

Fasilitas Wisata Edukasi Tambak Ramah Lingkungan di Kota Pasuruan

Christina Natalia Gunawan dan Anik Juniwati
 Program Studi Arsitektur, Universitas Kristen
 Petra Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya
 christinatalia1812@gmail.com; ajs@petra.ac.id



Gambar. 1.1 Perspektif bangunan (*bird-eye view*) Fasilitas Wisata Edukasi Tambak Ramah Lingkungan di Kota Pasuruan

ABSTRAK

Fasilitas Wisata Edukasi Tambak Ramah Lingkungan di Kota Pasuruan merupakan perancangan fasilitas rekreasi sekaligus pembelajaran bahwa ekosistem mangrove, tambak, dan bangunan dapat berjalan bersamaan di lahan yang sama tanpa saling menggantikan. Sehingga fasilitas diharapkan dapat menggugah kesadaran masyarakat melalui pengalaman interaktif dan langsung mengenai tahapan tambak ramah lingkungan menggunakan elemen desain yang ramah lingkungan. Selain itu, fasilitas ingin mempertahankan tambak eksisting pada site sehingga memerlukan sistem struktur bangunan yang khusus. Maka pendekatan struktur dan konstruksi material ramah lingkungan yaitu bambu sehingga memperoleh bentuk dan pengalaman ruang berkarakter tambak dan ramah lingkungan. Kemudian pendalaman struktur kombinasi apung dan panggung dipilih untuk memberi contoh penerapan struktur di kondisi tanah tambak yang dipengaruhi pasang surut air laut sehingga tidak mengganggu aktivitas pada bangunan. Desain struktur diwujudkan melalui struktur kombinasi apung dan panggung sehingga bangunan dapat bergerak naik turun mengikuti kondisi pasang surut air laut di Pesisir Utara Jawa. Dengan demikian, fasilitas diharapkan dapat menjadi pelopor pengaplikasian tambak ramah lingkungan serta pengaplikasian struktur bangunan yang tidak mengganggu tambak dalam beroperasi.

Kata Kunci : bambu, mangrove, ramah lingkungan, struktur apung-panggung, tambak.

1.PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Adanya fenomena konversi lahan mangrove menjadi tambak menjadi faktor utama Indonesia menduduki peringkat pertama negara dengan laju kerusakan hutan mangrove tercepat di dunia menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2018 (Hafsyah, 2020). Sedangkan hal tersebut berbanding terbalik dengan pernyataan Presiden Joko Widodo bahwa hutan mangrove terluas di dunia ada di Indonesia (Nugraheny, 2021).

Fenomena konversi guna lahan hutan mangrove menjadi lahan budi daya tambak juga terjadi di Kota Pasuruan sehingga dari tahun 1981 hingga tahun 2008, Kota Pasuruan harus kehilangan 433,09 hektare lahan hutan mangrove menjadi lahan budi daya tambak atau sekedar ditebangi secara liar untuk dijual oleh warga sekitar (Muryani et al., 2011). Menurut data Badan Pusat Statistik Kota Pasuruan tahun 2015, total luas hutan mangrove yang tersisa di Kota Pasuruan hanya sekitar 14,329 hektare.

Hal tersebut dikarenakan dengan adanya perubahan guna lahan mangrove menjadi lahan budi daya tambak, maka hutan mangrove kehilangan berbagai fungsinya bukan hanya

fungsi ekonomis ketika dijual, namun juga fungsi fisiknya untuk menstabilkan kondisi pantai dari abrasi, juga fungsi biologisnya sebagai habitat bagi berbagai fauna akuatik maupun nonakuatik sehingga secara tidak langsung nantinya akan mengurangi hasil tangkapan ikan dan biota laut lainnya serta menambah resiko abrasi akibat rusaknya ekosistem mangrove (Gunarto, 2004).

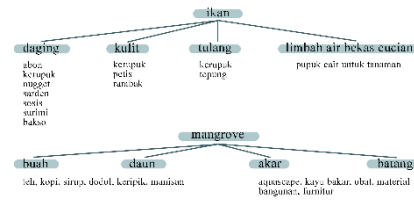
Salah satu upaya yang saat ini sedang digalakkan untuk menengahi masalah konversi guna lahan mangrove menjadi tambak adalah budi daya tambak ramah lingkungan atau *silvofishery*. Budi daya dilakukan dengan cara menanam mangrove pada area tambak dan menggunakan bahan produksi yang tidak merusak atau membahayakan bagi konsumen dan lingkungan.



