

Perancangan Paciran *Marine Research Center* Dengan Pendekatan Arsitektur Berkelanjutan

Design Of The Paciran Marine Research Center Using A Sustainable Architectural Approach

Ahmad Syammi Haqqoni Alhafy¹, Dr. Zuraida, S.T., M.T.², Fibria Conyтин Nugrahini, S.T., M.T.³

¹Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

²Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

³Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

¹ahmad.syammi.haqqoni-2022@ft.um-surabaya.ac.id, ²zuraida.aiz@gmail.com*, ³fibrisan@gmail.com*

Abstract

Paciran District in Lamongan Regency has strategic potential due to its location on the north coast of Java, with abundant marine resources. However, it faces environmental problems such as coastal pollution, coastal erosion, and ecosystem degradation due to industrial activities. This situation highlights the need for research facilities that not only support scientific activities but also contribute to the restoration and sustainable management of the coastal environment. The design of the Paciran Marine Research Center aims to create a center for marine research, education, and conservation that applies sustainable architectural principles. The application of sustainable design focuses on energy efficiency, thermal comfort, the use of environmentally friendly materials, and water and waste management appropriate to the characteristics of the tropical coastal climate. The design approach was qualitative and descriptive through literature studies, site analysis, and a review of precedents for sustainable marine research buildings. The design is expected to produce a research building design concept that is adaptive to coastal environmental conditions, energy efficient, and able to support research activities and public education. Furthermore, this facility is expected to serve as a model for implementing sustainable architecture in Indonesia's coastal areas and make a tangible contribution to the government, community, and academic world in supporting environmentally conscious development and the sustainability of marine ecosystems.

Keywords: *Marine Research Center, Paciran, Sustainable Architecture, Coastal Areas.*

Abstrak

Kecamatan Paciran di Kabupaten Lamongan memiliki potensi strategis karena terletak di pesisir utara Jawa dengan sumber daya kelautan yang melimpah, namun menghadapi permasalahan lingkungan seperti pencemaran pesisir, abrasi pantai, dan degradasi ekosistem akibat aktivitas industri. Kondisi ini menunjukkan perlunya fasilitas penelitian yang tidak hanya mendukung kegiatan ilmiah, tetapi juga berperan dalam pemulihan dan pengelolaan lingkungan pesisir secara berkelanjutan. Perancangan *Marine Research Center* di Paciran ini bertujuan untuk mewujudkan pusat penelitian, edukasi, dan konservasi kelautan yang menerapkan prinsip arsitektur berkelanjutan. Penerapan desain berkelanjutan difokuskan pada efisiensi energi, kenyamanan termal, pemanfaatan material ramah lingkungan, serta pengelolaan air dan limbah yang sesuai dengan karakter iklim tropis pesisir. Pendekatan perancangan dilakukan secara kualitatif-deskriptif melalui studi literatur, analisis tapak, serta kajian preseden bangunan penelitian kelautan berkelanjutan. Perancangan diharapkan menghasilkan konsep desain bangunan penelitian yang adaptif terhadap kondisi lingkungan pesisir, efisien dalam penggunaan energi, serta mampu mendukung aktivitas riset dan edukasi publik. Selain itu, fasilitas ini diharapkan dapat menjadi model penerapan arsitektur berkelanjutan di kawasan pesisir Indonesia dan memberikan kontribusi nyata bagi pemerintah, masyarakat, dan dunia akademik dalam mendukung pembangunan berwawasan lingkungan serta keberlanjutan ekosistem laut.

Kata kunci: *Marine Research Center, Paciran, Arsitektur Berkelanjutan, Kawasan Pesisir.*

Pendahuluan

Kecamatan Paciran di Kabupaten Lamongan memiliki posisi strategis di pesisir utara Jawa yang berbatasan langsung dengan Laut Jawa serta potensi kelautan yang besar. Namun, wilayah ini mengalami pergeseran garis pantai akibat reklamasi dan industrialisasi, dengan perubahan rata-rata 4,62 meter per tahun (2002-2018) [1]. Dalam RPJPD Lamongan 2005-2025, Paciran ditetapkan sebagai kawasan industri utama berbasis perikanan, galangan kapal, dan fasilitas lepas pantai. Paciran juga dikembangkan sebagai kawasan Minapolitan [2]. Kondisi ini menjadikan Paciran berpotensi sebagai lokasi *Marine Research Center* berbasis arsitektur berkelanjutan untuk mendukung riset kelautan sekaligus menjaga lingkungan pesisir.

Permasalahan lingkungan di kawasan pesisir Kecamatan Paciran ditandai oleh penurunan kualitas ekosistem laut akibat intensifnya aktivitas industri, reklamasi, dan lemahnya pengelolaan serta pengawasan lingkungan. Pencemaran pesisir dan laut terjadi karena pembuangan limbah domestik dan industri secara langsung ke laut, penumpukan sampah plastik dan organik, serta alih fungsi lahan sejak 1930-2010 yang memicu abrasi pantai dan kerusakan ekosistem pesisir [3]. Kondisi tersebut diperparah oleh perkembangan industri perikanan modern, galangan kapal, dan ekspansi pelabuhan yang menyebabkan sedimentasi, pencemaran air, dan hilangnya habitat biota laut penting [4]. Selain itu, timbunan sampah plastik di pantai dan sungai menjadi sumber pencemaran mikroplastik yang berpotensi mengganggu rantai makanan laut, diperkuat oleh rendahnya kesadaran masyarakat dalam pengelolaan limbah dan konservasi pesisir [5]. Kondisi lingkungan pesisir Paciran semakin memburuk akibat rendahnya kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah serta terbatasnya kemampuan adaptasi ekologis, padahal upaya konservasi seperti penanaman mangrove terbukti efektif dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan mengurangi abrasi [6].

Pemerintah Kabupaten Lamongan telah melakukan upaya pelestarian melalui kegiatan bersih pantai dan penanaman mangrove di beberapa titik lokasi Kec. Paciran, seperti 300 bibit di Kelurahan Blimbing dan 1.000 bibit di Pantai Klayar Desa Sidokelar yang melibatkan TNI, Polri, masyarakat, nelayan, pelajar, dan LSM, dengan tujuan mengurangi pencemaran, menekan abrasi, menjaga kestabilan garis pantai, serta meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat terhadap lingkungan pesisir. Meskipun upaya tersebut telah berjalan, permasalahan lingkungan pesisir masih memerlukan penanganan yang lebih terpadu dan berkelanjutan melalui penguatan riset, edukasi, dan pengembangan ilmu kelautan [7].

Arsitektur berkelanjutan menekankan keselarasan antara bangunan dan lingkungan dengan meminimalkan dampak ekologis serta mengoptimalkan efisiensi sumber daya. Pendekatan ini sangat relevan diterapkan pada fasilitas riset kelautan di kawasan pesisir yang rentan terhadap perubahan lingkungan [8]. Penerapan desain berkelanjutan terbukti mampu meningkatkan efisiensi energi, konservasi air, dan mengurangi dampak lingkungan pada bangunan penelitian kelautan, sebagaimana pada *Marine Education Center* dan *Research Laboratory* yang berfungsi sebagai solusi mitigasi isu lingkungan di kawasan konservasi laut [9].

Sejalan dengan kondisi lingkungan dan potensi strategis Kecamatan Paciran sebagai kawasan industri maritim, perancangan Paciran *Marine Research Center* dengan pendekatan arsitektur berkelanjutan mendukung upaya mitigasi dan pemulihan lingkungan pesisir. Perancangan ini mendukung pencapaian SDGs (*Sustainable Development Goals*), khususnya SDG 14 (*Life Below Water*) melalui perlindungan ekosistem laut, SDG 7 (*Affordable and Clean Energy*) melalui energi bersih dan desain pasif, serta SDG 6 (*Clean Water and Sanitation*) melalui pengelolaan air dan limbah. Selain itu, pusat riset ini juga mendukung SDG 9 (*Industry, Innovation and Infrastructure*) melalui inovasi teknologi maritim berkelanjutan, SDG 13 (*Climate Action*) diwujudkan melalui strategi pengurangan emisi, ketahanan bangunan terhadap perubahan iklim, dan edukasi mitigasi bencana pesisir, serta SDG 11 (*Sustainable Cities and Communities*) dan SDG 4 (*Quality Education*) melalui penguatan kota berkelanjutan dan pendidikan, dengan harapan mampu meningkatkan kualitas lingkungan dan kesadaran masyarakat pesisir.

