

PENERAPAN EKOLOGI DALAM PERANCANGAN PUSAT KONSERVASI RAWA PENING DI KABUPATEN SEMARANG

Lois, Suparno, Kusumaningdyah Nurul Handayani

Prodi Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta

lois.ldp8@gmail.com

Abstrak

Rawa Pening memiliki beberapa fasilitas yang sudah terbangun berupa kawasan warung apung untuk memancing, bertani ikan, mencari enceng gondok, dan istirahat. Akan tetapi, fasilitas tersebut masih tidak belum memadai, tertata rapi, dan dicemari banyak sampah. Selain itu, ruang penelitian dan edukasi/pelatihan belum dibangun. Kawasan konservasi perairan dikelompokkan menjadi tiga yaitu zona inti (penelitian dan edukasi/pelatihan), pemanfaatan sumber daya, serta pengelolaan. Perancangan pusat konservasi Rawa Pening dihasilkan melalui metode penelitian deskriptif korelasi, yang menekankan pada pencarian data dan hubungan terhadap variabel lain (kajian teori). Penerapan ekologi diwujudkan dalam pengolahan lansekap kawasan dengan pola keanekaragaman hayati dan perbaikan model ekosistem perairan; desain elemen bangunan menggunakan prinsip sistem kenyamanan ruang dan bahan baku ekologis (lokal dan tahan lama); sistem utilitas menggunakan energi lokal, perubahan energi alternatif menjadi air bersih dan listrik, serta daur ulang air. Hasil desain pusat konservasi yang ekologis adalah pengolahan lansekap (taman ekologis dan vegetasi filtrasi, tempat pemancingan, karamba, dermaga, kolam laboratorium); tata massa bangunan menyesuaikan arah angin rawa dan memberi bukaan; tampilan bangunan berbentuk organik; material lokal digunakan (bambu, kayu sengon, enceng gondok, dan alang-alang); struktur apung dan pondasi tiang pancang cerucuk; sistem utilitas menggunakan mesin filtrasi air rawa, biofilter anaerob aerob, dan biogas (enceng gondok dan sampah organik).

Kata kunci: ekologi arsitektur, pusat konservasi, Rawa Pening

1. PENDAHULUAN

Rawa Pening termasuk kategori danau di Indonesia yang memiliki kondisi kritis. Danau tersebut terletak di Kabupaten Semarang, Jawa Tengah. Fungsi utama Rawa Pening sebagai sumber PLTA, irigasi, dan pengendali banjir. Namun, sisa penebangan hutan di bukit, air limbah industri, dan pestisida pada sawah pasang surut di tepi rawa mengakibatkan pertumbuhan vegetasi air di Rawa Pening. Populasi vegetasi terbanyak di Rawa Pening adalah enceng gondok (*Eichornia crassipes*). Dampak persebaran enceng gondok yang menutupi sebagian besar permukaan perairan adalah pendangkalan, penurunan kualitas air danau, dan penurunan produktivitas perikanan. Upaya penanganan kerusakan ekosistem Rawa Pening perlu dilakukan ("Langkah Nyata Gerakan Penyelamatan Danau Rawa Pening," 2011).

Banyak peneliti telah mengamati keadaan Rawa Pening. Hasil pengamatan mereka dapat digunakan sebagai perumusan kebijakan, pengelolaan, dan konservasi danau. Akan tetapi, fasilitas penelitian dan edukasi masih belum dibangun. Sementara itu, masyarakat lokal yang hidup di sekitar rawa adalah pihak yang sudah berpengalaman dalam memanfaatkan sumber daya alam di Rawa Pening. Beberapa kegiatan yang biasa dilakukan masyarakat lokal adalah menangkap dan budidaya ikan, mencari enceng gondok sebagai bahan kerajinan, usaha warung apung, dan jasa perahu. Keadaan bangunan yang mewadahi kegiatan masyarakat lokal kurang teratur dan memadai. Masyarakat lokal akan berperan langsung dalam konservasi Rawa Pening secara berkelanjutan. Pemerintah juga mendukung perancangan pusat konservasi Rawa Pening yang diatur dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor PER30/MEN/2012 tentang Rencana Pengelolaan dan Zonasi Kawasan Konservasi Perairan (Menteri Kelautan dan Perikanan

Republik Indonesia, 2010). Oleh karena itu, pusat konservasi Rawa Pening perlu dibangun dengan pembagian tiga zona utama yang saling berintegrasi yaitu zona inti edukasi/pelatihan, zona pemanfaatan sumber daya, dan zona pengelola.

Zona penelitian dan edukasi/pelatihan disediakan untuk mewadahi kegiatan penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa, dosen, dan peneliti lain. Akan tetapi, fasilitas yang mendukung kegiatan tersebut belum tersedia. Dalam rangka konservasi alam di Danau Rawa Pening, perancangan wadah penelitian dengan penyediaan ruang laboratorium, penyimpanan dokumen-dokumen mengenai Danau Rawa Pening, dan pemberian edukasi / pelatihan perlu dibangun. Melalui perancangan tempat edukasi dan penelitian, pemanfaatan sumber daya alam, perbaikan, dan konservasi lingkungan perairan dapat dilakukan secara bijaksana. Oleh karena itu, zona penelitian menjadi zona utama. Zona pemanfaatan sumber daya telah diwadahi secara sederhana oleh masyarakat lokal. Sebagian besar warung apung menyediakan makanan bagi para pemancing/pengunjung. Pengelola warung apung juga memiliki karamba-karamba sebagai tempat beternak ikan di danau. Untuk menunjang kedua area di atas, zona ini akan membantu manajemen konservasi danau. Banyak perahu tersedia untuk disewakan. Zona tersebut akan dirancang dengan perbaikan tata letak bangunan dan pengembangan lansekap perairan. Sedangkan zona pengelola merupakan zona yang mewadahi kegiatan para pengelola sebagai pengendali operasional kawasan konservasi supaya terorganisir lebih baik.