Gambar 1.2 Jenis tambak sylvofishery (empang parit, jalur, tanggul, komplangan)
Sumber: Sualia et al., 2010

Dengan adanya sistem ini, maka penduduk bukan hanya tetap dapat menjalankan usahanya dalam budi daya tambak, namun kualitas tambak juga dapat meningkat serta dapat mencegah erosi dan intrusi air laut ke daratan yang dapat membahayakan bagi tambak. Selain itu petambak juga dapat memperoleh keuntungan sampingan dari penjualan hasil panen mangrove yang ditanam pada tambak (Sualia et al., 2010).

Upaya lain yang dapat dilakukan untuk menunjang adanya tambak ramah lingkungan adalah sistem pengolahan hasil tambak yang juga memperhatikan lingkungan. Pengolahan hasil tambak seringkali meninggalkan begitu banyak limbah sisa pemotongan karena tidak termanfaatkan dengan baik. Salah satu sistem yang dapat digunakan untuk menangani hal tersebut adalah sistem zero waste. Pengolahan hasil perikanan secara zero waste merupakan upaya memanfaatkan seluruh bagian hasil perikanan sehingga dapat lebih menarik minat beragam masyarakat untuk membeli hasil olahan perikanan serta mengurangi limbah sisa pengolahan (Yusuf et al., 2018).



Gambar 1.3 Pengolahan zero waste ikan dan mangrove

Maka dari itu diperlukan fasilitas yang bukan sekedar menjadi destinasi wisata saja namun juga dapat mengedukasi tentang bahaya konversi guna lahan mangrove menjadi tambak. Selain itu juga memberi contoh proses tahapan dan penerapan budi daya tambak ramah lingkungan serta proses pengolahan hasil panen tambak serta mangrove yang juga ramah lingkungan sehingga secara bersamaan dapat meningkatkan kualitas perekonomian petambak sekaligus menjaga ekosistem mangrove yang sempat tersingkirkan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diangkat dalam perancangan ini adalah bagaimana mendesain fasilitas pembelajaran sekaligus rekreasi mengenai proses tambak ramah lingkungan dengan menggunakan elemen desain yang juga ramah lingkungan serta bagaimana menggunakan struktur bangunan yang tidak mengganggu tambak operasional pada site.

1.3 Tujuan Perancangan

Tujuan perancangan proyek ini adalah menggugah kesadaran pengunjung melalui pengalaman suasana ekosistem mangrove yang mulai tersisih akibat konversi lahan serta menjadi pelopor pengaplikasian tambak ramah lingkungan dan struktur bangunan yang tidak mengganggu tambak beroperasi.

2. PERANCANGAN TAPAK

2.1 Data dan Lokasi Tapak



Gambar 2.1. Lokasi tapak

Data Tapak
 Nama jalan : Jl. Pantai, Kel. Mandaranrejo,
 Kec. Panggunrejo,
 Kota Pasuruan, Jawa Timur.
 Status lahan : Tambak operasional
 Luas lahan : 19.300 m²
 Tata guna lahan : Pariwisata alam
 GSB : 7 meter KDH : 40%
 KDB : 60% KLB : 0.8 poin

2.2 Analisa Tapak



Gambar 2.2. Analisa sekitar tapak.

Tapak dikelilingi jalan pematang (B) yang tidak terakses kendaraan dan juga Jl. Lingkar Utara (A) yang beraspal. Tapak berbatasan dengan tambak warga, pantai hutan mangrove, dan Jl. Lingkar Utara sehingga view tidak terhalang dari berbagai sudut dan terdapat potensi angin untuk dikembangkan. Namun hal tersebut membuat keempat sisi tapak terpapar panas dan udara cenderung lembab.

Kondisi tapak berupa tambak operasional yang sangat dipengaruhi pasang surut Laut Pesisir Utara Jawa. Kedalaman tambak 40cm berkarakter lempung berpasir karena merupakan bekas hutan mangrove. Perbedaan elevasi pasang surut cukup besar yaitu sekitar 0-290cm. Jenis vegetasi mangrove di hutan mangrove sekitar didominasi jenis tinjang, api-api, dan bogem.