Metode Penelitian

Metode penelitian dalam perancangan ini menggunakan metode perancangan arsitektur yang bertujuan menghasilkan konsep dan rancangan Paciran *Marine Research Center* dengan pendekatan arsitektur berkelanjutan. Penelitian difokuskan pada proses perancangan sebagai objek kajian utama, yaitu bagaimana data tapak, kebutuhan fungsi, dan prinsip keberlanjutan diterjemahkan menjadi konsep ruang, massa, dan sistem bangunan. Objek penelitian adalah perancangan pusat penelitian kelautan yang mencakup fungsi riset, edukasi, dan konservasi pesisir.

Rancangan kegiatan penelitian dilakukan melalui tahapan berurutan: (1) identifikasi masalah dan potensi kawasan pesisir Paciran, (2) pengumpulan data primer dan sekunder, (3) analisis tapak dan kebutuhan ruang, (4) sintesis konsep desain, dan (5) perumusan rancangan arsitektur. Lokasi penelitian berada di kawasan pesisir Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, yang memiliki karakter iklim tropis maritim serta aktivitas industri dan perikanan yang intens.

Teknik pengumpulan data meliputi observasi lapangan untuk memperoleh data fisik dan non-fisik tapak (kondisi lingkungan, aksesibilitas, sirkulasi, orientasi matahari dan angin, serta aktivitas masyarakat), serta dokumentasi berupa foto, peta, dan sketsa lokasi. Data sekunder diperoleh melalui studi literatur dan studi preseden terkait bangunan pusat riset kelautan dan penerapan arsitektur berkelanjutan di kawasan pesisir. Data ini digunakan sebagai dasar perumusan kebutuhan ruang dan strategi desain.

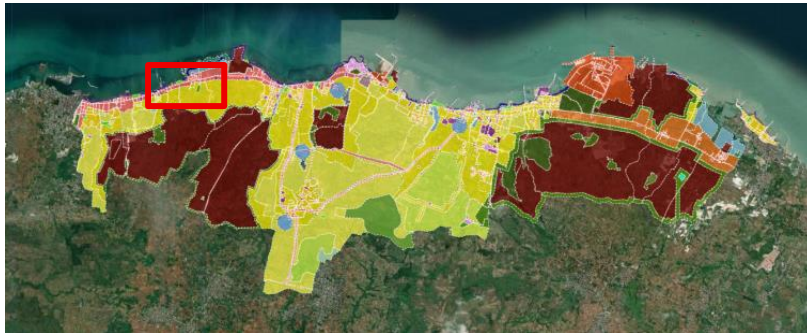
Teknik analisis dilakukan secara linier dan tematik, mencakup analisis tapak, fungsi ruang, bentuk massa, struktur, sirkulasi, dan utilitas bangunan. Hasil analisis kemudian disintesiskan menjadi konsep tapak, konsep ruang, dan konsep bangunan yang responsif terhadap iklim pesisir serta prinsip keberlanjutan. *Output* penelitian berupa konsep dan rancangan Paciran *Marine Research Center* yang adaptif, efisien energi, dan mendukung aktivitas penelitian, edukasi, serta konservasi lingkungan pesisir.

Hasil dan Pembahasan

Hasil perancangan menunjukkan bahwa *Marine Research Center* di Paciran dirancang sebagai pusat riset, edukasi, dan konservasi yang terintegrasi. Zonasi dibagi menjadi area publik, semi publik, dan privat untuk mendukung aktivitas penelitian sekaligus interaksi masyarakat. Tata massa bangunan diorientasikan mengikuti arah angin laut dan matahari untuk memaksimalkan ventilasi alami dan pencahayaan di siang hari. Penerapan prinsip arsitektur berkelanjutan dilakukan melalui strategi desain pasif dan aktif, meliputi efisiensi energi, pemanfaatan energi terbarukan (panel surya dan potensi angin), pengelolaan air melalui *rainwater harvesting*, IPAL biofilter, serta pemanfaatan *greywater* untuk lanskap. Material yang digunakan dipilih berdasarkan ketahanan terhadap iklim pesisir, rendah emisi karbon, dan bersumber dari lokal.

Adaptasi terhadap iklim pesisir diwujudkan melalui elevasi bangunan, struktur panggung, serta pelestarian vegetasi pantai seperti mangrove sebagai *buffer* ekologis. Kenyamanan termal dicapai melalui ventilasi silang, *secondary skin*, dan selubung bangunan responsif iklim. Selain itu, bangunan menyediakan ruang edukasi kelautan, laboratorium terbuka, dan jalur interpretatif untuk mendukung literasi kelautan dan keberlanjutan sosial masyarakat pesisir.

Lokasi Tapak Perancangan

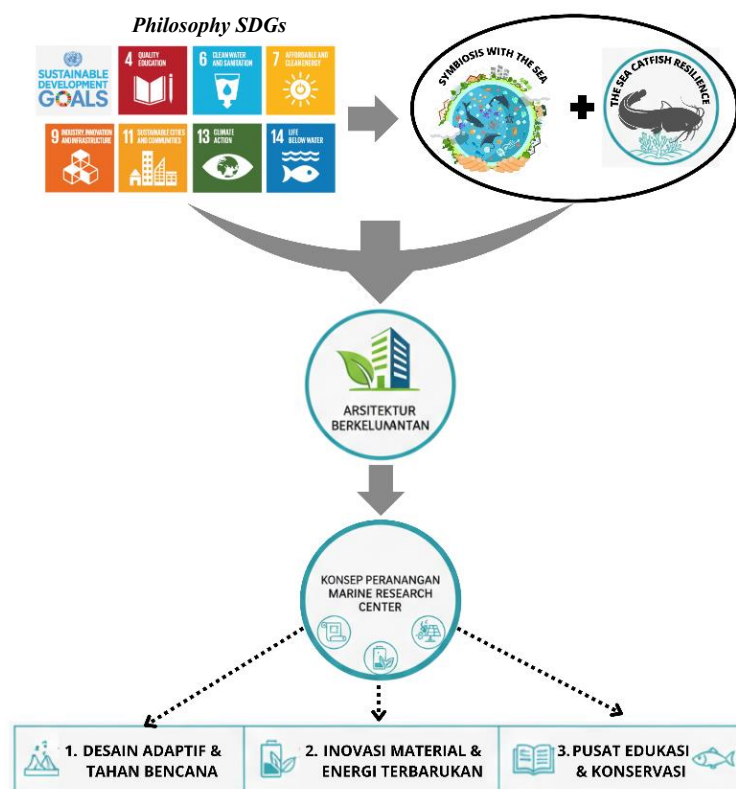


Gambar 1 Peta Kec. Paciran

Tapak Paciran *Marine Research Center* berada di kawasan pesisir Kecamatan Paciran, Kabupaten Lamongan, yang termasuk zona Minapolitan sesuai RTRW. Lokasi ini strategis karena dekat dengan ekosistem mangrove, permukiman nelayan, fasilitas pendidikan, dan Jalan Raya Daendels, sehingga potensial sebagai laboratorium alam untuk riset dan edukasi kelautan. Namun, tapak memiliki kendala berupa risiko abrasi, kebisingan lalu lintas, serta batasan KDB, KLB, dan sempadan pantai, sehingga perancangan diarahkan adaptif terhadap iklim pesisir dan regulasi tata ruang.

Konsep Dasar Perancangan

Konsep dasar rancangan yang dipakai pada Perancangan Paciran *Marine Research Center* adalah arsitektur berkelanjutan. Arsitektur berkelanjutan adalah desain yang berusaha memaksimalkan kualitas lingkungan yang dibangun, sambil meminimalkan atau menghilangkan dampak negatif terhadap lingkungan alam [10].