Pendekatan yang sesuai untuk perancangan pusat konservasi Rawa Pening adalah ekologi. Ekologi dalam arsitektur adalah pembangunan rumah atau tempat tinggal sebagai kebutuhan kehidupan manusia dalam hubungan timbal balik dengan lingkungan alamnya. Perencanaan arsitektur ekologis dipengaruhi oleh keadaan lingkungan alam dan aktivitas masyarakat sekitar untuk menjaga lingkungannya (Frick & Suskiyatno, 2007). Desain bangunan yang ekologis akan menyesuaikan karakter fisik kawasan warung yang telah dibangun dan ikut membantu dalam pemecahan permasalahan-permasalahan lingkungan setempat. Terdapat tiga konsep utama ekologi arsitektur dalam perancangan pusat konservasi Rawa Pening. Pertama, pengolahan lansekap daratan dan perairan dengan meresponi potensi-potensi alam di sekitarnya. Kedua, desain elemen bangunan (struktur, material, tata massa dan tampilan bangunan) yang meresponi iklim, berasal dari daerah setempat dan tahan lama, serta pemilihan sistem utilitas dengan penggunaan energi lokal yang dapat diperbaharui dan dihilangkan daur ulang.

Prinsip ekologi yang digunakan dalam mengolah lansekap adalah meniru ekosistem alam yang mencirikan pola keanekaragaman hayati dan memperbaiki ekosistem perairan yang rusak. Perancangan lansekap yang ekologis akan memperhatikan program kegiatan masyarakat lokal. Sementara itu, dasar desain elemen bangunan adalah penggunaan bahan ekologis estetika bentuk lokal/tradisional dan kenyamanan ruang yang meresponi iklim (Shu-Yang, Freedman, & Cote, 2004). Penggunaan bahan baku ekologis berasal dari sumber alam lokal, mengutamakan penggunaan bahan yang dapat diperbaharui, dan struktur yang memiliki daya tahan terhadap lingkungan setempat/perairan rawa. Perancangan sistem utilitas bangunan menggunakan prinsip ekologi mengenai sistem perubahan energi untuk dimanfaatkan (Mitsch, 2004). Sistem tersebut menggunakan energi lokal yang dapat diperbaharui untuk dijadikan sebagai sumber energi alternatif. Pemakaian energi alternatif dapat memaksimalkan restorasi ekologi dan mengoptimalkan potensi alam. Selain itu, perubahan energi dalam sistem utilitas bangunan yang ekologis bertujuan untuk mengurangi, menggunakan kembali, dan mendaur ulang energi. Prinsip-prinsip ekologi tersebut akan membentuk bangunan yang ramah lingkungan dan meningkatkan pengembangan upaya konservasi perairan secara berkelanjutan.

Melalui penerapan ekologi dalam perencanaan dan perancangan pusat konservasi Rawa Pening, konsep desain yang berintegrasi dengan masyarakat lokal dan kondisi lingkungan perairan dapat tercapai. Konsep tersebut memberikan ide perancangan arsitektural dalam program pemerintah tentang pembangunan kawasan konservasi Rawa Pening. Ruang lingkup perancangan pusat konservasi Rawa Pening dibatasi dengan bidang arsitektur dan penerapan kajian ekologi.

2. METODE PENELITIAN

Perancangan pusat konservasi Rawa Pening dihasilkan melalui metode penelitian deskriptif korelasi yaitu mengumpulkan data secara aktual dan menghubungkan kepada kajian teori (Sudjana, Nana, & Ibrahim, 2007). Pengumpulan data dilakukan dengan pencarian data lapangan (observasi, wawancara, dokumentasi) dan literatur (teori pendekatan ekologi dalam perancangan arsitektur). Kemudian data diolah melalui analisis arsitektur dengan menghubungkan pendekatan ekologi. Beberapa tahap yang dilakukan adalah perumusan masalah dan tujuan, studi literatur, studi lapangan, analisis arsitektur, perencanaan dan perancangan (lihat Gambar 1).

Teori-teori ekologi yang dipilih dalam perancangan pusat konservasi Rawa Pening berdasarkan tiga permasalahan utama yaitu pengolahan lansekap, desain elemen bangunan (bentuk, struktur, material), dan sistem utilitas berkelanjutan. Prinsip ekologi yang digunakan untuk pengolahan lansekap adalah meniru keanekaragaman dan memperbaiki ekosistem. Kemudian analisis arsitektur menghasilkan pengolahan lansekap dengan biodiversitas, rehabilitasi, dan pemetaan potensi sekitar *site*. Prinsip ekologi yang digunakan untuk desain elemen bangunan adalah bentuk lokal dan organik, struktur tahan terhadap kondisi rawa dan iklim, serta pemilihan material lokal. Prinsip tersebut akan mengacu kepada analisis tata masa, tampilan, struktur, dan material bangunan. Prinsip terakhir yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan sistem utilitas berkelanjutan adalah penggunaan energi terbarukan/potensi alam dan sistem daur ulang energi. Pemanfaatan potensi-potensi sekitar *site* sebagai kunci penentuan sistem utilitas air dan listrik yang peduli terhadap konservasi perairan.

Tahap perumusan masalah yang dipengaruhi oleh faktor pendukung, potensi lingkungan, serta latar belakang. Tahap kedua adalah studi literatur mempelajari kajian teori sebagai dasar studi lapangan dan analisis arsitektur. Data-data yang dibutuhkan diperoleh melalui buku, jurnal, *e-book*, laporan penelitian, dan undang-undang. Tahap studi lapangan adalah melakukan observasi (aktivitas yang akan diwadahi dan kondisi lingkungan), wawancara (masyarakat lokal yang mengelola sumber daya, paguyuban/komunitas setempat, pemerintah daerah/pusat), dokumentasi (pengambilan gambar dan video). Tahap selanjutnya adalah analisis arsitektur dengan pendekatan ekologi (kajian teori). Pada tahap tersebut hubungan antara pendekatan dan data lapangan akan diolah menjadi konsep perencanaan dan perancangan.



