatan ini diharapkan dapat menjadi standar baru untuk proyek-proyek publik di Indonesia yang membutuhkan ketepatan, ketahanan, dan efisiensi yang tinggi.

4. Kesimpulan

Studi mengenai konstruksi beton dalam pembangunan Masjid Negara IKN menunjukkan bahwa keberhasilan proyek ini terikat pada kerjasama antara inovasi dalam material, metode konstruksi, dan penerapan prinsip arsitektur berkelanjutan. Tantangan signifikan seperti tanah yang lembek, curah hujan yang tinggi, dan kebutuhan akan arsitektur yang megah berhasil diatasi dengan pemanfaatan *High Performance Concrete* (HPC) yang diperkaya dengan bahan tambahan mineral, seperti fly ash dan silica fume. Dari segi teknis, HPC meningkatkan daya tahan, kedap air, serta ketahanan terhadap fluktuasi suhu dan korosi, sehingga struktur bangunan mampu bertahan dalam keadaan lingkungan yang ekstrem. Secara strategis, penerapan standar SNI 2847:2019, SNI 1726:2019, dan pengawasan kualitas yang berbasis laboratorium memastikan bahwa kualitas beton mencapai standar nasional.

Pendekatan manajerial yang canggih, seperti penggunaan BIM dan sistem precast, mempercepat proses pembangunan tanpa mengorbankan kualitas dan nilai estetis. Dalam konteks arsitektur, teknologi beton mendukung pembuatan ruang yang luas dan tanpa kolom, serta struktur monumental, tetap dengan memperhatikan efisiensi energi. Kolaborasi antara material, struktur, dan desain menciptakan ruang spiritual yang mencerminkan makna religius dan menampilkan kemajuan teknik konstruksi di negara ini. Oleh karena itu, Masjid Negara IKN dapat dianggap sebagai contoh arsitektur berkelanjutan tingkat nasional yang menggabungkan nilai-nilai religius, inovasi dalam teknologi beton, dan strategi pembangunan yang cerdas di iklim tropis. Keberhasilan ini menginspirasi perkembangan infrastruktur publik di masa mendatang di Indonesia, terutama bagi proyek yang memerlukan keseimbangan antara ketahanan struktural, estetika, dan tanggung jawab terhadap lingkungan.

5. Daftar Pustaka

- Awaluddin, M., & Prabowo, T. (2020). Implikasi kondisi iklim tropis terhadap masa pakai beton kualitas tinggi. *Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan*, 6(3), 215–223.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019a). SNI 1726:2019: Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung. Badan Standardisasi Nasional.

- Badan Standardisasi Nasional. (2019b). SNI 2847:2019: Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung. Badan Standardisasi Nasional.
- Bowles, J. E. (1996). *Foundation analysis and design* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Das, B. M. (2011). *Principles of foundation engineering* (7th ed.). Cengage Learning.
- Hardiyatmo, H. C. (2010). *Analisis dan perancangan pondasi II*. Gadjah Mada University Press.
- Hasanta, R., Dewi, S., & Putri, A. (2024). Analisis ketahanan beton kinerja tinggi menggunakan silika fume dan fly ash di iklim tropis. *Jurnal Teknik Sipil dan Material Konstruksi*, 10(2), 155–167.
- Hyde, R. (2008). *Bioclimatic housing: Innovative designs for warm climates*. Earthscan.
- Indriyantho, B., Hadi, D., & Kusuma, F. (2023). Riset penerapan beton kinerja tinggi pada struktur gedung bertingkat di Indonesia. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 9(1), 77–88.
- Ling, Y., Fu, C., Zhang, P., & Taylor, P. (2022). *Advances in sustainable concrete systems*. Springer Nature.
- Mehta, P. K., & Monteiro, P. J. M. (2014). *Concrete: Microstructure, properties, and materials* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2021 tentang Bangunan Gedung. Sekretariat Negara.
- Putra, A. W., Nugraha, P., & Suryani, D. (2018). Pengaruh lingkungan gambut terhadap kuat tekan dan durabilitas beton. *Jurnal Teknik*, 12(1), 45–53. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/teknik/article/view/3882>
- Rahman, A., & Iskandar, R. (2021). Durabilitas beton mutu tinggi terhadap lingkungan agresif laut. *KOHESI: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 12–22. <https://ejournal.cibinstitute.com/index.php/kohesi/article/view/421>
- Rosyidi, D. H., & Sulton, M. (2022). Ketahanan beton dengan agregat ringan berbasis fly ash di daerah tropis. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 13(1), 11–17.
- Schodek, D. L., Bechthold, M., & Griggs, K. (2019). *Structures* (7th ed.). Pearson Education.
- Simanjuntak, P. (2019). Pengembangan teknologi beton kinerja tinggi yang berkelanjutan. *CENTECH: Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(2), 65–74. <https://doi.org/10.21063/CENTECH.v1i2.4816>
- Szokolay, S. V. (2014). *Introduction to architectural science: The basis of sustainable design* (3rd ed.). Routledge.
- Taffese, W. Z., & Nunes, P. (2023). *Innovations in sustainable concrete material durability*. Elsevier.
- Tiorivaldi, T., & Abriantoro, A. P. (2023). Penelitian eksperimental beton self-compacting fly ash volume tinggi dengan penambahan silika fume. *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil*, 7(2), 80–91.
- Tristanto, L. (2017). Beton mutu tinggi untuk komponen jembatan pracetak. *Jurnal Jalan Jembatan*, 34(2), 87–96. <https://binamarga.pu.go.id/jurnal/index.php/jurnaljalanjembatan/article/view/879>
- Wang, L., Tang, S., Chen, T., Li, W., & Gunasekara, C. (2022). Sustainable hydraulic high-performance concrete. *Sustainability*, 14(2), Article 695. <https://doi.org/10.3390/su14020695>
- Yeang, K. (2017). *Ecodesign: A manual for ecological design*. Wiley.