Gambar 2 Filosofi Konsep Dasar Perancangan

Perancangan Paciran *Marine Research Center* mengadopsi pendekatan arsitektur berkelanjutan dengan filosofi *Symbiosis with the Sea and The Sea Catfish Resilience*, yang merepresentasikan hubungan timbal balik antara manusia, bangunan, dan ekosistem laut. Ikan sembilang dipilih sebagai metafora karena karakter adaptif dan tangguh terhadap dinamika pesisir, sehingga menjadi dasar pembentukan arsitektur yang responsif iklim, resilien, dan kontekstual. Konsep ini diintegrasikan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 4, 6, 7, 9, 11, 13, dan 14, yang mencakup pendidikan dan inovasi kelautan, efisiensi energi dan air, ketahanan kawasan pesisir, serta perlindungan ekosistem laut, berikut penjelasannya terdapat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1 Integrasi SDGs dalam Perancangan

Kelompok SDGs	Tujuan SDGs	Fokus Integrasi dalam Perancangan	Strategi dan Elemen Arsitektur
SDGs Sosial–Pendidikan dan Inovasi Pengetahuan dan Ilmu	SDG 4 (Pendidikan Berkualitas) dan SDG 9 (Industri, Inovasi, dan Infrastruktur)	Pengembangan pusat riset, edukasi, dan inovasi kelautan	Penyediaan laboratorium riset, ruang edukasi publik, <i>co-working space</i> , galeri edukasi, penerapan teknologi hijau dan material inovatif dalam desain bangunan
SDGs Lingkungan–Air dan Energi Berkelanjutan	SDG 6 (Air Bersih dan Sanitasi) dan SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau)	Efisiensi penggunaan sumber daya air dan energi	Sistem <i>rainwater harvesting</i> , daur ulang <i>grey water</i> , pengolahan air laut dengan RO, panel surya, desain pasif (ventilasi alami, <i>shading</i> , orientasi bangunan)
SDGs Perkotaan dan Adaptasi Perubahan Iklim	SDG 11 (Kota dan Permukiman Berkelanjutan) dan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim)	Ketahanan bangunan dan kawasan pesisir terhadap perubahan iklim	Tata massa adaptif iklim pesisir, pemilihan material lokal rendah karbon, strategi desain pasif, pengurangan emisi karbon melalui efisiensi energi
SDGs Ekosistem Laut dan Konservasi Pesisir	SDG 14 (Ekosistem Lautan)	Perlindungan ekosistem laut dan pengurangan pencemaran pesisir	Pengolahan limbah cair ramah lingkungan, material non-toksik, sistem filtrasi air akuarium, fasilitas riset dan konservasi biota laut

Dari beberapa poin SDGs tersebut akan diimplementasikan melalui filosofi *“Symbiosis with the Sea and The Sea Catfish Resilience”*. Dalam penerapan rancangan pada bangunan Paciran *Marine Research Center*, dengan mengintegrasikan prinsip-prinsip SDGs sebagai dasar perencanaan ruang, sistem utilitas, dan strategi desain bangunan yang mendukung pendidikan dan inovasi kelautan, efisiensi pengelolaan air dan energi, ketahanan kawasan pesisir terhadap perubahan iklim, serta perlindungan ekosistem laut, sekaligus menciptakan suasana natural, edukatif, dan futuristik yang berakar pada budaya lokal Paciran, memberikan kenyamanan bagi peneliti, akademisi, dan pengunjung, menginspirasi kesadaran lingkungan dan inovasi riset, serta memadukan teknologi modern dengan kearifan lokal melalui penerapan elemen interior dan eksterior, material, warna netral, serta pencahayaan alami sebagai wujud nyata prinsip arsitektur berkelanjutan.

Tabel 2 Konsep Dasar Rancangan

Prinsip Arsitektur Berkelanjutan	Pengaplikasian Pada Rancangan
Minimise materials consumption, Economy of resources, dan Komunitas lingkungan	Penggunaan material lokal dan alami menjadi strategi utama untuk menciptakan hubungan simbiotik antara bangunan, laut, dan masyarakat. Dinding dan fasad menggunakan bata tanah liat dan kayu rekayasa tahan lembap sebagai material terbarukan yang memberikan kesan hangat dan alami, selaras dengan filosofi <i>Symbiosis with the Sea</i> . Anyaman bambu lokal diterapkan pada railing dan elemen shading sebagai material cepat tumbuh yang fleksibel dan kuat. Penggunaan glass block dan bukaan besar memungkinkan pencahayaan alami maksimal sehingga mengurangi konsumsi energi. Finishing semen ekspos digunakan untuk menciptakan estetika tangguh (resilient) seperti karakter catfish, sekaligus meminimalkan penggunaan material tambahan dan limbah konstruksi.
Improve Lifespan of Materials	Material dan sistem bangunan dipilih untuk tahan terhadap lingkungan pesisir yang korosif dan lembap. Struktur beton bertulang dan baja galvanis mencerminkan konsep "Catfish Resilience" kuat dan adaptif. Panel surya dan turbin diterapkan sebagai sumber energi terbarukan untuk mengurangi ketergantungan pada listrik konvensional. Vertikal garden berfungsi sebagai pelindung termal, penyaring udara, serta elemen estetika yang memperpanjang umur material dinding dari paparan langsung matahari dan angin laut.
Life Cycle Design, Ekologi Perkotaan dan Komunitas lingkungan	Adanya Green roof (atap hijau) berfungsi sebagai insulasi termal alami, penahan panas, serta ruang ekologi buatan yang mendukung biodiversitas pesisir. Skylight dan void di tengah massa bangunan memaksimalkan cahaya alami dan ventilasi silang, mengurangi kebutuhan energi buatan. Area hijau di sekitar tapak difungsikan sebagai ruang publik, jalur edukasi pesisir, dan transisi antara darat dengan laut yang memperkuat konsep simbiosis dengan alam.
Human Design	Rancangan ruang lebih menekankan kenyamanan fisik serta psikologis pengguna. Sirkulasi yang dibuat mengalir secara naratif, mirip dengan pergerakan arus laut dan ikan sembilang, sehingga menciptakan ruang yang dinamis dan mudah dipahami. Pencahayaan alami, sirkulasi udara yang baik, serta pemandangan langsung ke laut membantu menjaga kesehatan dan meningkatkan produktivitas peneliti, staf, serta pengunjung. Atap hijau dan ruang komunal berfungsi sebagai area sosial, rekreasi, dan tempat relaksasi yang memperkuat hubungan antara manusia dengan lingkungan alam.
Pelestarian Budaya	Adanya penerapan motif Batik Sendang Duwur khas Paciran, Kabupaten Lamongan, pada elemen fasad bangunan sebagai upaya melestarikan budaya lokal dan memperkuat identitas arsitektur daerah.