Gambar 1

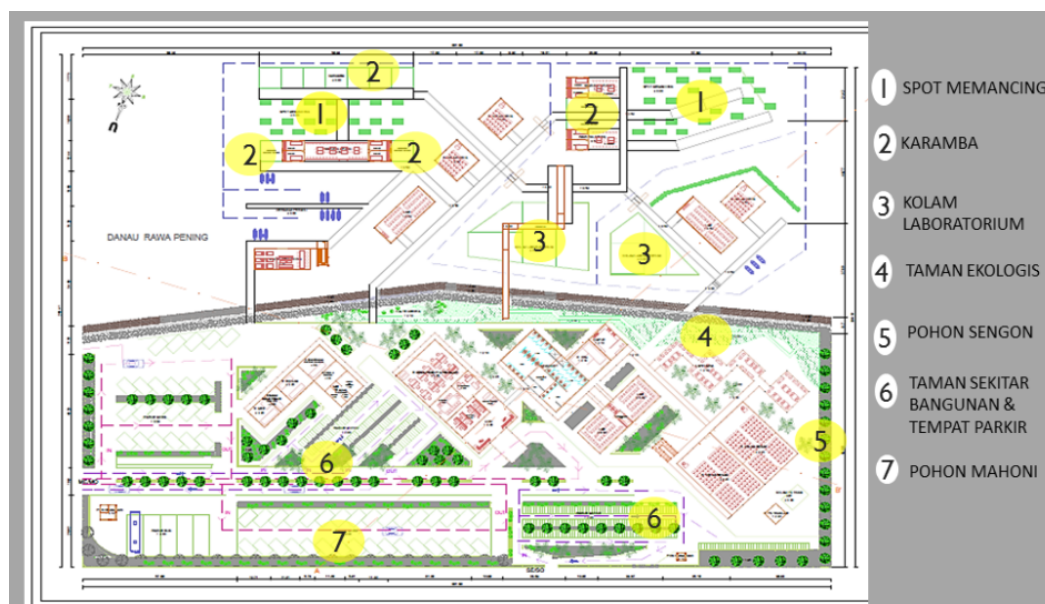
Skema Metode Penelitian Deskriptif Korelasi pada Perancangan Pusat Konservasi Rawa Pening dengan Pendekatan Ekologi

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi perancangan pusat konservasi Rawa Pening berada di sekitar kawasan warung apung, Asinan, Kabupaten Semarang. Terdapat banyak potensi alam Rawa Pening yang telah dikembangkan masyarakat lokal. Di atas perairan Rawa Pening terdapat jaring karamba/branjang, enceng gondok, dan kawasan warung apung (tempat pemancingan). Lansekap daratan dan perairan dibatasi jalur rel kereta api yang ada di tepi daratan. Daratan sekitar tepi rawa terdapat vegetasi lokal dan sawah pasang surut. Potensi-potensi tersebut menjadi modal penting dalam pengolahan lansekap pusat konservasi Rawa Pening yang ekologis. Akan tetapi, fasilitas yang sudah terbangun kurang teratur, misalnya, massa bangunan yang kurang tertata, pencemaran sampah warung apung dan kerang, serta populasi enceng gondok yang semakin menyebar luas.

Prinsip ekologi pertama dalam pengolahan lansekap kawasan adalah meniru ekosistem alami yang dicirikan dalam pola keanekaragaman hayati. Kekayaan lansekap yang telah menjadi dasar pertimbangan perancangan pusat konservasi yang peduli terhadap lingkungan semula. Ekosistem tersebut harus tetap menjadi bagian dalam perancangan. Prinsip kedua pengolahan lansekap yaitu melindungi lingkungan dengan memperbaiki model ekosistem perairan yang rusak. Prinsip tersebut akan menyelesaikan permasalahan lansekap mengenai penataan lansekap kawasan warung apung dan perancangan lansekap tambahan untuk mendukung konservasi danau.

Terdapat dua bagian pengolahan lansekap yaitu daratan dan perairan (lihat Gambar 2). Rel kereta api tetap dipertahankan sebagai jalur kereta wisata sesuai Peraturan Daerah Kabupaten Semarang Nomor 6 tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Semarang tahun 2011-2031 (Pemerintah Kabupaten Semarang, 2011) dan penambahan halte kereta. Lansekap perairan berupa karamba, warung apung, area pemancingan, dan dermaga perahu yang ditata ulang. Vegetasi lokal yang digunakan dalam perancangan pusat konservasi, memiliki fungsi penyaringan (pohon sengon untuk filtrasi tanah dari air rawa yang mengandung nitrogen dan pohon mahoni untuk filtrasi polusi udara bagi pemukiman penduduk di sekitarnya). Enceng gondok diposisikan pada bagian barat kolam laboratorium dan di sekitar tempat untuk memancing sebagai filtrasi air rawa dan tempat berlindung ikan. Taman ekologis dirancang sebagai lahan multikultur untuk menyeimbangkan kandungan tanah yang kurang akibat penggunaan lahan sawah pasang surut (monokultur). Pembuatan kolam laboratorium diletakkan di sebelah barat karena air rawa bergerak dari barat. Kolam tersebut berada di dekat daratan untuk pengelompokan zona inti daratan. Karamba dan tempat pemancingan diletakkan di bagian selatan sebagai tempat masyarakat lokal dalam mengelola lansekap perairan dengan pemandangan yang menarik untuk wisata.