3. PERANCANGAN BANGUNAN

3.1 Pendekatan Perancangan

Pendekatan struktur dan konstruksi material ramah lingkungan dipakai untuk memperoleh bentuk dan pengalaman ruang berkarakter

tambak dan ramah lingkungan. Material utama yang dipilih adalah bambu karena merupakan material alam yang memiliki waktu panen 10 kali lebih cepat dari kayu dan tidak perlu ditanami kembali setelah dipanen. Bambu juga identik dengan material yang dipakai di tambak seperti pukat dan tanggul. Namun tanpa perlakuan khusus, bambu hanya tahan maksimal 5 tahun karena rentan terhadap kumbang bubuk, cuaca, dan mudah terbakar. Selain itu, kuat sambung bambu rendah dan mudah pecah jika dipaku sehingga digunakan sambungan dengan tali ijuk dengan pengecekan untuk dikencangkan berkala (Suriani, 2018).

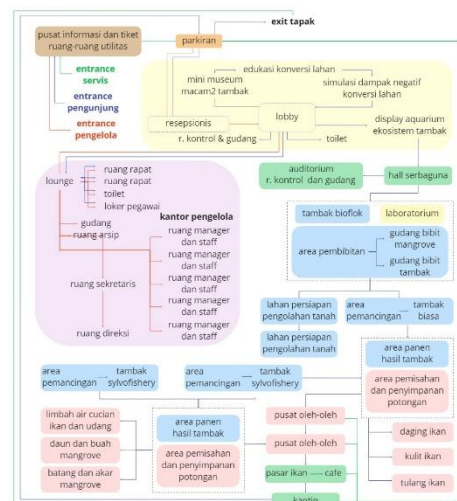
- Metode pengawetan bambu dan kayu
- Rendaman dingin
 - Rendaman panas
 - Rendaman panas dingin
 - Diberdirikan terbalik
 - Difusi
 - Bucherie
 - Bucherie-Morisco
 - Vertical Soak Difusion
 - Vakum tekan
 - Pengasapan
 - Perendaman di air sungai dan laut

Gambar 3.1 Analisa pengawetan bambu.

Sumber: Suriani, 2018

Oleh karena itu, dilakukan analisa cara pengawetan bambu seperti pada Gambar 3.1. Kemudian dipilih pengawetan alami dengan cara perendaman dalam air laut terlebih dahulu sehingga cocok jika diaplikasikan sebagai struktur bangunan yang terendam di air tambak.

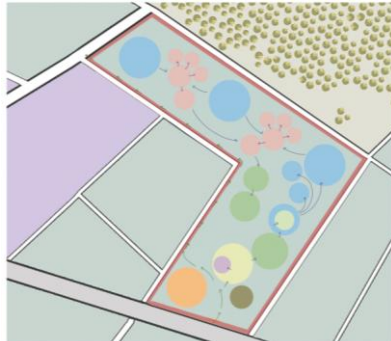
3.2 Zoning dan Program Ruang



Gambar 3.2 Program ruang dan sirkulasi

Fasilitas mengutamakan pengunjung untuk mengalami setiap urutan proses edukasi sehingga dipilih sirkulasi linier dengan beberapa jalan pintas untuk servis seperti pada Gambar 3.2. Sedangkan zoning antar massa

ditentukan dari kedekatan fungsi dan urutan tahap edukasi. Zoning yang bersinggungan merupakan gabungan kelompok edukasi yang terkait sehingga menjadi satu massa seperti pada Gambar 3.3 Berikut.



Pola sirkulasi linier sehingga pengunjung dapat mengalami tiap tahap edukasi namun juga disertai shortcut untuk memudahkan servis dan kondisi darurat.

Gambar 3.3 Zoning dan sirkulasi

Sehingga secara garis besar, pembagian dan alur urutan tahap edukasi bagi pengunjung adalah sebagai berikut:

- Area edukasi dasar konversi guna lahan hutan mangrove menjadi tambak dan laboratorium (kuning) dan juga kantor pengelola (ungu).
- Area edukasi tahap budi daya tambak ramah lingkungan (biru), meliputi massa workshop pembibitan dan tambak bioflok, massa workshop pengolahan tanah, serta massa tambak dan pemancingan.
- Area edukasi tahap pengolahan hasil tambak dan mangrove (merah muda), meliputi massa pasca panen yaitu area pemotongan dan pemisahan potongan mangrove dan hasil tambak, massa pengolahan zero waste (daging, kulit, tulang, air bekas cucian ikan dan batang, daun, akar, buah mangrove).
- Fasilitas penunjang (hijau), meliputi massa auditorium dan hall serbaguna, massa cafe dan pasar ikan, serta massa kantin. Serta massa utilitas (cokelat) dan parkir untuk bus, mobil, dan motor (jingga).