Redesain Kantor Dinas PUPR-PERA Bidang Cipta Karya Provinsi Kalimantan Timur dengan Konsep *Smart Building*

Anrasya Tara Sabilla¹⁾, Dharwati Pratama Sari¹⁾, Nur Asriatul Kholifah¹⁾, Pandu K. Utomo¹⁾

¹⁾ Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
e-mail: anrasya27@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini mengeksplorasi penerapan konsep smart building di Indonesia, dengan potensi penghematan energi hingga 50%. Tujuannya untuk memahami penggunaan smart building dan redesain bangunan dengan konsep tersebut. Metode yang digunakan adalah campuran kuantitatif dan kualitatif, dengan data tentang pencahayaan, kebisingan, suhu, kualitas air, dan efisiensi energi listrik. Hasilnya menunjukkan penghuni gedung kurang disiplin dalam menghemat energi. Analisis dilakukan dengan pengambilan sampel suhu, pencahayaan, dan kebisingan di beberapa ruangan.

Kata Kunci: Gedung, Pencahayaan, Redesain, Suhu, Teknologi

ABSTRACT

This study explores the application of the smart building concept in Indonesia, with the potential for energy savings of up to 50%. The aim is to understand the use of smart building concepts and redesign buildings with this approach. The research method combines quantitative and qualitative data, focusing on lighting, noise, temperature, water quality, and energy efficiency. The results indicate that building occupants are not disciplined in energy conservation. Analysis was conducted by taking samples of temperature, lighting, and noise in various rooms.

Keyword: Building, Lightning, Redesign, Tempreature, Technology

1. Pendahuluan

Smart building menjadi fokus global, dengan Asia Pasifik sebagai pionir. Di Indonesia, penerapannya mendukung komitmen pengurangan emisi gas rumah kaca hingga 2030. Potensi penghematan energi di Indonesia besar, namun terbentur keterbatasan sumber daya dan kesadaran. Di Kalimantan Timur, khususnya Samarinda, tantangan pengembangan teknologi dan infrastruktur masih ada, termasuk di kantor Dinas PUPR-PERA. Penelitian ini bertujuan menganalisis penerapan smart building di kantor tersebut untuk meningkatkan efisiensi energi dan keberlanjutan.

Konsep smart building dan green building fokus pada efisiensi energi dan keberlanjutan melalui teknologi otomatis dan desain ramah lingkungan. Smart building menggunakan sistem seperti HVAC, pencahayaan otomatis, dan manajemen energi untuk kenyamanan dan efisiensi, sementara green building lebih menekankan penggunaan bahan ramah lingkungan dan energi terbarukan. Penelitian sebelumnya menunjukkan keberhasilan penerapan teknologi ini di berbagai bangunan, seperti Telkom Tower dan The New York Times Tower, meski menghadapi tantangan integrasi dan pemeliharaan. Penelitian ini bertujuan mengkaji penerapan smart building dengan mempertimbangkan tantangan dan manfaatnya.

2. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan gabungan metode kuantitatif (angka) dan kualitatif (deskripsi) untuk memahami penerapan teknologi smart building di kantor PUPR-PERA Kalimantan Timur. Respondennya adalah pengguna gedung yang berusia 23-50 tahun dan telah bekerja lebih dari 1 tahun. Data dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan studi literatur, dengan fokus pada berbagai aspek seperti pencahayaan, ventilasi, listrik, kebisingan, dan keamanan di gedung. Hasil data yang berupa angka akan dianalisis dengan statistik, sementara data berupa deskripsi dianalisis dengan cara tematik. Penelitian ini akan dilaksanakan antara Januari hingga April 2024, dan analisisnya dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Mulawarman.

3. Hasil dan Pembahasan

Bangunan di sekitar kantor PUPR-PERA Bidang Cipta Karya Provinsi Kalimantan Timur umumnya digunakan sebagai gedung perkantoran pemerintahan. Di belakang kantor PUPR-PERA Bidang Cipta Karya terdapat Kantor Dinas Pekerjaan Umum UPTD Pemeliharaan Infrastruktur PU Wilayah Tengah. Di sisi kiri kantor PUPR-PERA Bidang Cipta Karya terletak Kantor DPRD Provinsi Kalimantan Timur, sementara di sisi kanan ada Kantor Balai Perumahan dan Pemukiman Wilayah Provinsi Kalimantan Timur. Di seberang kantor PUPR-PERA Bidang Cipta Karya terdapat gedung Kantor PUPR-PERA Bidang Binamarga dan Sumber Daya Air Provinsi Kalimantan Timur.