Gambar 2

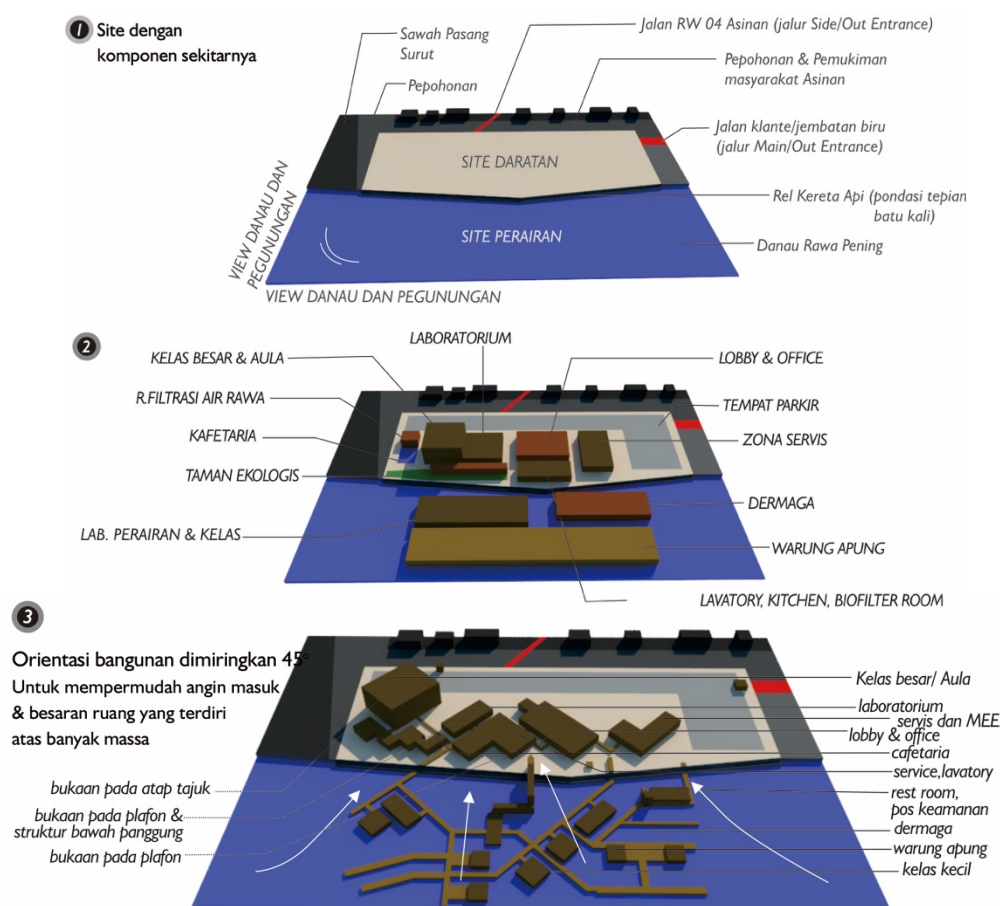
Pengolahan Lansekap Pusat Konservasi Rawa Pening dengan Pendekatan Ekologi

Rawa Pening memiliki perairan pasang surut dengan bangunan warung apung yang sudah dibangun masyarakat setempat. Pondasi batu kali juga telah dibangun sebagai konstruksi jalur rel kereta wisata di tepi rawa. Kondisi tanah di daratan termasuk tanah rawa yang lembab, subur, dan tidak keras. Pemandangan yang dapat dilihat di sekitar *site* adalah sawah pasang surut, perairan Rawa Pening, dan pegunungan yang membentang dari selatan hingga barat laut.

Beberapa prinsip ekologis yang akan diterapkan pada tata massa dan tampilan bangunan yaitu bentuk bangunan lokal/tradisional atau organik yang ada di sekitar *site* dan kenyamanan ruang yang merespon kondisi lingkungan (arah angin, pemandangan, utilitas, kegiatan pengguna). Penggunaan bahan baku ekologis berasal dari sumber alam lokal dan mengutamakan penggunaan bahan yang dapat diperbaharui. Struktur bangunan harus memiliki daya tahan terhadap lingkungan setempat/perairan rawa.

a. Tata Massa Bangunan dalam Kawasan

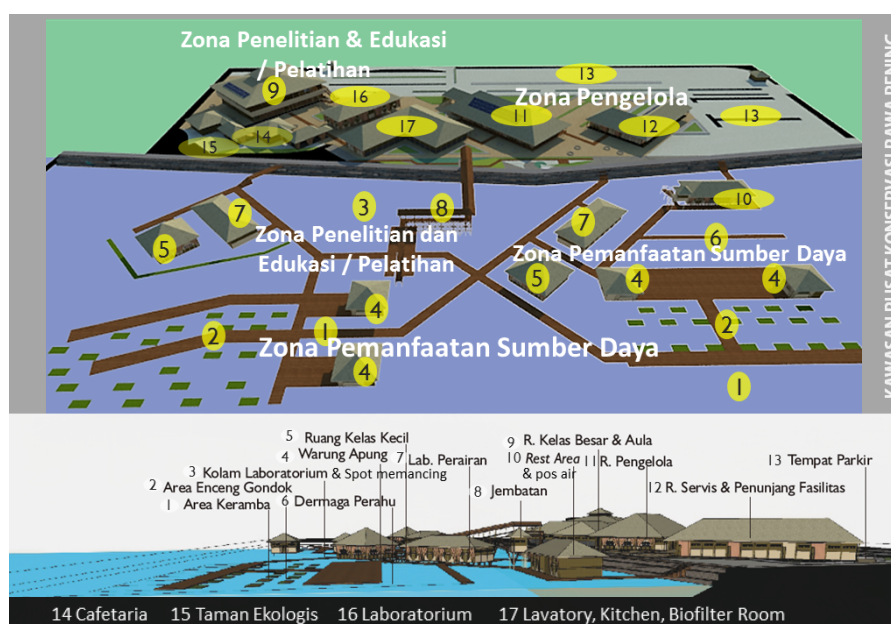
Pola tata massa dalam perancangan pusat konservasi Rawa Pening dibentuk melalui beberapa tahap yaitu kondisi *site* dengan komponen di sekitarnya, penempatan massa bangunan, dan orientasi kawasan (lihat Gambar 3). Massa dipecah menjadi beberapa bagian karena menyesuaikan lansekap perairan dan pemukiman masyarakat yang tidak memiliki bentuk massa masif dan bertingkat. Pada bagian barat daya memiliki potensi pemandangan danau dan pegunungan. Sistem sanitasi berada di bagian tengah untuk efisiensi pemipaan. Sistem filtrasi air bersih berada di bagian barat untuk mengambil air rawa yang akan diolah menjadi air toilet dan air siram tanaman. Ruang filtrasi air bersih berada di sebelah barat untuk mengambil air rawa sebagai bahan baku yang lebih berkualitas. Kafetaria berada di dekat taman ekologis untuk mendapatkan pemandangan menarik. Lobi dan ruang pengelola berada di bagian tengah untuk mempermudah navigasi pengunjung jika mencari informasi.