3.3 Konsep Perancangan



Gambar 3.4 Pukat tambak tradisional

Untuk ide desain karakter tambak ramah lingkungan, fasilitas didesain dengan memberi kesan familiaritas terhadap ekosistem tambak dan mangrove melalui pengalaman ruang yang tercipta dari bentuk dan material berkarakter pukat tambak tradisional.



Berangkat dari bentuk kubah agar beban hujan dapat ditransfer dan disalurkan secara merata sehingga tidak mengganggu stabilitas bangunan.

Atap dilubangi agar dapat memaksimalkan pencahayaan alami ke tengah bangunan (tidak hanya dari sisi saja).

Kulit bangunan dibuat cekung untuk memaksimalkan bentuk pukat. Tengah lantai dilubangi selain untuk pencahayaan, juga agar hujan dapat segera dialirkan ke tambak site.

Tengah massa diberi core untuk mengarahkan hujan dan mengikat balok lantai serta agar dapat memaksimalkan bentang lebar bangunan.



Massa pemancingan diberi bukaan lebih besar karena kebutuhan fungsi tambak yang outdoor namun tetap menaungi pemancing.

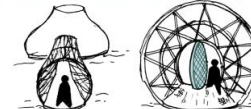
Gambar 3.5 Transformasi bentuk massa

Transformasi bentuk setiap massa mempertimbangkan stabilitas bangunan karena berada di atas tambak serta untuk memaksimalkan bentuk pukat seperti pada Gambar 3.5 sehingga beban dari air hujan dapat segera dialirkan ke tambak site namun massa tetap dapat memiliki banyak bukaan.

Sirkulasi penghubung antar massa horizontal berupa jembatan lorong bambu.



Entrance tiap massa berupa pintu pivot.



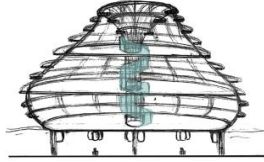
Gambar 3.6 Sirkulasi horizontal antar massa



Gambar 3.7 Perspektif sirkulasi horizontal ke massa tambak dan pemancingan

Sirkulasi horizontal penghubung antar massa berupa jembatan lorong bambu apung yang menghubungkan lantai 1 antar massa dengan entrance massa berupa pintu pivot dari bambu seperti pada Gambar 3.6 dan 3.7.

Sirkulasi vertikal tiap massa berupa tangga spiral yang memutar core massa.



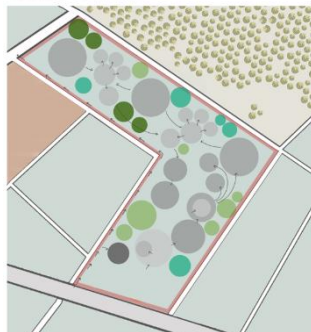
Gambar 3.8 Sirkulasi vertikal tiap massa



Gambar 3.9 Perspektif sirkulasi vertikal massa edukasi dasar

Sedangkan sirkulasi vertikal setiap massa menggunakan tangga spiral yang memutar core seperti pada Gambar 3.8 dan Gambar 3.9.

Tambak dibagi menjadi 2 yaitu untuk pemancingan (dalam bangunan) dan diluar bangunan (ekstisting). Kedua jenis tambak digunakan sebagai contoh aplikasi pengenalan tambak ramah lingkungan yaitu dengan mengkombinasikan tambak dan mangrove bersamaan.



Gambar 3.10 Aplikasi vegetasi mangrove pada tambak

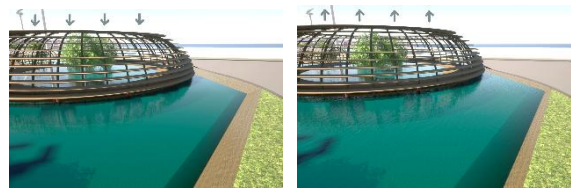
Digunakan 3 jenis mangrove sebagai aplikasi pengenalan jenis mangrove dalam tambak ramah lingkungan yaitu jenis tinjang,, api-api, dan bogem seperti pada gambar 3.10 yang merupakan jenis vegetasi mangrove yang ada di sekitar. Mangrove diaplikasikan pada tambak site dan juga pada bagian tengah massa pemancingan.