A. Analisis Tapak dan Iklim

Analisis tapak dan iklim adalah aspek penting dalam perencanaan proyek untuk memastikan desain yang optimal dan berkelanjutan. Analisis tapak mencakup evaluasi kondisi fisik lokasi, seperti topografi, aksesibilitas, dan infrastruktur sekitar, sementara analisis iklim mengumpulkan data cuaca seperti suhu, curah hujan, dan angin. Kedua analisis ini membantu merancang bangunan yang efisien, nyaman, dan responsif terhadap lingkungan serta perubahan iklim.

Tabel 1. Analisis Ruang

Nama ruangan	Jam	B (Db)	C (lux)	TC (lux)	A (knot)	S (celcius)
Ruang Tamu	09.00	57.5	645.2	3.23	0.000	28.4
	12.00	37.2	43.056	0.0	0.000	31.4
	16.00	46.7	47.39	0.0	0.000	28.1
Lobby Lantai 2	09.00	72.1	78.6672	21.5	0.000	28.4
	12.00	38.6	41.99	5.38	0.000	30.3
	16.00	42.6	44.08	0	0.000	28.0

Nama ruangan	Jam	B (Db)	C (lux)	TC (lux)	A (knot)	S (celcius)
Teras	09.00	44.4	1384.94	-	0.000	30.2
	12.00	46.7	1645.14	-	0.000	30.3
	16.00	57.4		-	0.000	28.8
Ruang Rapat Kiri	09.00	47.3	43.056	3.23	0.000	28.4
	12.00	48.3	52.73	34.60	0.000	30.5
	16.00	3.12	44.08	0	0.000	29.0
Ruang Rapat Depan	09.00	65.6	251.64	195.71	0.000	28.4
	12.00	63.8	331.32	291.78	0.000	30.4
	16.00	47.3	78.76	0	0.000	28.4
R. Staff Sek. PP	09.00	60.2	68.94	1.08 3.23	0.000	28.3
	12.00	61.6	78.76	0	0.000	30.4
	16.00	45.7	54.76		0.000	28.8
R. Staff	09.00	58.6	105.53	76.39	0.000	28.5
	12.00	45.2	203.03	166.84	0.000	30.6
	16.00	45.3	54.76	21.53	0.000	29.3
R. PPTK	09.00	56.9	74.27	33.38	0.000	29.7
	12.00	47.6	91.31	34.60	0.000	30.6
	16.00	42.9	47.39	3.23	0.000	29.5

Pengeluaran listrik dan air di kantor PUPR-PERA Bidang Cipta Karya Provinsi Kalimantan Timur untuk tiga bulan terakhir menunjukkan lonjakan signifikan pada bulan Februari 2024. Pengeluaran listrik meningkat akibat musim kemarau, yang menyebabkan penghuni gedung sering menyalakan AC dengan suhu rendah. Sementara itu, pengeluaran air di bulan Februari juga tercatat sebagai yang tertinggi, yaitu Rp 2.052.320, yang menjadi perhatian bagi bidang keuangan kantor. Berikut adalah pengeluaran listrik dan air dalam 3 bulan terakhir:

Tabel 2. Pembiayaan Listrik dalam 3 bulan terakhir

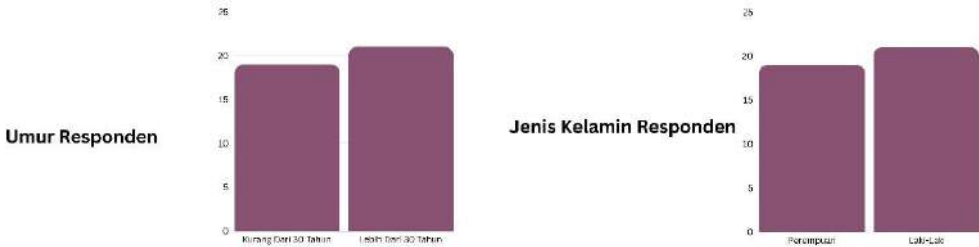
Bulan dan Tahun	Nominal
Februari 2024	Rp 19.023.943
Maret 2024	Rp 17.620.131
Maret 2024	Rp 17426.384

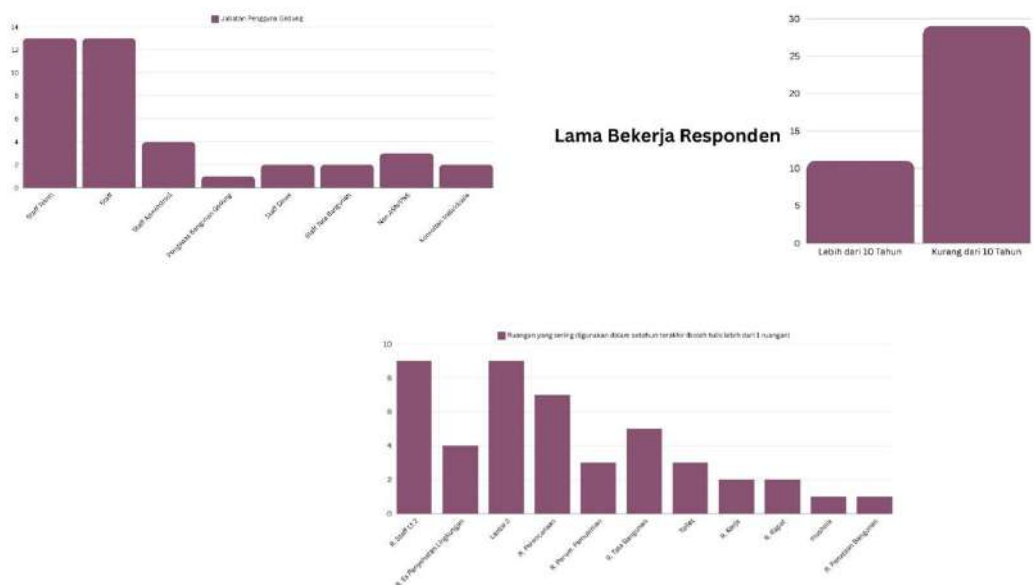
Tabel 3. Pembiayaan Air dalam 3 Bulan Terakhir