Minimise Materials Consumption / Economy of Resources / Komunitas Lingkungan



Batu kapur



Batu bata



Kayu



Green roof



Skylight

Improve Lifespan of Materials & Ekologi Perkotaan



Turbin angin



Panel surya



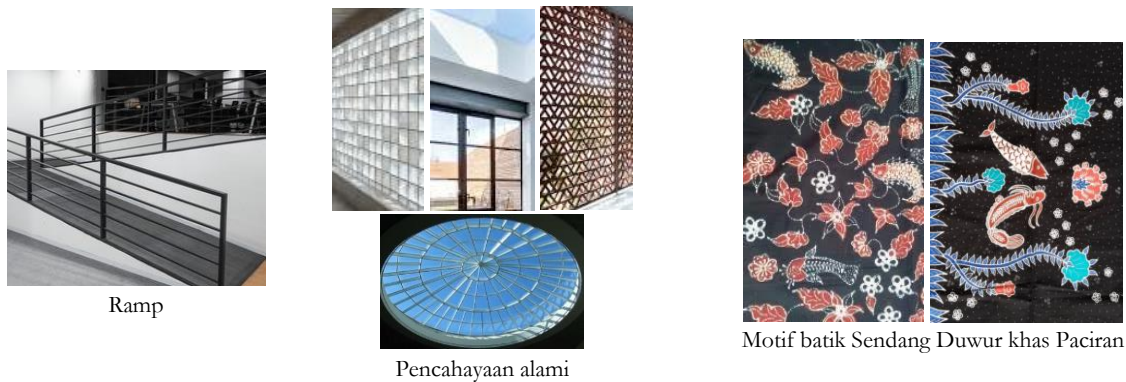
Green roof



Green roof

Human Design

Pelestarian Budaya

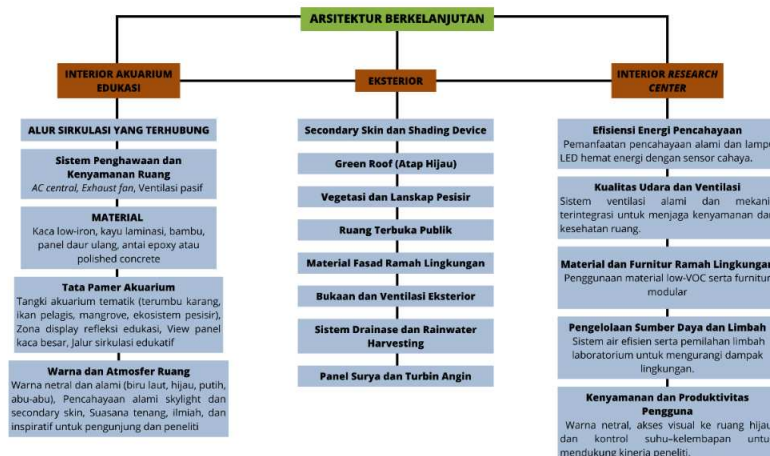


Gambar 3 Konsep Dasar Paciran *Marine Research Center*

Respon desain mengutamakan strategi pasif melalui orientasi massa bangunan, ventilasi silang, *secondary skin*, *shading vegetatif*, dan bukaan lebar untuk menjaga kenyamanan termal serta mengurangi ketergantungan pada sistem mekanis. Ruang publik dan edukasi diarahkan ke view laut, sementara ruang riset ditempatkan lebih privat dan dilindungi vegetasi sebagai peredam kebisingan. Lantai bangunan ditinggikan, sistem drainase berkelanjutan diterapkan, dan mangrove dipertahankan sebagai pelindung alami terhadap rob dan abrasi. Pemrograman ruang mengintegrasikan fungsi riset, edukasi, konservasi, dan pemberdayaan masyarakat. Sirkulasi dipisahkan antara pengunjung, peneliti, dan servis untuk menjamin efisiensi dan keamanan. Dengan pendekatan ini, Paciran *Marine Research Center* dirancang sebagai bangunan pesisir yang adaptif, hemat energi, dan berkelanjutan secara lingkungan, sosial, dan ekonomi.

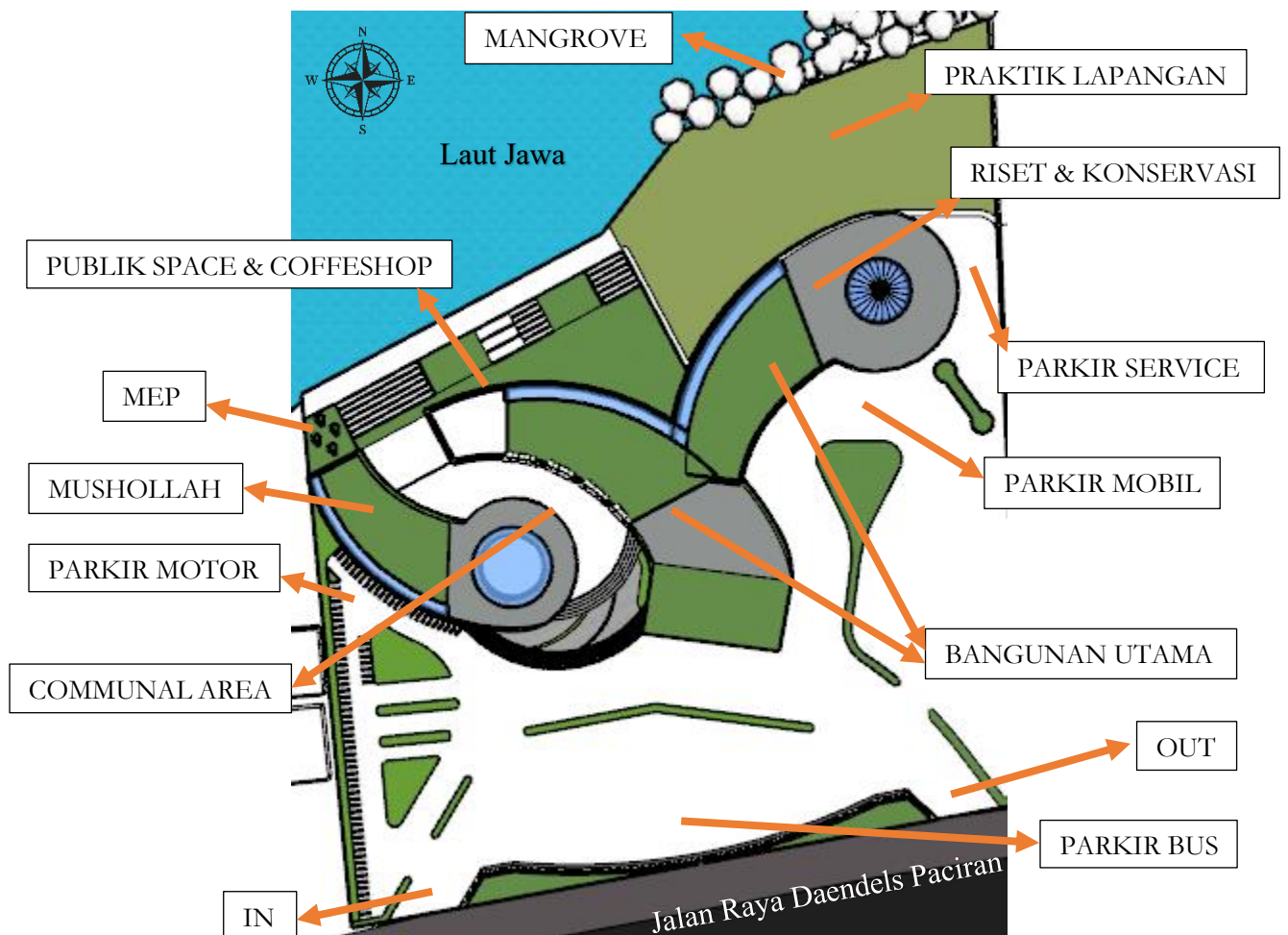
Konsep Rancangan

Mind mapping penerapan konsep arsitektur berkelanjutan pada interior dan eksterior rancangan. Diagram *mind mapping* berfungsi sebagai alat visual untuk memetakan ide-ide utama dan turunannya secara sistematis dan menyeluruh. Diagram ini dimulai dari satu ide pusat “Arsitektur Berkelanjutan” sebagai dasar pengembangan seluruh konsep Paciran *Marine Research Center* yang bercabang ke berbagai aspek yang relevan dengan desain *interior* maupun eksterior bangunan.



Gambar 4 *Mind Mapping* Rancangan

Konsep Penataan Tapak & Penerapan Konsep Arsitektur Berkelanjutan



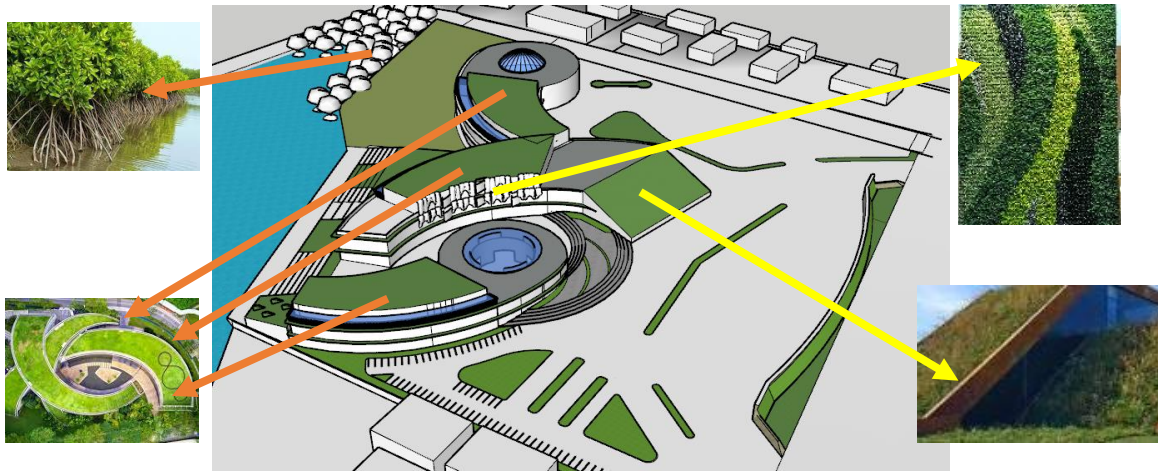
Gambar 5 Konsep Tapak

Dengan mempertimbangkan potensi dan keterbatasan tapak pesisir Paciran, perancangan *Paciran Marine Research Center* secara responsif mengintegrasikan strategi adaptasi iklim, efisiensi energi, dan perlindungan ekosistem. Pendekatan ini menempatkan bangunan sebagai bagian dari sistem lingkungan pesisir yang saling terkait, bukan sekadar objek fisik. Melalui orientasi massa, zonasi ruang, pemanfaatan energi terbarukan, serta penguatan vegetasi mangrove, bangunan tidak hanya mendukung fungsi riset dan edukasi, tetapi juga berperan aktif dalam meningkatkan ketahanan kawasan terhadap abrasi, kebisingan, dan perubahan iklim. Dengan demikian, *Paciran Marine Research Center* berfungsi sebagai model pusat riset kelautan yang adaptif, berkelanjutan, dan kontekstual terhadap karakter pesisir Paciran.