Gambar 3
Diagram Perancangan Pusat Konservasi Rawa Pening dengan Pendekatan Ekologi

Ruang mekanikal elektrik, bahan bakar perahu, dan pupuk berada di bagian timur karena berhubungan dengan teknologi biogas (enceng gondok dan sampah organik). Enceng gondok dikumpulkan dari dermaga perahu. Ruang kelas dan laboratorium (daratan) berada diantara sistem filtrasi air bersih dan kotor untuk memberikan jarak ruang filtrasi air bersih (sebelah barat) dan air kotor (sebelah timur). Sedangkan laboratorium dan kelas perairan berada di bagian tengah dan dekat daratan sehingga proses kegiatan penelitian dan edukasi/pelatihan terpusat atau menyatu dengan bagian daratan. Dermaga perahu berada di sebelah timur kawasan untuk mempermudah hubungan dengan klante/jembatan biru dan aksesibilitas masyarakat yang membawa hasil tangkapan menuju tempat parkir. Sedangkan karamba, pemancingan, dan warung apung berada di bagian selatan untuk mendapatkan pemandangan yang indah (sekalius menjadi tempat wisata). Warung apung dan tempat pemancingan berada di bagian tengah untuk menampung kegiatan masyarakat lokal dan pengunjung. Massa diputar sebesar 45° ke arah barat untuk mempermudah pergerakan angin dari danau menuju daratan. Pemutaran massa bangunan dilakukan pada bagian daratan dan sebagian perairan.

Keseluruhan massa tertata rapi di dalam satu kawasan (lihat Gambar 4). Kawasan tersebut terbagi menjadi yaitu zona penelitian dan edukasi/pelatihan (bagian barat), zona pemanfaatan sumber daya (bagian selatan), dan zona pengelola (bagian tengah dan timur). Zona penelitian sebagai zona utama yang terdiri atas daratan dan perairan. Zona pengelola/servis berada di sebelah timur sehingga memudahkan manajemen kedua zona lain. Zona pengelola terdiri atas tiga massa utama. Massa bagian tengah pada zona pengelola berupa ruang lobi, ruang staff, dan ruang pengajar sebagai pengelola utama. Sementara itu, zona servis berkaitan dengan utilitas pengolahan air kotor dan biogas enceng gondok. Pada zona servis, peletakan lavatory dan dapur berdampingan dengan ruang pengolahan air limbah di tengah sehingga memudahkan proses pengolahan air kotor. Sedangkan pengolahan biogas berada di sebelah timur yang berhubungan dengan dermaga enceng gondok pada zona pemanfaatan sumber daya. Hasil olahan biogas disimpan pada ruangan berbeda tetapi masih satu massa seperti ruang pupuk, ruang bahan bakar perahu, dan ruang panel listrik. Zona pemanfaatan sumber daya berkaitan dengan penyediaan ruang masyarakat lokal untuk pekerjaannya seperti petani ikan di karamba, warung apung, mencari enceng gondok dan ikan. Selain itu, zona tersebut memberikan daya tarik khusus pada kawasan (ruang wisata memancing, kuliner, dan menjelajah rawa dengan perahu) bagi para pengunjung.



Gambar 4
Perspektif Atas dan Potongan Kawasan Pusat Konservasi Rawa Pening

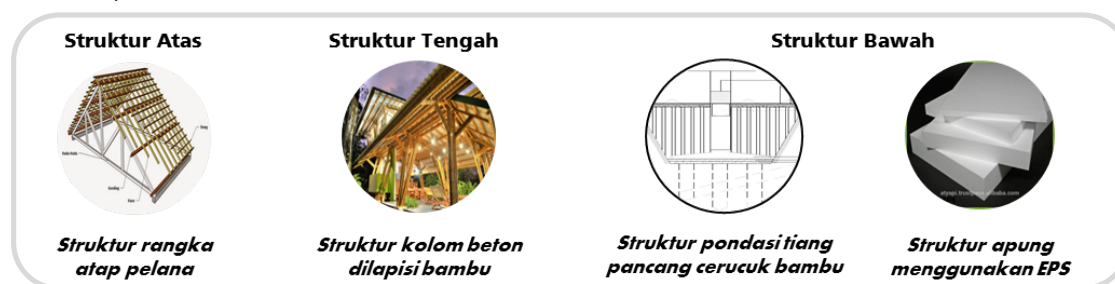
b. Struktur dan tampilan massa bangunan

Pemilihan struktur bangunan disesuaikan dengan lingkungan perairan dan daratan tepi rawa. Struktur bangunan terdiri dari tiga bagian yaitu bagian atas, tengah, dan bawah. Struktur atas menggunakan kuda-kuda dari kayu/bambu. Struktur tersebut merupakan struktur sederhana, tahan lama, dan sesuai dengan identitas lokal (bangunan/pemukiman masyarakat di sekitar *site*). Struktur tengah menggunakan kolom beton. Struktur tersebut memiliki kekuatan tinggi dan mudah ditemukan di sekitar daerah. Struktur bawah di daratan menggunakan pondasi tiang pancang cerucuk bambu karena mampu bertahan di tanah rawa dibanding struktur lain. Selain itu, struktur tersebut memiliki kemudahan dalam pemasangan dan tidak terlalu mengganggu penduduk sekitar dibanding struktur lain. Sedangkan struktur bawah di perairan menggunakan *Foam EPS (Expanded Polystyrene)*. Struktur apung digunakan untuk mengikuti ketinggian pasang surut air rawa. Material tersebut telah banyak digunakan di Indonesia sebagai teknologi struktur apung yang ramah lingkungan, tahan lama, dan mudah dalam pemasangan. Sementara itu, struktur tambahan terdapat pada perancangan jembatan dan dak apung menggunakan kayu. Jembatan layang yang didesain berguna sebagai penghubung *site* daratan dan perairan yang dibatasi oleh rel kereta api wisata (lihat Gambar 5).