Selain itu, pada tapak terdapat potensi angin yang dapat dimanfaatkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu sehingga dapat menjadi opsi listrik selain PLN. Standar kecepatan angin yang diperlukan agar turbin

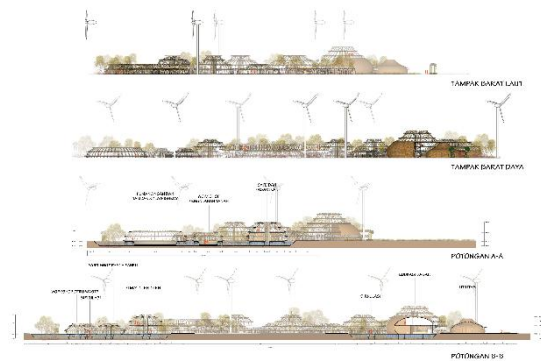
angin dapat beroperasi adalah 4m/s sedangkan pada tapak, rata-rata kecepatan anginnya adalah 6m/s . Terdapat syarat jarak antar turbin yaitu lima kali diameter baling-baling sehingga pada tapak terdapat 9 turbin dengan diameter baling-baling 14 meter. Sehingga energi listrik dari PLTB dapat digunakan sebagai pengganti sumber listrik pada saat malam hari.

4. PENDALAMAN DESAIN

Pendalaman struktur kombinasi apung dan panggung dipilih untuk memberi contoh penerapan struktur di kondisi tanah tambak yang dipengaruhi pasang surut air laut sehingga tidak mengganggu aktivitas pada bangunan. Desain struktur diwujudkan melalui struktur kombinasi apung dan panggung sehingga bangunan dapat ikut bergerak naik turun mengikuti kondisi pasang surut air laut di Pesisir Utara Jawa.



Gambar 4.1 Perspektif massa ketika kondisi surut (kiri) dan pasang (kanan)



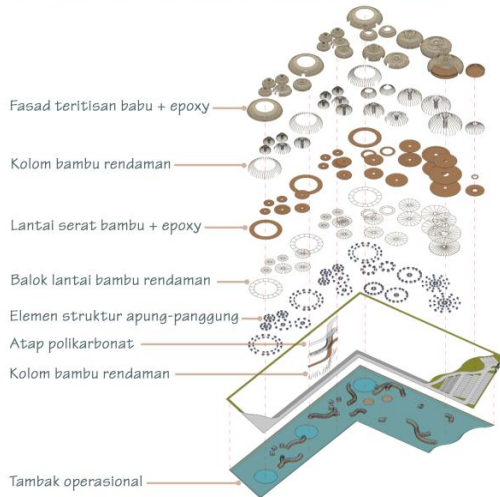
Gambar 4.3 Potongan dan tampak tapak

Seperti pada Gambar 4.3, terdapat tiga bagian yang akan didetailkan lebih lanjut untuk merespon dan menunjang ide desain struktur dan konstruksi ramah lingkungan yang digunakan dimana tambak, mangrove, dan bangunan dapat tetap beroperasi dan tidak merusak satu sama lain.

4.1 Sistem Struktur

Struktur bambu yang digunakan pada tapak adalah kombinasi dari struktur apung dan struktur panggung sehingga tidak merusak dan mengganggu tambak serta mangrove pada tapak dimana beban setiap massa langsung disalurkan ke tanah serta ikan pada tambak dapat tetap beraktivitas bebas pada bagian bawah bangunan.

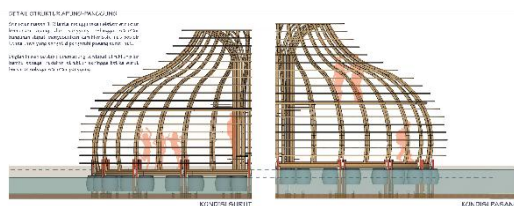
Menggunakan kombinasi sistem struktur apung-panggung agar tidak merusak dan mengganggu tambak operasional yang dipertahankan.



Gambar 4.4 Isometri struktur

Skema penyaluran bebannya seperti pada Gambar 4.4 dimulai dari beban hujan pada fasad teritisan serta dari lantai bangunan disalurkan ke kolom dan balok bambu awetan, kemudian disalurkan ke elemen struktur apung-panggung kemudian disalurkan ke tanah tambak melalui pilar bambu statis. Sedangkan untuk penyaluran beban jembatan gantung dan massa edukasi dasar yang memiliki 3 lantai, menggunakan struktur panggung sehingga beban langsung disalurkan kolom bambu ke tanah tambak.