Strategi perancangan diwujudkan melalui tata massa organik adaptif yang mengikuti kontur pesisir dan orientasi angin serta view laut. Bangunan dirancang dengan zonasi fungsional yang jelas antara zona publik-edukasi, pengelola-kolaborasi, dan riset-servis teknis, guna menjamin efisiensi operasional dan kenyamanan pengguna. Bukaan, *secondary skin*, *skylight*, dan *green roof* diterapkan sebagai strategi pasif untuk memaksimalkan pencahayaan alami, ventilasi silang, dan performa termal bangunan, sekaligus menekan konsumsi energi buatan.

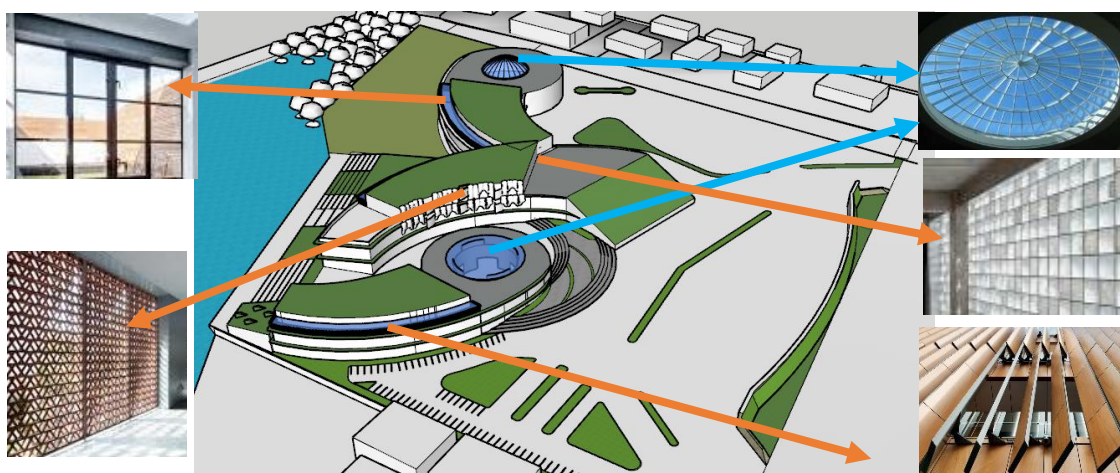
Penerapan keberlanjutan juga terlihat pada pemilihan material lokal dan ramah lingkungan seperti kayu rekayasa, bata, bambu, beton ekspos, serta elemen vegetasi sebagai bagian dari sistem ekologi bangunan.

Sistem utilitas dirancang berbasis efisiensi sumber daya melalui pemanfaatan panel surya dan turbin angin, pengelolaan air laut dan air hujan dengan sistem filtrasi dan *reverse osmosis*, serta pengolahan limbah yang mendukung konsep konservasi pesisir. Fasad berpori terinspirasi struktur mikro terumbu karang berfungsi sebagai elemen iklim pasif dan ekspresi identitas kawasan.



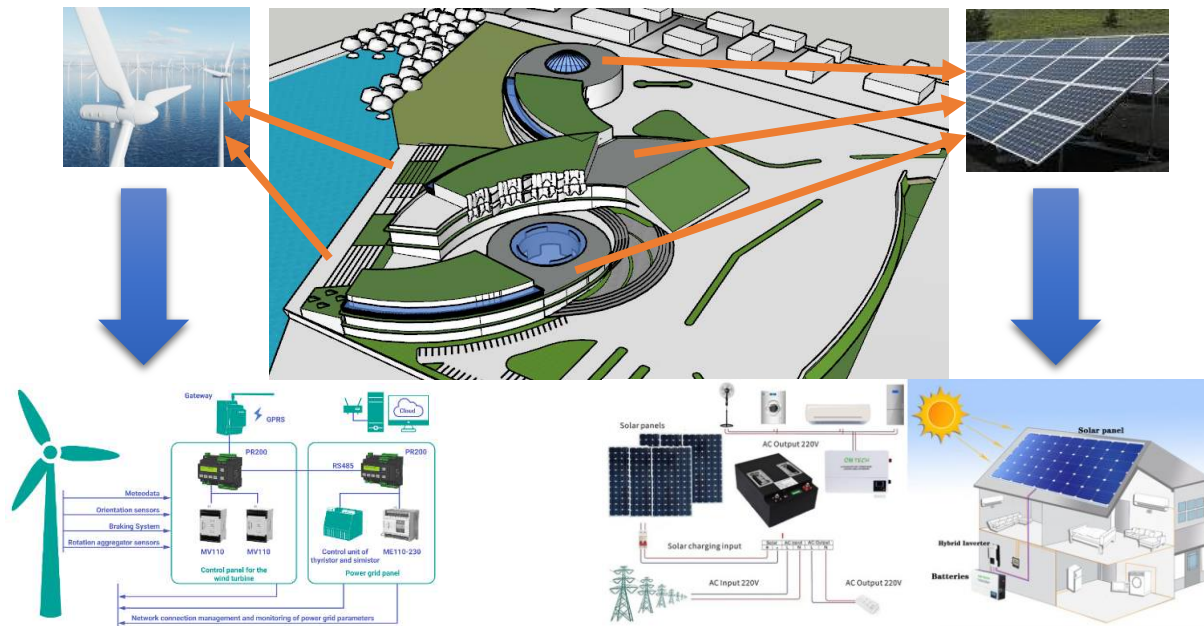
Gambar 6 Konsep Penghijauan pada Bangunan

Pada gambar tersebut memperlihatkan bagian dari penerapan prinsip arsitektur berkelanjutan yang secara harmonis mengintegrasikan elemen alam ke dalam struktur bangunan modern. Pada area tepian air, desain merespons karakteristik lokasi dengan menanam vegetasi mangrove yang berfungsi sebagai pelindung alami pesisir sekaligus penguat ekosistem lokal. Karakter bangunan yang dinamis dan melengkung dimanfaatkan secara optimal melalui penerapan atap hijau (*green roof*) dan taman vertikal (*vertical garden*) pada fasadnya. Integrasi hijau ini tidak hanya berfungsi secara estetika, tetapi juga berperan aktif dalam menurunkan suhu bangunan, penghalang alami, menyerap polusi, dan menciptakan sirkulasi udara yang lebih segar. Selain itu, penggunaan gundukan tanah bervegetasi pada sisi bangunan menciptakan transisi yang halus antara area terbangun dengan lanskap sekitar. Dari penerapan ini, bangunan tidak lagi berdiri sebagai benda mati yang kaku, melainkan menjadi satu kesatuan ekologis yang "hidup" dan mampu meminimalisir dampak lingkungan di sekitar kawasan.