Pemilihan tampilan bangunan menggunakan bentuk organik yang berasal dari padi di sekitar *site* dengan bentuk lengkung. Kemudian beberapa variasi bentuk lengkung dan material lokal dirancang untuk dinding bangunan. Setiap massa bangunan dalam kawasan pusat konservasi mempunyai tujuan tertentu. Massa yang menyediakan ruang biofilter, dapur, dan lavatory memiliki lebar selasar 2,5 meter untuk sirkulasi pelajar/masyarakat yang dilatih. Massa yang mewadahi proses pembentukan biogas dibuat dengan sedikit bukaan/tertutup. Bentuk cafetaria didesain dengan dinding terbuka karena berada di tepi rawa/dekat taman ekologis dan dapat memberikan *view* pegunungan di bagian selatan. Massa bangunan laboratorium dan pengelola menggunakan struktur panggung untuk memberikan penghawaan bawah. Bukaan diarahkan ke arah selatan. Bagian atas beberapa massa (lobi dan laboratorium) diberi bukaan untuk penghawaan ruang yang menghadap utara (kurang mendapat angin saat siang hari). Sedangkan massa bangunan kelas besar/aula menggunakan atap tajuk. Kapasitasnya yang besar (200 orang) membuat ruang tersebut memerlukan penghawaan tambahan di bagian tengah. Jembatan berbentuk tektonik dengan ketinggian 4 meter yang terbuat dari kayu sehingga dapat digunakan sebagai jalur kereta api dan jalur perahu. Bagian ujung jembatan (di daratan) diberi tangga spiral. Sedangkan pada sisi lain jembatan dibuat *ramp* menuju ke *site* perairan (lihat Gambar 6).

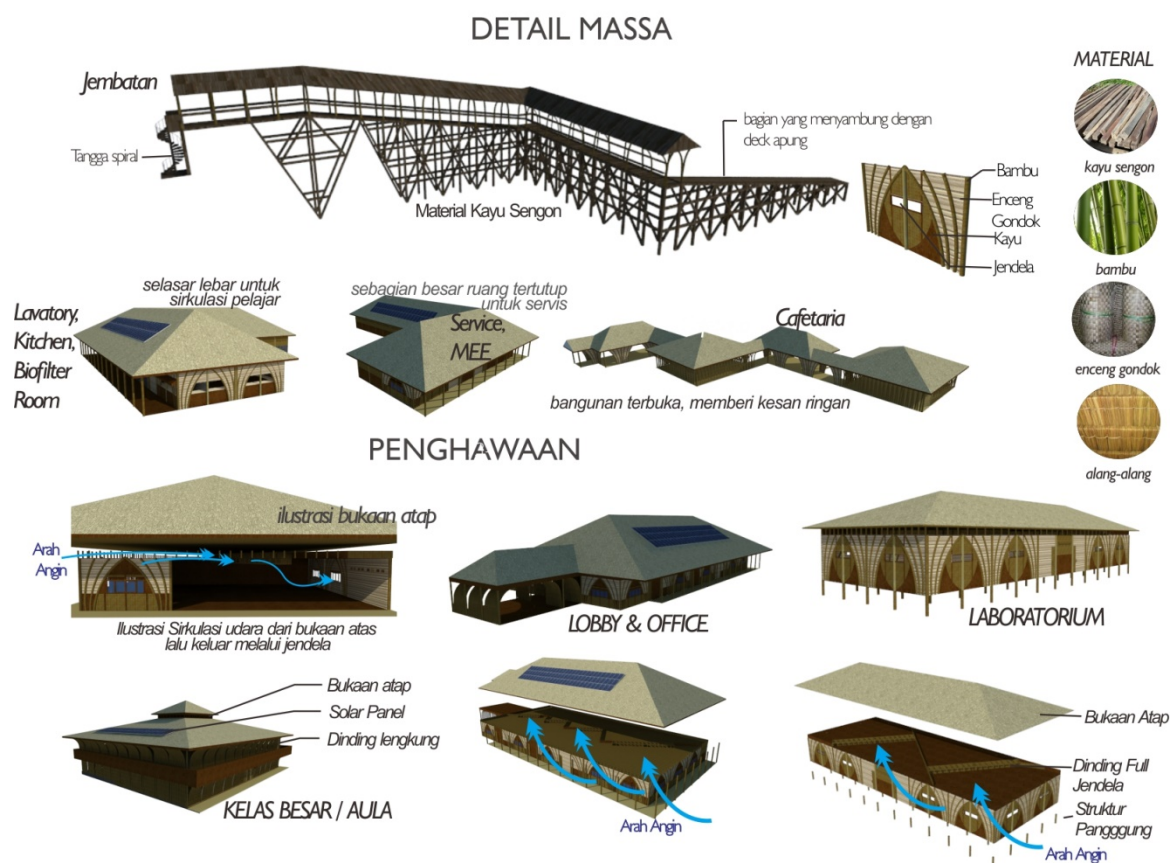
c. Material bangunan

Material yang dipilih menekankan pada tahan lama, hemat, dan bahan baku lokal. Material dinding dan rangka atap yang dipilih sebagai dinding adalah bambu, kayu, dan anyaman enceng gondok. Material-material tersebut adalah material alam yang mudah ditemukan di sekitar *site* mudah diperbaharui. Pada bagian atap bangunan, material yang digunakan adalah alang-alang. Alang-alang mencirikan tradisional dan menyejukkan ruang dengan teknologi yang dapat membuat bahan tersebut lebih tahan terhadap serangga, panas matahari, dan air hujan (lihat Gambar 6).