Bulan dan Tahun	Nominal
Januari 2024	Rp 1.617.626
Februari 2024	Rp 2.052.320
Maret 2024	Rp 1.372.414

B. Hasil Kuesioner

1. Identitas Responden





Gambar 1. Diagram Identitas Responden

Adapun hasil responden yang telah dilakukan dalam penelitian Redesain Kantor Dinas PUPR-PERA Bidang Cipta Karya Provinsi Kalimantan Timur dengan Konsep Smart Building dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Jawaban Responden

Pertanyaan	Ya	Tidak
Apakah Anda merasa pencahayaan di dalam gedung ini sudah cukup terang? (apabila lampu diruangan dimatikan dan hanya menggunakan pencahayaan alami dari jendela, ventilasi, ataupun bukaan lainnya?)	16	25
Apakah Anda merasa pencahayaan di dalam gedung ini cocok dan nyaman bagi kegiatan Anda? (apabila lampu diruangan dimatikan dan hanya menggunakan pencahayaan alami dari jendela, ventilasi ataupun bukaan lainnya)	15	26
Apakah Anda merasa sistem pencahayaan di dalam gedung ini efisien dan hemat energi? (minim penggunaan lampu atau penerangan buatan)	13	27
Apakah Anda dapat bernafas dengan nyaman jika berada didalam gedung ini? (tidak merasa sesak nafas ataupun pengap)	38	2
Apakah gedung ini terasa panas apabila AC di gedung ini dimatikan dan hanya mengandalkan jendela, kisi-kisi, ventilasi atau bukaan lainnya untuk menangkap udara dari luar?	40	0
Apakah Anda merasa sistem penghawaan didalam gedung ini cukup efisien dalam mengatur suhu dan sirkulasi udara? (apakah Anda seringkali merasa kebingungan ketika AC dinyalakan? Dan apakah Anda sulit mendapatkan akses pengaturan AC tersebut?)	38	2
Apakah Anda mengetahui adanya sistem pemipaan daur ulang didalam gedung ini? (Contohnya seperti adanya pipa atau talang air yang menampung air hujan untuk digunakan kembali seperti menyiram tanaman atau menyiram toilet)	5	35
Apakah air digedung ini sering mati?	2	38
Apakah kualitas air digedung ini cukup baik? (bening, tidak berwarna dan tidak berbau)	39	1
Apakah Anda mengetahui adanya penyimpanan air didalam gedung ini? (adanya tandon atau penampungan air bersih lainnya)	39	1
Apakah Anda merasa sistem kelistrikan digedung ini stabil dan handal? (tidak mudah turun listrik/jeglek)	29	11
Apakah Anda merasa sistem kelistrikan didalam gedung ini aman dan bebas dari resiko kebakaran? (adanya alat pemadam kebakaran didalam gedung dan aman dari bahaya hubungan pendek arus listrik/korsleting)	28	12

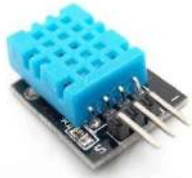
Apakah Anda merasa sistem kelistrikan didalam gedung ini efisien dalam penggunaan energi? (Cukup hemat, tidak menggunakan listrik dengan sia-sia, selalu terpakai	9	31
Apakah Anda sering terganggu dengan suara bising dari jalmenan raya? (suara kendaraan ataupun klakson dari parkiran maupun jalan raya)	3	37