Gambar 7 Konsep Buka-an & Penghawaan Alami

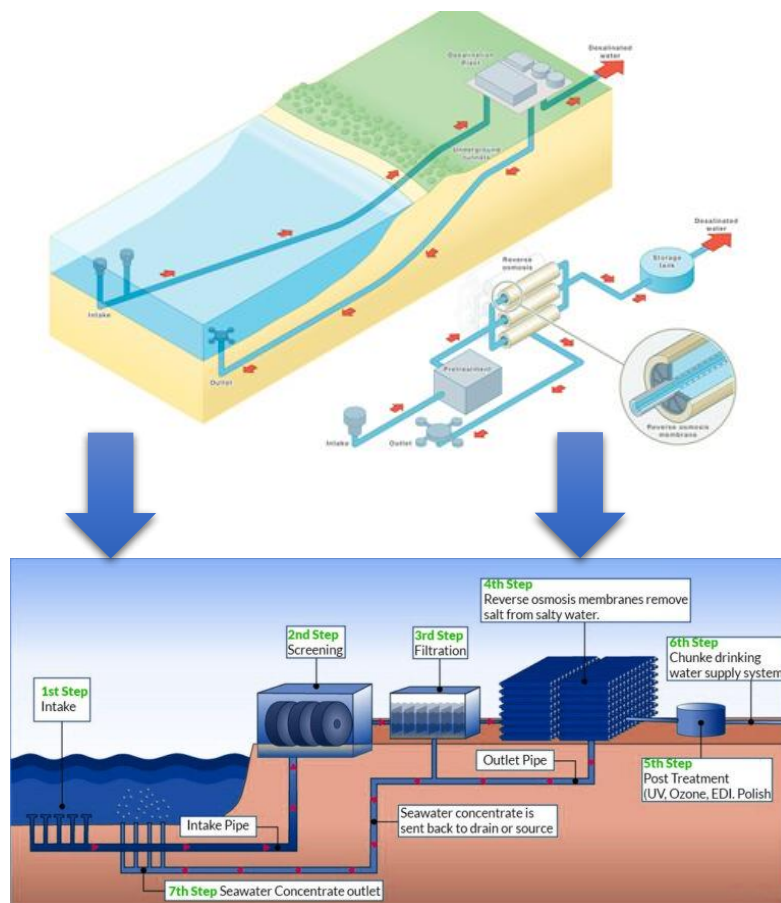
Pada gambar tersebut menjelaskan bahwa penerapan strategi arsitektur pasif yang mengoptimalkan pencahayaan dan penghawaan alami melalui integrasi elemen *skylight* pada atap untuk memaksimalkan distribusi cahaya matahari ke area interior. Sistem sirkulasi udara didukung oleh penggunaan fasad bernapas berupa dinding roster dan kisi-kisi kayu yang memungkinkan ventilasi silang berjalan efektif, sementara jendela kaca lebar serta dinding *glass block* memastikan ruang tetap terang dan sejuk tanpa ketergantungan tinggi pada energi listrik. Kombinasi bukaan strategis ini menciptakan keseimbangan antara kenyamanan termal dan efisiensi energi yang menyatu dengan estetika modern bangunan.



Gambar 8 Konsep Pemanfaatan Energi dari Matahari & Angin

Desain bangunan ini menerapkan prinsip kemandirian energi dengan memanfaatkan potensi tapak secara maksimal melalui integrasi panel surya (*solar panel*) pada atap datar dan turbin angin (*wind turbine*) di area pesisir yang terbuka dan sangat berpotensi terhadap hembusan angin laut dan panas sinar matahari. Energi matahari dikonversi menjadi listrik untuk menyuplai kebutuhan operasional gedung melalui sistem panel surya yang terhubung dengan unit kontrol dan baterai, sementara turbin angin memanfaatkan aliran udara kencang di pesisir pantai sebagai sumber energi terbarukan pendukung. Melalui kombinasi sistem energi hibrida ini, bangunan mampu mereduksi ketergantungan pada sumber daya fosil, menekan biaya operasional secara signifikan, dan mewujudkan arsitektur ramah lingkungan yang rendah emisi karbon.

Sistem utilitas air laut pada Paciran *Marine Research Center* dirancang terpisah dari bangunan utama dan terintegrasi dengan bangunan penelitian karena lokasinya dekat dengan dermaga sebagai sumber pengambilan air laut. Air laut diambil dari perairan pesisir Paciran, kemudian diendapkan dan difilter sebelum ditampung pada tandon di lantai dasar dengan kapasitas sekitar 1:3 dari kebutuhan total, karena menggunakan sistem sirkulasi semi-tertutup. Selanjutnya, air dialirkan ke *aeration tank* dan digunakan pada akuarium serta laboratorium dengan dukungan sistem filtrasi, pompa sirkulasi, *skimmer*, dan pompa arus. Limbah air laut diolah melalui proses pengendapan, aerasi, klorinasi, dan sistem *Reverse Osmosis* (RO) sebelum dimanfaatkan kembali sebagai air teknis atau dibuang sebagai *grey water*. Sistem RO juga digunakan untuk menghasilkan air bersih bangunan, sehingga mendukung efisiensi sumber daya air dan konsep arsitektur berkelanjutan.

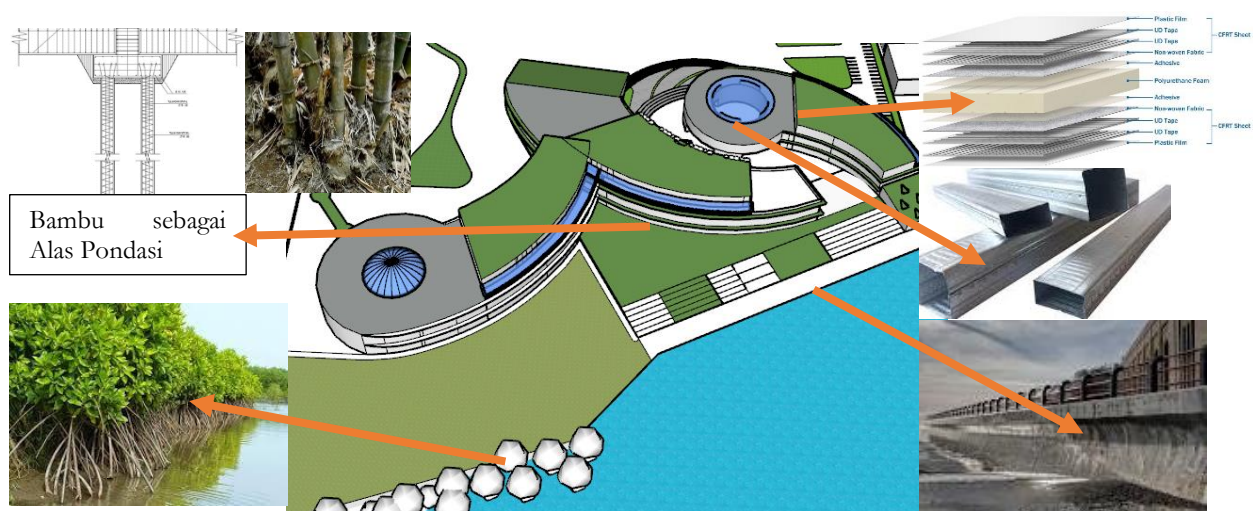


Gambar 9 Konsep Step (Tahapan-tahapan) Pengolahan air laut dengan sistem RO

Desain bangunan ini merespon kebutuhan sumber air bersih secara mandiri melalui integrasi sistem desalinasi air laut berbasis *Reverse Osmosis* (RO) yang dilakukan secara bertahap. Proses dimulai dengan pengambilan air laut melalui pipa *intake* yang kemudian melewati tahap penyaringan (*screening*) dan filtrasi awal untuk memisahkan partikel padat. Inti dari teknologi ini terletak pada penggunaan membran *reverse osmosis* yang mampu menyaring kandungan garam dari air laut, diikuti dengan proses pasca-penanganan (*post treatment*) seperti penggunaan UV atau ozon untuk memastikan kualitas air layak konsumsi sebelum didistribusikan ke tangki penyimpanan. Melalui sistem pengolahan yang terstruktur ini, bangunan dapat memanfaatkan lokasi pesisirnya secara fungsional untuk memenuhi kebutuhan air bersih, serta mendukung efisiensi pemanfaatan sumber daya air serta mengurangi ketergantungan pada sumber air eksternal, sehingga sejalan dengan konsep arsitektur berkelanjutan.

Konsep Struktur & Material

Struktur utama mengadopsi rangka baja ringan (*light gauge steel*) dan beton bertulang *elevated pile foundation* tiang pancang beton bertarmat 10-15 m ke tanah pasir/lumpur untuk elevasi lantai 2-3 m di atas permukaan air pasang tertinggi, mencegah intrusi garam dan gelombang. Desain modular meniru akar tunjang mangrove (*Rhizophora*) dengan kolom miring dan *bracing* diagonal untuk distribusi beban seismik, sementara atap hijau *curved* seperti daun rumput laut tingkatkan isolasi termal dan retensi air hujan.