Gambar 5

Struktur Atas, Tengah, dan Bawah pada Pusat Konservasi Rawa Pening



Gambar 6
Massa-Massa Bangunan pada Pusat Konservasi Rawa Pening

Potensi alam Rawa Pening terkenal dengan pertumbuhan enceng gondok yang terus meledak. Enceng gondok telah dikelola menjadi pupuk dan bahan baku kerajinan. Namun, populasi tumbuhan tersebut masih dapat digunakan menjadi produk lain, seperti teknologi biogas enceng gondok. Selain itu, cahaya matahari bersinar cukup banyak di daerah tropis. Potensi tersebut dapat dijadikan sebagai sumber listrik alternatif melalui *solar system*. Air rawa yang telah dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik dapat dijadikan sumber air bersih yang harus difiltrasi terlebih dahulu.

Perancangan sistem utilitas bangunan menggunakan prinsip ekologi mengenai sistem perubahan energi yang dimanfaatkan dan penghematan sumber daya untuk mengurangi kerusakan ekosistem. Selain itu, pemanfaatan energi dengan bahan baku lokal dan penggunaan sistem daur ulang energi menjadi dasar perancangan utilitas pusat konservasi Rawa Pening. Prinsip-prinsip tersebut akan membantu sistem pengelolaan bangunan secara berkelanjutan (lihat Gambar 7).

a. Sistem Pengolahan Air Kotor dan Air Bersih

Sistem filtrasi air bersih menggunakan mesin filtrasi air yang dapat diminum. Akan tetapi, bahan baku air rawa akan dijadikan air toilet, dapur, dan laboratorium. Air rawa dipompa menuju ruang filtrasi. Kemudian air dimasukkan ke dalam rangkaian mesin filtrasi yang dapat menyaring zat besi, mangan, zat organik, deterjen, bau, senyawa phenol, dan logam berat. Selain bahan baku air rawa, sumber air dari PDAM tetap digunakan untuk mencukupi kebutuhan air bersih kawasan pusat konservasi Rawa Pening.

Sistem filtrasi air kotor memakai biofilter anaerob aerob. Tujuan sistem ini adalah mencegah pencemaran langsung yang terjadi dan penggunaan air yang bisa didaur ulang kembali. Keunggulan sistem ini adalah biaya operasional yang murah, pengelolaan yang mudah, tidak memerlukan lahan yang luas, dapat menurunkan senyawa nitrogen dan fosfor sehingga tidak membuat eutrofikasi atau pencemaran perairan. Air limbah *black water* (dari toilet) dan *grey water* (dari cucian dan wastafel) serta air hujan (dialirkan menuju bak kontrol terlebih

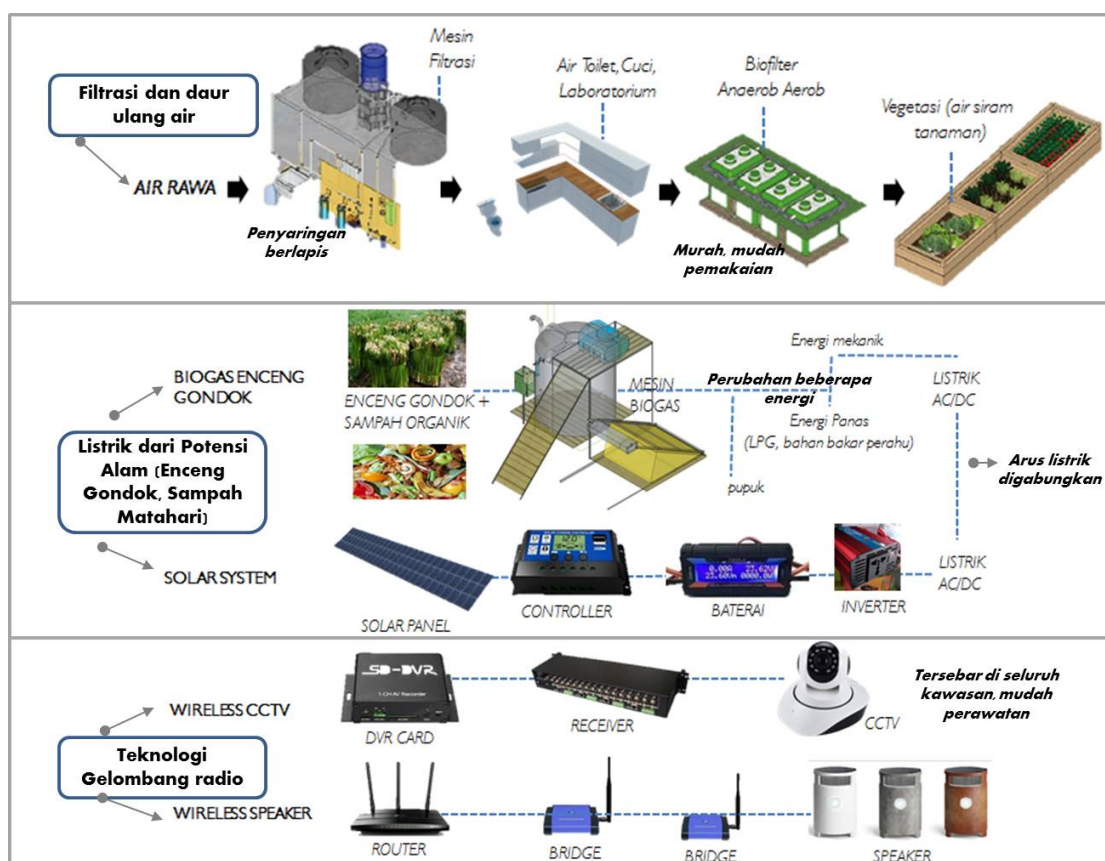
dahulu) dimasukkan ke dalam tangki pengolahan. Proses biofilter terdiri dari dua yaitu anaerob dan aerob. Pada proses anaerob polutan organik yang berada di dalam air limbah, terurai menjadi beberapa gas tetapi masih ada kandungan amoniak dan gas hidrogen sulfida. Untuk membuat air tersebut menjadi layak kembali digunakan, air diproses kembali menggunakan biofilter aerob. Melalui tahap tersebut, polutan organik yang masih ada akan terurai menjadi gas karbon dioksida, nitrat, sulfat, dan air. Hasil filtrasi air limbah dapat dijadikan sebagai air siram tanaman.

b. Sistem Perubahan Energi Listrik

Selain menggunakan PLN, sumber energi listrik alternatif menggunakan enceng gondok dan tenaga surya. Kedua potensi tersebut dipilih karena mudah didapat dan dapat diperbaharui (lihat Gambar 6). Sampah organik dan enceng gondok dimanfaatkan sebagai bahan baku biogas. Enceng gondok dapat dimanfaatkan menjadi sumber listrik melalui pengembangan teknologi biogas. Sampah organik juga ditambahkan sebagai bahan baku biogas. Mesin biogas dapat mengubah enceng gondok dan sampah organik menjadi pupuk, energi mekanik, dan energi panas. Kemudian energi mekanik akan digerakkan oleh generator untuk menghasilkan listrik AC/DC. Sedangkan energi panas dapat dijadikan LPG dan bahan bakar perahu.