C. Sistem yang Diterapkan pada Bangunan

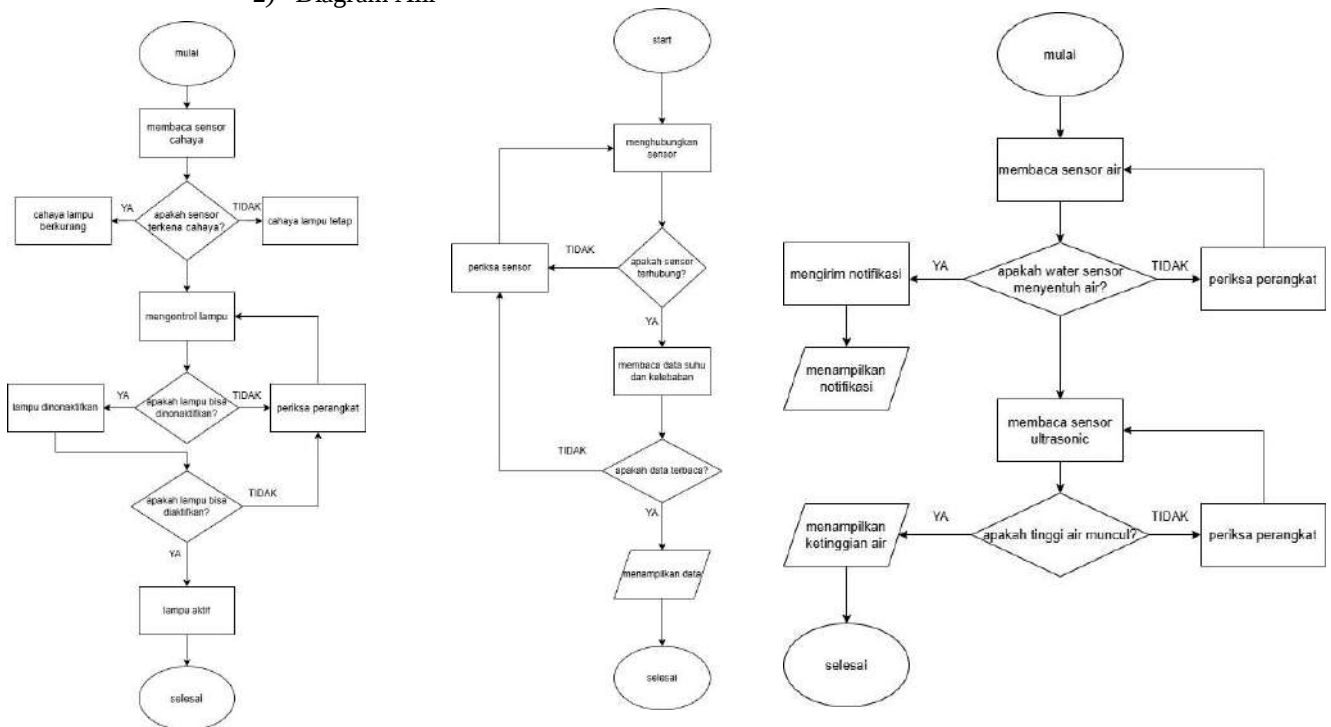
Gedung PUPR-PERA Bidang Cipta Karya Kalimantan Timur akan mengadopsi berbagai fitur smart building, seperti pembacaan suhu dan kelembaban, pencahayaan otomatis, sistem keamanan, serta otomatisasi alarm kapasitas air dan pencahayaan. Fitur baru yang ditambahkan adalah sistem pemanenan air hujan, yang menangkap air hujan melalui talang, menyimpannya dalam reservoir bawah tanah, dan menggunakan air tersebut untuk penyiraman tanaman atau membersihkan toilet, mendukung efisiensi dan keberlanjutan sumber daya air di gedung.

1) Sensor yang Digunakan pada Bangunan

Tabel 5. Sensor yang Digunakan pada Bangunan

Nama Sensor	Fungsi	Cara Kerja	Foto
Analog Ambient Light Sensor	untuk mengukur intensitas cahaya lingkungan sekitar dan mengubahnya menjadi sinyal analog yang dapat digunakan untuk menyesuaikan kecerahan perangkat atau sistem pencahayaan secara otomatis.	bekerja dengan mendeteksi intensitas cahaya yang jatuh pada fotodetektor di dalam sensor, yang kemudian mengubahnya menjadi sinyal analog berupa tegangan yang proporsional dengan tingkat pencahayaan tersebut. Sensor ini terbukti dapat mengefisiensi biaya Listrik 20-40%	
DHT11 Digital Temperature and Humidity Sensor	untuk mengukur suhu dan kelembapan relatif di lingkungan sekitar dan mengubahnya menjadi sinyal digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler untuk berbagai aplikasi pemantauan dan kontrol.	dengan mengukur suhu dan kelembapan menggunakan elemen sensor internal yang mengubah kondisi fisiknya menjadi sinyal digital, yang kemudian dikirim ke mikrokontroler melalui satu pin data untuk diproses. Sensor ini terbukti dapat mengefisiensi biaya Listrik 10-30%	
Sensor HC-SR04	untuk mengukur jarak atau kedalaman dengan mengirimkan gelombang ultrasonik dan mengukur waktu yang dibutuhkan gelombang tersebut untuk memantul kembali setelah mengenai objek.	bekerja dengan mengirimkan gelombang ultrasonik melalui pemancar, kemudian mengukur waktu yang diperlukan gelombang tersebut untuk memantul kembali ke penerima, yang digunakan untuk menghitung jarak objek berdasarkan kecepatan suara.	
Water Level Sensor	untuk mendeteksi dan mengukur ketinggian atau level air dalam suatu wadah atau tangki, sehingga dapat digunakan untuk mengontrol pengisian atau pemompaan air secara otomatis.	dengan mendeteksi keberadaan air melalui perubahan konduktivitas atau kapasitansi antara dua elektroda atau sensor, yang kemudian menghasilkan sinyal untuk mengindikasikan tingkat air dalam tangki.	