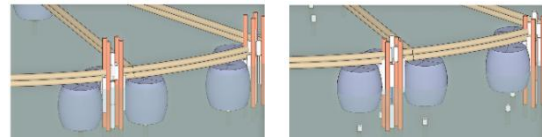
4.2 Detail Struktur Apung-Panggung



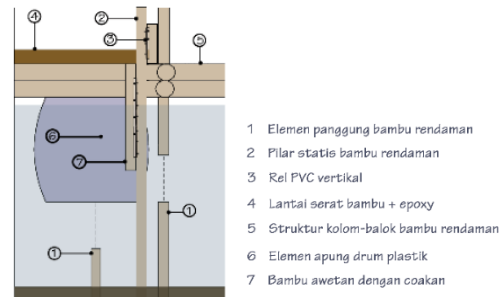
Gambar 4.5 Perbandingan kondisi struktur apung-panggung pada kondisi pasang (kanan) dan surut (kiri)

Struktur apung-panggung diaplikasikan pada massa dengan 1-2 lantai serta pada

jembatan apung sehingga dapat menyesuaikan kondisi pasang surut air laut agar tambak tidak terganggu oleh bangunan dan bangunan tidak terendam air tambak ketika terjadi pasang.



Gambar 4.6 Perspektif struktur apung-panggung pada kondisi pasang (kanan) dan kondisi surut (kiri)

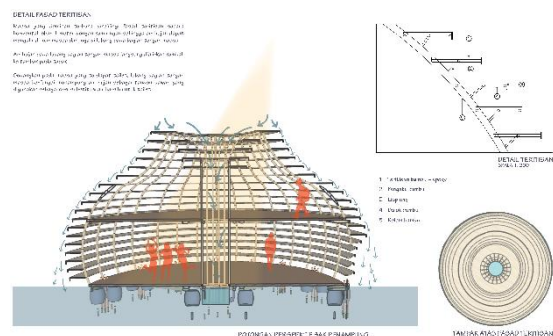


Gambar 4.7 Detail struktur apung-panggung

Ketika kondisi air laut sedang pasang, struktur berfungsi menjadi struktur apung melalui elemen apung berupa drum plastik sehingga bangunan tidak terendam air tambak. Drum terkait dengan pilar bambu yang dihubungkan dengan pilar bambu statis menggunakan rel vertikal sehingga dapat bergerak naik turun. Pilar statis berfungsi menyalurkan beban bangunan ke tanah sehingga elemen apung tidak bekerja terlalu keras agar bangunan dapat mengapung.

Sedangkan pada kondisi air laut surut, struktur berfungsi menjadi struktur panggung dimana elemen apung akan duduk di elemen panggung dari pilar bambu di bawahnya sehingga bangunan tidak menyentuh tanah tambak dan air tidak masuk serta ikan masih dapat berenang di bawah bangunan.

4.3 Detail Fasad



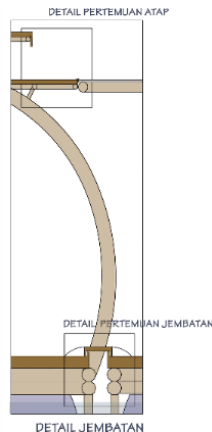
Gambar 4.8 Detail fasad

Fasad didesain menanggapi bentukan massa yang cenderung terbuka karena ingin memaksimalkan pencahayaan dan penghawaan alami dalam bangunan sebagai respon kondisi site yang panas dan lembab serta ingin memaksimalkan bentuk dan pengalaman ruang dari pukat tambak tradisional.

Fasad setiap massa berupa bidang teritisan dari serat bambu yang telah dilapisi epoxy yang diberi sedikit kemiringan dan mengitari bagian luar serta bagian tengah void massa sehingga selain menjadi pembayangan, fasad juga berfungsi agar air hujan dapat langsung dialirkan di luar massa dan tengah void menuju ke tambak site seperti pada Gambar 4.8. Sedangkan untuk massa yang memiliki toilet, air hujan yang mengalir pada bagian tengah void ditampung menjadi opsi air bersih untuk toilet.

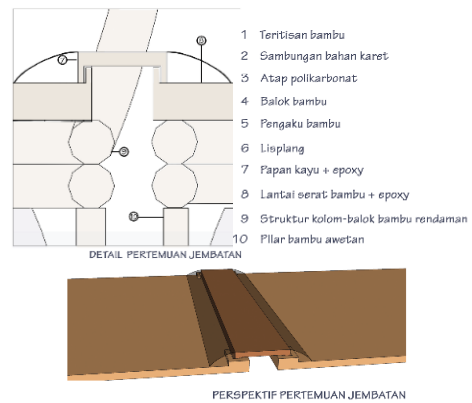
4.4 Detail Pertemuan Jembatan dan Massa

DETAIL PERTEMUAN JEMBATAN
 Setiap massa dihubungkan dengan jembatan yang juga berstruktur apung-panggung.
 Untuk menghindari beda ketinggian yang dapat menyebabkan patah, maka struktur dibuat terpisah dan dipertemukan dengan bidang sambung yang fleksibel terhadap gerak naik dan turun setiap massa.