Gambar 10 Konsep Struktur & Material Bangunan

Konstruksi prioritas material lokal berkelanjutan: beton berpasir pantai dicampur *fly ash* (rendah karbon), baja galvanis anti-karat, dan panel *sandwich polyurethane* untuk dinding tahan lembab, metode *precast* modular percepat pemasangan minim ganggu ekosistem pantai. Integrasi *passive solar chimney* dan ventilasi *cross-breeze* kurangi beban struktural dari HVAC, selaras LEED/*Green Building Council* Indonesia. Secara keseluruhan, Paciran *Marine Research Center* dirancang sebagai pusat riset dan edukasi kelautan yang adaptif terhadap iklim pesisir, hemat energi, ramah lingkungan, dan berakar pada budaya lokal Paciran. Konsep ini menempatkan bangunan tidak hanya sebagai wadah aktivitas ilmiah, tetapi juga sebagai media edukasi dan konservasi yang memperkuat kesadaran lingkungan serta ketahanan kawasan pesisir secara berkelanjutan.

Kesimpulan

Perancangan Paciran *Marine Research Center* dengan pendekatan arsitektur berkelanjutan menunjukkan bahwa integrasi fungsi riset, edukasi, dan konservasi dalam satu sistem bangunan adaptif mampu merespon permasalahan lingkungan pesisir secara holistik. Penerapan strategi desain pasif, efisiensi energi, pemanfaatan energi terbarukan, pengelolaan air berbasis efisiensi, serta penggunaan material ramah lingkungan dan lokal menjadikan bangunan ini tidak hanya memenuhi kebutuhan operasional penelitian kelautan, tetapi juga berperan sebagai instrumen mitigasi degradasi pesisir dan media edukasi publik. Kebaruan desain terletak pada integrasi konteks degradasi pesisir Paciran dengan fungsi riset, edukasi, dan konservasi dalam satu sistem bangunan berkelanjutan yang adaptif terhadap iklim tropis pesisir, sehingga Paciran *Marine Research Center* diharapkan dapat menjadi model pusat riset kelautan yang kontekstual terhadap iklim dan budaya pesisir Indonesia serta berkontribusi nyata terhadap ketahanan ekosistem laut dan pembangunan berwawasan lingkungan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan selama proses penelitian dan perancangan ini. Apresiasi juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan secara konstruktif sehingga penelitian ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis turut mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait khususnya Pemerintah Kabupaten Lamongan, masyarakat pesisir Paciran, serta pihak akademik yang telah memberikan informasi terkait data yang digunakan sebagai bahan penelitian ini, serta kepada keluarga dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungan moral selama proses penyusunan naskah ini.

Daftar Rujukan

- [1] N. C. Baskoro, M. I. Joesidawati, and R. N. Sukma, "Perubahan garis pantai Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan, menggunakan citra Landsat dengan metode Digital Shoreline Analysis System (DSAS)," *Pros. Semin. Nas. Has. Penelit. dan Pengabd. Kpd. Masy. III*, vol. 3, no. September, pp. 200–208, 2018, [Online]. Available: [http://snasppm.unirow.ac.id/download.php?file=Prosiding_SNasPPM_III_PERUBAHAN_GARIS_PANTAI_KECAMATAN_PACIRAN_KABUPATEN_LAMONGAN_MENGGUNAKAN_CITRA_LANDSAT_DENGAN_METODE_DIGITAL_SHORELINE_ANALYSIS_SYSTEM_\(DSAS\).pdf&kode=5](http://snasppm.unirow.ac.id/download.php?file=Prosiding_SNasPPM_III_PERUBAHAN_GARIS_PANTAI_KECAMATAN_PACIRAN_KABUPATEN_LAMONGAN_MENGGUNAKAN_CITRA_LANDSAT_DENGAN_METODE_DIGITAL_SHORELINE_ANALYSIS_SYSTEM_(DSAS).pdf&kode=5)
- [2] A. F. Nazal, N. Nawiyanto, N. Sasmita, and R. Winarni, "Industrialization in the Paciran District, Lamongan Regency, Indonesia," *Int. J. Res. Innov. Soc. Sci.*, no. January, pp. 1692–1705, 2024, doi: 10.47772/ijriss.2024.805124.
- [3] R. H. Ningrum, *Peran Dinas Lingkungan Hidup dalam Pengendalian Pencemaran Pesisir dan Laut di Pesisir Pantai Utara Paciran Kabupaten Lamongan*. 2019. [Online]. Available: <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/91130>
- [4] M. N. A. Zulfikar, "Kerusakan Ekologi Laut Akibat Eksploitasi Industri Disorot Tajam Intelektual Muda Muhammadiyah Lamongan," www.malangtimes.com. [Online]. Available: <https://www.malangtimes.com/baca/253883/20211112/075600/kerusakan-ekologi-laut-akibat-eksploitasi-industri-disorot-tajam-intelektual-muda-muhammadiyah-lamongan>
- [5] F. Mubarak, "Bahaya Mikroplastik di Pesisir Lamongan Diperlukan Solusi Penanganan," mongabay.co.id. [Online]. Available: <https://mongabay.co.id/2020/09/25/bahaya-mikroplastik-di-pesisir-lamongan-diperlukan-solusi-penanganan/>
- [6] Ahmad, "Adaptasi Ekologi Dan Persepsi Masyarakat Pesisir Dalam Upaya Konservasi Mangrove Di Dusun Klayar Desa Sidokelar Kecamatan Paciran Kabupaten Lamongan (Adaptation of Public Perceptions of Coastal Ecology and Conservation Efforts In Mangroves In Hamlet Klayar," vol. 15, no. 3, pp. 29–36, 2012.
- [7] F. Ainun, "Pembangunan Tanam Seribu Mangrove Bersama Masyarakat," beritajatim.com. [Online]. Available: <https://beritajatim.com/pembangunan-tanam-seribu-mangrove-bersama-masyarakat>
- [8] P. B. Sutjipto, Y. R. Al Mauludy, A. Z. Aulia, and W. D. Susanti, "Penerapan Konsep Arsitektur Berkelanjutan Pada Bangunan Perkantoran Intiland Tower Surabaya," *Semin. Nas. Arsit. Pertamanan 2023 – UPN "Veteran" Jawa Timur*, pp. 26–38, 2023.
- [9] M. Fadil and E. Setyowati, "Pendekatan Desain Bangunan Berkelanjutan Dan Berketahanan Pada Desain Marine Education Center Dan Research Laboratory Di Kawasan Taman Nasional Kepulauan Seribu," *Agora J. Penelit. dan Karya Ilm. Arsit. Usakti*, vol. 21, no. 2, pp. 167–186, 2023, doi: 10.25105/agora.v21i2.18437.
- [10] J. F. McLennan, "The Philosophy of Sustainable Design: The Future of Architecture," Kansas City, Mo. : Ecotone. [Online]. Available: https://tawaharoa.victoria.ac.nz/discovery/fulldisplay?docid=alma9911328794002386&context=L&eid=64VUW_INST:VUWNUI&lang=en&adaptor=Local Search Engine&tab=all&query=any
- [11] P. Sassi, *Strategies for Sustainable Architecture*. 2006.
- [12] P. B. Panchal, "Sustainable Material Sourcing for Marine and Coastal Infrastructure : Challenges and Innovations," *Quest Journals Res. Mech. Eng.*, vol. 11, no. 3, pp. 49–57, 2025, doi: 10.35629/8185-11034957.
- [13] Lupitasari, "Pusat Informasi dan Pengembangan Pariwisata di Kabupaten Kebumen (Pendekatan Arsitektur Tropis)," 2016.
- [14] Muthia, "Pusat penelitian dan pengembangan biota laut di selayar," p. hlm. 10, 2021.
- [15] E. Mckinley, T. Acott, and K. L. Yates, "Marine social sciences : Looking towards a sustainable future," *Environ. Sci. Policy*, vol. 108, no. October 2019, pp. 85–92, 2020, doi: 10.1016/j.envsci.2020.03.015.
- [16] A. Ashadi, *Arsitektur bentuk fungsi makna b f m*, no. January. 2021.
- [17] F. Pascalis, "Perancangan laboratorium dasar terpadu universitas tanjungpura," vol. 6, pp. 13–30, 2018.
- [18] L. Madrazo, "The concept of type in architecture An inquiry into the nature of architectural form," 1995, doi: <https://doi.org/https://doi.org/10.3929/ethz-a-001503629>.