2) Diagram Alir



Gambar 2. Diagram Alir Sistem *Smart Building*

A. Analog Ambient Light Sensor

Analog Ambient Light Sensor adalah sensor yang mengukur intensitas cahaya sekitar dan mengubahnya menjadi sinyal analog berupa tegangan atau arus. Sensor ini mendeteksi cahaya yang jatuh pada fotodetektor, dan sinyal yang dihasilkan dapat digunakan untuk aplikasi seperti penyesuaian kecerahan layar, pengaturan pencahayaan otomatis, atau pengendalian daya perangkat berdasarkan kondisi cahaya lingkungan. Diagram alir dapat dilihat di Gambar.2

B. DHT11 Digital Temperature and Humidity Sensor

DHT11 adalah sensor digital yang mengukur suhu dan kelembapan relatif. Sensor ini mengubah data suhu (0-50°C, akurasi $\pm 2^\circ\text{C}$) dan kelembapan (20%-90%, akurasi $\pm 5\%$) menjadi sinyal digital yang bisa dibaca oleh mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi. Meskipun sederhana dan murah, DHT11 banyak digunakan dalam aplikasi seperti pemantauan cuaca, pengendalian ruangan, dan IoT. Diagram alir dapat dilihat di Gambar.2

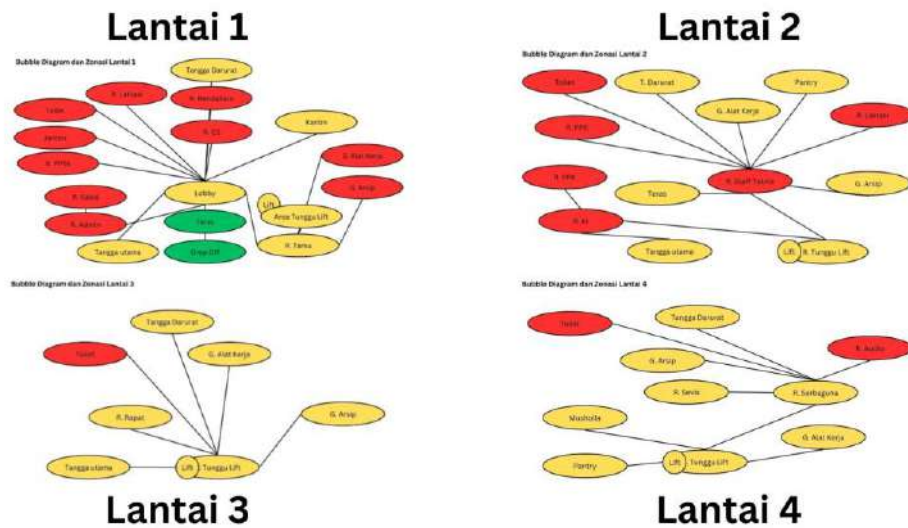
C. Sensor HC-SR04 dan Water Level Sensor

Sensor HC-SR04 adalah sensor ultrasonik yang mengukur jarak dengan mengirimkan gelombang ultrasonik dan mengukur waktu pantulannya, sering digunakan dalam robotika dan sistem parkir otomatis. Sementara itu, Water Level Sensor mengukur tinggi air dengan mendeteksi koneksi konduktif atau menggunakan pengukuran kapasitif/resistif, biasanya untuk mengontrol pSma atau sistem irigasi otomatis. Kedua sensor ini penting untuk aplikasi otomasi dan pemantauan lingkungan. Diagram alir dapat dilihat di Gambar.2

D. Zonasi dan Bubble Ruang

Zonasi dalam denah adalah pembagian area untuk membedakan fungsi ruang, sementara bubble diagram menggambarkan hubungan antar ruang menggunakan bentuk bulat (bubbles) yang menunjukkan interaksi, jarak, dan hierarki antar ruang tanpa memperhatikan detail teknis. Dalam diagram ini, legenda warna digunakan untuk menunjukkan aksesibilitas: merah untuk

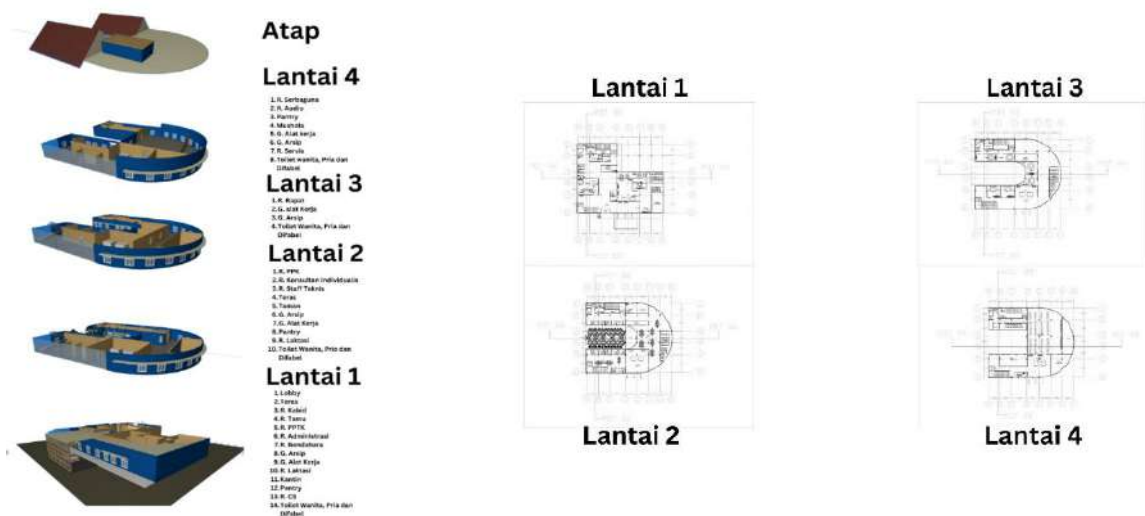
ruang private, kuning untuk semi-private, dan hijau untuk ruang publik. Garis hitam menghubungkan bubble untuk menunjukkan kedekatan dan aksesibilitas terbatas antar ruang