Gambar 4.9 Detail pertemuan jembatan dan massa

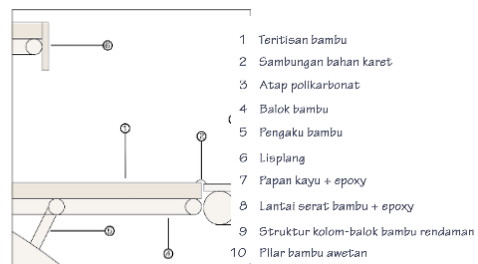
Tiap massa dihubungkan dengan jembatan yang juga menggunakan struktur apung-panggung sehingga dapat menimbulkan resiko patah apabila terjadi perbedaan ketinggian massa akibat gelombang air pada tambak ketika terjadi pasang surut air laut. Maka struktur dibuat terpisah dan dipertemukan oleh bidang sambung yang fleksibel terhadap gerak vertikal pada atap dan lantai massa dengan jembatan seperti pada Gambar 4.9.



Pada pertemuan bidang papan kayu dan lantai bambu dibuat saling terkait sehingga tidak bergerak ke arah horizontal.
 Pada pertemuan teritisan dan atap polikarbonat dipasang sambungan berbahan karet elastis sehingga ketika berbeda ketinggian, air hujan tidak merembes ke bagian dalam massa dan jembatan.

Gambar 4.10. Detail pertemuan lantai jembatan dan massa

Pertemuan lantai massa dan jembatan seperti pada Gambar 4.10, menggunakan bidang sambung berupa papan kayu yang saling terkait dan fleksibel terhadap gerak vertikal pada pertemuan bagian lantai massa dengan jembatan. Papan kayu kemudian dilapisi oleh karet agar pengunjung tidak tersandung akibat beda elevasi secara tiba-tiba.



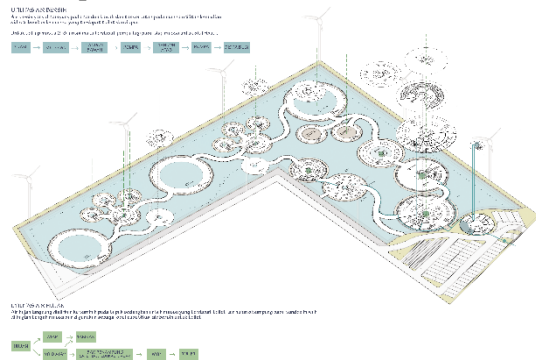
Gambar 4.11 Detail pertemuan atap jembatan dan massa

Sedangkan pertemuan teritisan massa dan atap jembatan seperti pada Gambar 4.11, menggunakan bidang sambung berbahan karet yang elastis namun kedap air sehingga ketika terjadi beda ketinggian, air hujan tidak merembes masuk ke celah sambungan.

5. SISTEM UTILITAS TAPAK

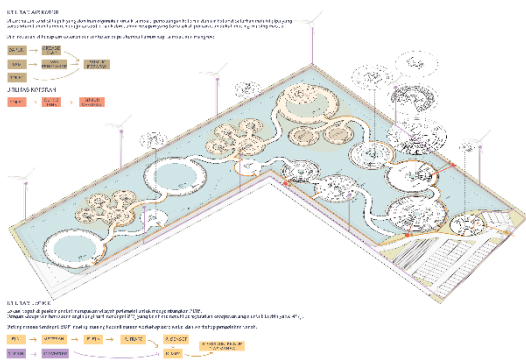
Sistem utilitas air bersih menggunakan sistem downfeed dengan tandon bawah dan tandon atas berada di massa utilitas, kemudian didistribusikan ke massa yang memerlukan air bersih seperti massa edukasi dasar, hall, kantin dan cafe. Untuk sistem utilitas air hujan terbagi menjadi dua yaitu pada massa yang memiliki toilet dan tidak memiliki toilet. Pada massa yang tidak memiliki toilet, air hujan yang mengenai fasad bangunan langsung dialirkan

ke tambak site. Sedangkan pada massa yang memiliki toilet, air hujan yang masuk melalui bagian tengah void ditampung untuk opsi air bersih pada toilet.