- [19] M. M. LAHUO, "Pusat penelitian dan teknologi kelautan di kota Gorontalo dengan konsep climatic architecture," *RADIAL J. Perad. sains, rekayasa dan Teknol. Sekol. Tinggi Tek. Bina Taruna Gorontalo*, vol. 5, no. 1, pp. 65–71, 2019.
- [20] Latuconsina et al., "Peran Penting Pengelolaan Perikanan Laut Berkelanjutan bagi Kelestarian Habitat dan Kemanfaatan Sumber Daya," pp. 1–22, 2023, doi: 10.55981/brin.908.c751.
- [21] BRIN, *Pengelolaan Sumber Daya Perikanan Laut Berkelanjutan*. 2023. doi: <https://doi.org/10.55981/brin.908>.
- [22] D. Mumovic and M. Santamouris, *A HANDBOOK OF SUSTAINABLE BUILDING DESIGN*. 2019.
- [23] N. F. Chikmawati, "PENGELOLAAN WILAYAH PESISIR DAN PULAU-PULAU KECIL DI INDONESIA (Dalam Perspektif Perlindungan Hukum bagi Hak-hak Ekonomi Masyarakat Tradisional)," *J. Huk.*, vol. Vol. 4 No., no. 27, 2013.
- [24] A. Hamzah, A. Arifin, S. Abdullah, Salim, M. N. H. Mohd, and I. Junaid, "EMPOWERMENT OF COASTAL COMMUNITIES THROUGH MARINE TOURISM : A FUNCTIONAL APPROACH," *J. Malaysian Inst. Planners*, vol. 22, no. 6, pp. 329–343, 2024.
- [25] H. Boyer, A. Bastide, and P. Lauret, "Building energy efficiency and thermal comfort in tropical climates Presentation of a numerical approach for predicting the percentage of well-ventilated living spaces in buildings using natural ventilation," *Energy Build.*, vol. 38, pp. 1093–1103, 2006, doi: 10.1016/j.enbuild.2005.12.005.
- [26] A. J. Jagad and D. H. Praswanto, "Kaji Eksperimental Penggunaan Panel Surya Untuk Sumber Energi Penggerak Mesin Parut Kelapa," *J. MESIN Mater. MANUF AKTUR DAN ENERGI*, vol. 2, no. 2, pp. 1–11, 2021.
- [27] M. Tawfik, A. S. Shehata, A. Ali, and H. Mohamed, "Renewable solar and wind energies on buildings for green ports in Egypt," pp. 47602–47629, 2023, doi: 10.1007/s11356-023-25403-z.
- [28] D. A. Halim, "EKOLOGI MARINE," 2020, *academia.edu*. [Online]. Available: https://www.academia.edu/44387019/EKOLOGI_MARINE
- [29] Hasim, "Mangrove Ecosystem, Seagrass, Coral Reef: its Role in Self-Purification and Carrying Capacity in Coastal Areas," *Int. J. Pap. Adv. Sci. Rev.*, vol. 2, no. 1, pp. 37–49, 2021, doi: <https://doi.org/10.47667/ijpasr.v2i1.93>.
- [30] B. Halwani, S. Net, B. Ouddane, and J. Halwani, "A review of the most popular systems for greywater treatment," *Desalin. Water Treat.*, vol. 135, pp. 124–132, 2018, doi: 10.5004/dwt.2018.22968.
- [31] V. G. P. J. Paryoko, "Struktur dan Konstruksi sebagai Gagasan Eksplorasi Bentuk Bangunan dalam Studio Perancangan Arsitektur," *Sinektika J. Arsit.*, vol. 19, no. 1, pp. 48–58, 2022, doi: 10.23917/sinektika.v19i1.15962.
- [32] T. Narwadan et al., "Strategi pengelolaan sumber daya perikanan berkelanjutan di era modern," vol. 01, pp. 46–52, 2024.
- [33] S. H. Saputra and S. Rukayah, "Penerapan Konsep Sustainable Architecture Pada Bangunan Gedung Kantor Balai Karantina Pertanian Kelas I Semarang," *J. Arsit. ARCADE*, vol. 8, no. 1, pp. 98–104, 2024, doi: 10.31848/arcade.v8i1.3404.
- [34] E. R. Silalahi, "Strategi Adaptasi Masyarakat Pesisir terhadap Dampak Perubahan Iklim," *J. Kaji. Ruang*, vol. 4, no. 2, pp. 185–196, 2024.
- [35] S. Hidayatullah and Anisa, "Kajian Prinsip Arsitektur Berkelanjutan Pada Bangunan Perkantoran (Studi Kasus: Gedung Utama Kementerian Pupr)," *J. Arsit. Zo.*, vol. 5, no. 3, pp. 521–530, 2022.
- [36] M. Abuseif, "Exploring Influencing Factors and Innovative Solutions for Sustainable Water Management on Green Roofs : A Systematic Quantitative Review," pp. 294–327, 2023.
- [37] Pynkyawati et al., "Desain Pola Sirkulasi Bangunan Multifungsi Ditinjau Dari Segi Keamanan Dan Kenyamanan Pengguna Bangunan The Bellagio Residences Jakarta," vol. 4, no. 1, pp. 1–14, 2016.
- [38] Pradipta et al., "PERENCANAAN LABORATORIUM, STUDIO, DAN WORKSHOP PENDIDIKAN

- TEKNIK BANGUNAN FKIP UNS DENGAN KONSEP GREEN ARCHITECTURE,” vol. 6, no. 2, pp. 39–51, 2020.
- [39] A. S. B. Y Akmal, “Identification and productivity of lobster catching (*Panulirus spp*) in Aceh Jaya Identification and productivity of lobster catching (*Panulirus spp*) in Aceh Jaya,” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 2023, doi: 10.1088/1755-1315/1221/1/012006.
- [40] Sappewali, Sukmawati, C. S. Tanri, and S. Aminah, “Efektivitas Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Berdasarkan Parameter Chemical Oxygen Demand, Total Solid Suspended dan Derajat Keasaman di Perusahaan X Kabupaten Gowa,” *J. Ilmu Alam dan Lingkungan.*, vol. 15, no. 1, pp. 58–64, 2024.
- [41] L. P. H. & J.-U. Schröder-Hinrichs, “Maritime and marine : synonyms , solitudes or schizophrenia ?,” pp. 173–176, 2014, doi: 10.1007/s13437-014-0072-y.
- [42] F. Yılmaz, “Safety – Security Analysis of Maritime Surveillance Systems in Critical Marine Areas,” pp. 1–23, 2023.
- [43] S. D. Ramdani, “REVITALISASI PEMANFAATAN WIND POWER SEBAGAI UPAYA UNTUK MENDUKUNG KEMANDIRIAN LISTRIK NASIONAL,” *Pros. Kongr. Teknol. Nas. 2016*, pp. 25–27, 2016.
- [44] P. M. and M. S. Michael Bauer, *Green Building – Guidebook for Sustainable Architecture*. Heidelberg Dordrecht London New York, 2009. doi: 10.1007/978-3-642-00635-7.
- [45] S. N. Kirana and W. Sunarya, “Exploring the Application of Restorative Environment Design in Coastal Area,” *J. Archit. Res. Des. Stud.*, vol. 8, 2024, doi: 10.20885/jars.vol8.iss2.art6.
- [46] R. Sivasankar et Al., “A STUDY ON WATER CONSERVATION ASPECTS OF GREEN BUILDINGS,” pp. 832–836, 2016, doi: 10.21276/lsa.2016.2.6.8.
- [47] UNEP, “Report of the 2022 United Nations Conference to Support the Implementation of Sustainable Development Goal 14: Conserve and sustainably use the oceans, seas and marine resources for sustainable development,” no. July, 2022.
- [48] W. Zhao *et al.*, “Optimisation of island integrated energy system based on marine renewable energy,” vol. 5, pp. 2161–2179, 2025, doi: 10.1016/j.fmre.2024.11.022.