Gambar 3. Bubble Diagram Zonasi dan Diagram Ruang

Dilantai 1, Ruang lobby adalah ruangan yang cukup vital karena ruangan tersebut menghubungkan banyak ruangan dengan zonasi berwarna kuning. Hal itu dikarenakan hanya karyawan serta tamu yang memiliki keperluan khusus saja yang dapat masuk ke daerah lobby. Serta bubble diagram dilantai 2,3 dan 4 hanya memiliki 2 warna zonasi yaitu merah dan kuning. Hal itu dikarenakan hanyalah karyawan serta tamu yang memiliki kepentingan saja yang dapat mengakses.

3) Hasil Rancangan



Gambar 4. Hasil Rancangan

Bangunan kantor Dinas PUPR-PERA Bidang Cipta Karya Provinsi Kalimantan Timur terdiri dari empat lantai dengan desain yang fungsional. Lantai 1 berbentuk L, menampung ruangan vital seperti lobby, Ruang Kabid, Kantin, dan Ruang PPTK, tanpa mengurangi lahan parkir. Lantai 2 berbentuk U dengan taman di tengah untuk memecah angin, berisi ruang staff dan gudang. Lantai

3, juga berbentuk U, memiliki ruang rapat dengan jendela besar dan beberapa gudang. Lantai 4 difungsikan untuk acara internal, berisi ruangan serbaguna, mushola, ruang audio, dan gudang.



Gambar 5. Fasad Bangunan

Bangunan ini memiliki desain dengan kisi-kisi di depan untuk menghalau sinar matahari dan jalur drop-off. Atap miring dan dak, dengan tampak belakang yang menampilkan kantin dan parkir sepeda motor. Tampak kanan memiliki fasad melengkung dengan banyak jendela untuk ventilasi alami, serta atap dak tinggi untuk penampungan air hujan dan outdoor AC. Tampak kiri terdapat taman dan kolam ikan kecil di lantai 2 sebagai area relaksasi.

Analog Ambient Light Sensor adalah sensor yang berfungsi sebagai pemantau Cahaya. Cara kerjanya adalah sebagaimana sensor mendeteksi banyaknya Cahaya alami yang masuk, maka sensor ini akan memerintahkan pencahayaan buatan untuk meredup, begitupun sebaliknya. Karena cara kerjanya itulah, Analog Ambient Light Sensor diletakkan didekat jendela yang Dimana banyak Cahaya alami masuk ke dalam bangunan.

Penggunaan Analog Ambient Light Sensor di Maket:



Gambar 6. Penggunaan Sensor Pencahayaan

Bangunan ini juga masih terpasang AC tetapi bersamaan juga dipasangnya exhaust agar sirkulasi udara tetap masuk. Sensor ini dapat melakukan pengukuran suhu dengan akurasi yang cukup tinggi dan membaca data kelembaban. Hal itu dapat dibaca hasilnya di aplikasi perangkat lunak atau *remote control*.

Penggunaan DHT11 Digital Temperature and Humidity Sensor di Maket:



Gambar 6. Penggunaan Sensor Suhu dan Kelembaban

Sensor HC-SR04 diletakkan di penampungan air yaitu di tandon. Cara kerja sensor ini adalah dengan memantulkan suara ultrasonic dan menunggu pantulan dari air tandon. Hasilnya akan dikirim ke aplikasi perangkat lunak untuk melihat apakah tandon ini penuh dengan air atau kosong



Gambar 7. Penggunaan Sensor Ultrasonik

Water Level Sensor digunakan untuk memantau tingkat air dalam aplikasi seperti irigasi otomatis, pengendalian pompa, atau pengisian tangki. Sensor ini mengukur perubahan konduktivitas atau kapasitas antara elektroda yang terendam air, memberikan sinyal status level air—tinggi, rendah, atau sedang. Berdasarkan data tersebut, sistem dapat otomatis menyalakan/mematikan pompa, mengatur aliran, atau memberikan peringatan. Penggunaan sensor ini meningkatkan efisiensi, keamanan, dan mencegah kerusakan akibat tumpahan atau kekurangan air.



Gambar 8. Penggunaan Sensor Water Level

4. Kesimpulan

Penelitian menunjukkan pemborosan energi di Samarinda dan kantor PUPR-PERA, yang dapat diatasi dengan penerapan smart building dan teknologi pemanenan air hujan. Disarankan untuk meningkatkan sosialisasi dan dukungan pemerintah daerah. Penelitian lanjutan diperlukan untuk mengukur potensi penghematan energi lebih akurat.