Cahaya matahari yang bersinar menuju ke arah barat saat siang hari dapat mempengaruhi peletakkan posisi solar panel di sebelah barat. *Solar panel* berada di atas beberapa massa bangunan (daratan). Kemudian panel tersebut disambungkan ke *controller*, baterai, *inverter*. Listrik yang dihasilkan akan digabungkan dengan listrik dari biogas (enceng gondok dan sampah organik) serta jaringan PLN.

Teknologi nirkabel juga dipilih dengan memanfaatkan koneksi *bluetooth* dan gelombang radio. Keunggulan perangkat nirkabel adalah kemudahan pemasangan instalasi, hemat energi, dan biaya pemeliharaan bangunan. Penggunaan *wireless cctv* untuk sistem keamanan kawasan dan *wireless speaker* untuk memberikan informasi maupun hiburan musik di seluruh kawasan.



Gambar 7

Sistem Utilitas Air dan Listrik dalam Perancangan Pusat Konservasi Rawa Pening

4. KESIMPULAN

Penerapan ekologi yang digunakan dalam perancangan pusat konservasi Rawa Pening yaitu:

- a. Pengolahan lansekap kawasan dengan pola keanekaragaman hayati dan perbaikan model ekosistem perairan. Penataan lansekap perairan yang lebih rapi untuk zona pemanfaatan sumber daya dan perancangan ruang penelitian/edukasi. Taman ekologis di tepi rawa ditambahkan untuk memperbaiki kualitas tanah (lahan sawah pasang surut). Vegetasi lokal dimanfaatkan sebagai komponen bangunan (material dinding) dan filtrasi tanah serta udara.
- b. Desain elemen bangunan menggunakan prinsip sistem kenyamanan ruang dan bahan baku ekologis (lokal dan tahan lama). Tata massa bangunan menyesuaikan arah angin rawa (dari selatan) dan memberi bukaan (bagian utara) untuk kenyamanan ruang secara maksimal. Tampilan bangunan berbentuk organik dari padi di sekitar *site*. Material lokal (bambu, kayu sengon, enceng gondok, dan alang-alang) digunakan pada tampilan bangunan. Struktur bangunan yang dipilih adalah tahan lama terhadap kondisi di sekitar danau. Pondasi darat menggunakan tiang pancang cerucuk bambu. Pondasi perairan menggunakan *Foam EPS (Expanded Polystyrene)*. Struktur kolom menggunakan beton. Struktur atap menggunakan kayu.
- c. Sistem utilitas (air dan listrik) menggunakan energi lokal, perubahan energi alternatif menjadi air bersih dan listrik, serta mendaur ulang air kotor. Sistem air bersih memanfaatkan mesin filtrasi air rawa menjadi air toilet, cuci, dan laboratorium. Sistem sanitasi menggunakan biofilter anaerob aerob untuk mengolah *grey water* menjadi air siram tanaman. Sedangkan sumber listrik alternatif memanfaatkan *solar system* dan enceng gondok yang diolah menjadi biogas. Biogas enceng gondok juga dapat dijadikan pupuk, bahan bakar perahu, dan LPG.

Kelebihan penelitian penerapan ekologi dalam perancangan pusat konservasi Rawa Pening adalah melestarikan keanekaragaman hayati lingkungan (konservasi) dan memperbaiki kerusakan ekosistem sekitar, memanfaatkan bahan lokal sebagai material dinding, menggunakan struktur yang tahan lama terhadap daerah rawa, serta sistem pengelolaan bangunan menggunakan potensi alam lokal sebagai sumber energi alternatif berkelanjutan. Untuk mengembangkan hasil perancangan pusat konservasi Rawa Pening adalah penelitian lanjutan mengenai teknologi *smartbuilding system* yang ramah lingkungan untuk mempermudah sistem pemeliharaan dalam kawasan.

REFERENSI

- Frick, H., & Mulyani, T. H. (2006). *Arsitektur Ekologis*. Yogyakarta: Kanisius.
- Frick, H., & Suskiyatno, F. B. (2007). *Dasar-Dasar Arsitektur Ekologis*. Yogyakarta: Kanisius.
- Langkah Nyata Gerakan Penyelamatan Danau Rawa Pening. (2011). Retrieved from https://menyelamatkandanauimboto.files.wordpress.com/.../pengantar-materi-kndi-ii_...
- Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2010). Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor PER.30/MEN/2012 tentang Rencana Pengelolaan dan Zonasi Kawasan Konservasi Perairan, 14 p. Retrieved from <http://www.bphn.go.id/data/documents/10pm030.pdf>
- Mitsch, W. J. (2004). *Ecological Engineering and Ecosystem Restoration and History, definitions, and principles*. Ohio USA.
- Pemerintah Kabupaten Semarang. (2011). Peraturan Daerah Kabupaten Semarang No. 6 Tahun 2011.
- Sastrodihardjo, S. (1996). *Limnologi Bagian 1 Aspek Fisika dan Kimia*.
- Shu-Yang, F., Freedman, B., & Cote, R. (2004). Principles and practice of ecological design. *Environmental Reviews*, 12(2), 97–112. <https://doi.org/10.1139/a04-005>
- Sudjana, Nana, & Ibrahim. (2007). *Penelitian dan Penilaian Pendidikan*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.