Gambar 5.1 Sistem utilitas air bersih dan air hujan

Utilitas air kotor terbagi menjadi 3 sumber yaitu dari dapur yang terlebih dahulu disalurkan ke grease trap, lab yang terlebih dahulu disalurkan ke septic tank, dan toilet. Ketiganya kemudian disalurkan ke sumur resapan. Sedangkan kotorannya disalurkan ke masing-masing septic tank pada perkerasan terdekat masing-masing massa. Untuk utilitas listrik dibagi menjadi dua sumber yaitu dari PLN dan PLTB berupa turbin angin pada tapak. Energi listrik dari turbin disimpan kemudian didistribusikan sebagai opsi sumber listrik ketika malam hari pada tapak. SDP terdapat di masing-masing massa kecuali massa pengolahan hasil dan massa pengolahan tanah, dimana SDP terdapat pada massa pasca panen dan massa tambak pemancingan.



Gambar 5.2 Sistem utilitas air kotor, kotoran dan listrik

6. KESIMPULAN

Perancangan “Fasilitas Wisata Edukasi Tambak Ramah Lingkungan di Kota Pasuruan” ingin memberi contoh bahwa hutan mangrove, tambak, dan bangunan dapat diwadahi bersama tanpa saling merusak dan

menggantikan karena tambak tidak terganggu oleh bangunan dan bangunan tidak terendam sebagai solusi dan respon banjir akibat pasang serta penerapan material ramah lingkungan seperti bambu menjadi material konstruksi yang unik dan tahan lama apabila diawetkan.

Fasilitas juga dapat ambil bagian menyuarakan pentingnya sistem tambak ramah lingkungan sehingga dapat mengurangi laju kerusakan hutan mangrove di Indonesia, memberi edukasi pada petambak mengenai pengolahan hasil tambak secara maksimal yang akan mengurangi limbah sisa potongan, dan mengedukasi potensi angin menjadi PLTB. Sehingga, kualitas perekonomian petambak sekitar dapat ditingkatkan dan menjaga ekosistem mangrove yang sempat tersingkirkan.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Kota Pasuruan. (2015). Daftar hutan kota di kota pasuruan, 2013. Retrieved from <https://pasuruankota.bps.go.id/statictable/2015/03/05/591/daftar-hutan-kota-di-kota-pasuruan-2013.html>

Gunarto. (2004). Konservasi mangrove sebagai pendukung sumber hayati perikanan pantai. *Jurnal Litbang Pertanian*, 23(1), 15-21. Retrieved from https://www.academia.edu/4679031/KONSERVASI_MANGROVE_SEBAGAI_PENDUKUNG_SUMBER_HAYATI_PERIKANAN_PANTAI

Hafsyah, S. S. (2020, 28 July). Mangrove: Antara Tambak Udang dan Kelestarian. *Forest Digest*. Retrieved from <https://www.forestdigest.com/detail/693/mangrove-antara-tambak-udang-dan-kelestarian>

Muryani, C., Ahmad, A., Nugraha, S., & Utami, T. (2011). Model pemberdayaan masyarakat dalam pengelolaan dan pelestarian hutan mangrove di pantai pasuruan jawa timur. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, 18 (2), 75-84. doi:10.22146/jml.18812

Nugraheny, D. E. (2021). Jokowi: indonesia punya hutan mangrove terluas di dunia, wajib kita pelihara. *Kompas*. Retrieved from <https://nasional.kompas.com/read/2021/09/28/19545381/jokowi-indonesia-punya-hutan-mangrove-terluas-di-dunia-wajib-kita-pelihara>

Sualia, I., Priyanto E. B., & Suryadiputra I. N. N. (2010). Panduan pengelolaan budidaya tambak ramah lingkungan di daerah mangrove. *Wetlands International – Indonesia Programme*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/341433108_Panduan_Pengelolaan_Budidaya_Tambak_Ramah_Lingkungan_di_Daerah_Mangrove

Suriani, Efa. (2018). Kajian terhadap variasi metode dan bahan pengawet pada proses pengawetan bambu-kayu di Indonesia. *Emara – Indonesian Journal of Architecture*, 4(1), 61. doi:doi.org/10.29080/emara.v4i1.338

Yusuf, N., Hamzah, S. N., Lamadi, A., & Kadim, M. K. (2018). Diversifikasi pengembangan produk hasil perikanan. *Bone Bolango, Gorontalo: CV. Athra Samudra*.