5. Daftar Pustaka

- Adiwibowo, F., & Karyana, Y. (2025). Proyeksi penduduk Indonesia dengan menggunakan metode campuran. 1–10.
- Budiarso, A. (2019). Kebijakan pembiayaan perubahan iklim: Suatu pengantar. In 2019 (Vol. 1).
- Darmawan, M. D., Astutik, R. P., & Ariwianto, H. (2023). Rancang bangun prototipe sistem otomatis bangunan pintar pada rumah kos bertingkat. *Design and Build Prototype Smart Building Automatic Systems in Multi-storey Boarding Houses*, 11(2).
- Dwikiarta, I. M. S., Sastra, N. P., & Wiharta, D. M. (2021). Kinerja jaringan sensor nirkabel untuk model smart building. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 20(2), 211.

- Handri, H., Taqiuddin, Z., & Huda, K. (2021). Bangunan pintar dan penerapannya di Indonesia. *Smart Buildings and Its Application in Indonesia, Jurnal Arsitektur dan Perencanaan*, 10(2), 40–50.
- Hendrananta, M., & Rizalsyah Thahir, A. (2019). Penggunaan sistem bangunan pintar di “The Edge” Amsterdam dan “Glumac” Shanghai. *Prosiding Seminar Intelektual Muda*, 1(2), 385–391.
- Indrawan, D., & Jalilah, S. R. (2021). Metode kombinasi/campuran bentuk integrasi dalam penelitian. *Jurnal Studi Guru dan Pembelajaran*, 4(3), 735–739.
- Islamy, A., & Kumoro Wahyu, A. W. (2022). Strategi penghematan energi bangunan. *Juli*, 5(2), 410–419.
- Lerebulan, A. A., Sangadji, F. A., & Buyang, C. G. (2023). Identifikasi kriteria prasyarat green building pada gedung OJK Provinsi Maluku. *ALE Proceeding*, 6, 84–91.
- Lestari, I. H., Komputer, T., Pintar, B., Otomatis, K., Berkelanjutan, L., Energi, K., & IOT, S. (2023). Optimasi efisiensi energi pada bangunan pintar menggunakan internet of things (IoT): Pendekatan monitoring dan kontrol sistem. 3(6).
- Lizar, N. R. (2021). Penerapan konsep bangunan cerdas pada desain hunian padat di Kapuk. *Jurnal Sains, Teknologi, Urban, Perancangan, Arsitektur (Stupa)*, 3(1), 455.
- Ma, G., Dang, S., Alouini, M.-S., & Shihada, B. (2022). Smart buildings enabled by 6G communications. *IEEE Internet of Things Magazine*, 5(2), 181–186.
- N Anuna, P. M., Tamasiro, N., Mundui, V. F., Rumbayan, R., Peginusa, S. S., Bangunan Gedung, K., Sipil, T., & Negeri Manado, P. (2023). Implementasi beton precast dengan konsep green building pada pembangunan rumah literasi untuk masyarakat. *Jtst*, 5(3), 159–169.
- Nuriyana, A. M., Hendra, F. H., & Laksono, S. H. (2021). Konsep bangunan pintar pada perancangan wahana permainan dan hiburan berbasis teknologi digital di Surabaya. *Tekstur (Jurnal Arsitektur)*, 2(1), 63–70.
- Pradana, I., & Lissimia, F. (2021). Kajian konsep healing environment pada bangunan perkantoran studi kasus gedung Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. *Jurnal Arsitektur PURWARUPA*, 5(1), 55–62.
- Pramanik, P. K. D., Mukherjee, B., Pal, S., Pal, T., & Singh, S. P. (2021). Green smart building: Requisites, architecture, challenges, and use cases. In *Research Anthology on Environmental and Societal Well-Being Considerations in Buildings and Architecture* (Nomor January).
- Pratiwi, D. A., Salisnanda, R. P., Ramadhani, A. N., & Arsitektur, J. (2022). Konsep bangunan pintar pada perancangan pusat fasilitas desainer Surabaya. 47, 1–10.
- Putro, A. D., & Prayogi, L. (2021). Penerapan konsep bangunan pintar pada New Media Tower Universitas Multimedia Nusantara. *Journal of Architectural Design and Development*, 2(2), 114.
- Situmorang, R., Sari, O. L., & Artikel, I. (2023). *KALIMANTAN*. 8(2), 331–343.
- Supriyanto. (2023). Perancangan gedung Balai Kota Batam dengan penerapan konsep green building dan smart building. *Sigma Teknika*, 6(1), 231–238.
- Sutabri, T., Lutfianto, M. B., Widodo, Y. B., & Krisdiawan, R. A. (2022). Rancang bangun alat kendali smart building berbasis Wemos pada PT. Citra Solusi Pratama. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, 8(1), 190–199.
- Sutabri, T., Lutfianto, M. B., Widodo, Y. B., & Krisdiawan, R. A. (2022). Rancang bangun alat kendali smart building berbasis Wemos pada PT. Citra Solusi Pratama. *Jurnal Teknologi Informatika dan Komputer*, 8(1), 190–199.
- Zainuddin, Z., Wafi Ali Hajjaj, Y., & Haq, A. (2019). Manajemen perkantoran modern (Studi konseptual manajemen kantor di lembaga pendidikan Madrasah). *Jurnal Pendidikan & Keislaman*, 3(1), 1–11.