



Jurnal Arsitektur Zonasi

Journal homepage: <https://ejournal.upi.edu/index.php/jaz>



Implementasi Arsitektur Biomimetik pada Desain Liponsos Keputih Surabaya

Davin Nathaniel Kosasih¹, Heristama Anugerah Putra*², Y.A Widriyakara Setiadi³

^{1, 2, 3} Universitas Katolik Darma Cendika, Surabaya, Indonesia

*Correspondence: E-mail: heristama.putra@ukdc.ac.id

ABSTRACT

Liponsos Keputih Surabaya in 2016-2021 often experienced excess capacity, this was due to the excessive number of PMKS. This excess capacity is the main problem that causes the room and environment in Liponsos Keputih to become humid and stuffy, so that the level of comfort for residents, visitors and officers is very less to carry out activities at Liponsos. Therefore, it is necessary to redesign the Liponsos Keputih Surabaya by applying a biomimetic architectural approach that takes the characteristics of bamboo (a characteristic of the Keputih Surabaya area). The characteristic taken as a design idea is the vertical growth of bamboo, so that the need for space and thermal can be fulfilled properly in the design. The method used in this research is Pahl and Beitz's Systematic Approach research method with qualitative data collection which is then presented by describing the data obtained. The final result, the redesign of Liponsos Keputih comes by applying a vertical pattern to the mass and a radial pattern to the site arrangement obtained from the transformation of bamboo plants. The outdoor space component is allocated for circulation, parking, sports fields, utility areas, and green open spaces.

ARTICLE INFO

Article History:

Submitted/Received 1 September 2022

First Revised 15 Januari 2023

Accepted 20 Mei 2023

First Available online 1 Juni 2023

Publication Date 1 Juni 2023

Keyword:

Liponsos,

PMKS,

Biomimetic Architecture,

bamboo,

systematic approach

ABSTRAK

Liponsos Keputih Surabaya pada tahun 2016-2021 kerap mengalami kelebihan kapasitas, hal ini disebabkan karena jumlah PMKS yang berlebihan. Kelebihan kapasitas ini menjadi masalah utama yang menyebabkan ruangan maupun lingkungan dalam Liponsos Keputih menjadi lembab dan pengap, sehingga tingkat kenyamanan penghuni, pengunjung maupun petugas sangat kurang untuk melakukan aktivitas kegiatan di Liponsos. Oleh karena itu, perlu diadakan perancangan desain ulang terhadap Liponsos Keputih Surabaya dengan menerapkan pendekatan arsitektur biomimetik yang mengambil karakteristik bambu (ciri khas daerah Keputih Surabaya). Karakteristik yang diambil sebagai ide desain adalah pertumbuhan bambu secara vertikal, agar kebutuhan akan ruang dan thermal dapat terpenuhi dengan baik dalam perancangan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian Systematic Approach milik Pahl dan Beitz dengan pengumpulan data kualitatif yang kemudian disajikan dengan mendeskripsikan data-data yang didapatkan. Hasil akhir, perancangan ulang Liponsos Keputih ini hadir dengan menerapkan pola vertikal pada massanya dan pola radial pada penataan site yang didapatkan dari transformasi tanaman bambu. Komponen ruang luar teralokasi untuk kebutuhan sirkulasi, parkir, lapangan olahraga, area utilitas, dan ruang terbuka hijau.

Kata Kunci:

Liponsos Keputih,
PMKS,
Arsitektur Biomimetik,
Bambu,
Systematic Approach

1. PENDAHULUAN

Liponsos (Lingkungan Pondok Sosial) merupakan sarana yang disediakan oleh pemerintah daerah setempat dan bertujuan untuk menampung, memberdayakan serta membina masyarakat yang sedang mengalami masalah kebutuhan sosial, antara lain gelandangan, pengemis, PSK, orang sakit jiwa terlantar, jompo terlantar, tunawisma dan lain-lain.

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), Kota Surabaya menduduki posisi kedua wilayah terpadat se-Indonesia dengan jumlah penduduk sekitar 2.808.306 jiwa, di Kota Surabaya terdapat sekitar 2.740 orang gelandangan di tahun 2017, jumlah gelandangan tersebut hampir mencapai 10 persen dari total penduduk di Surabaya. Menurut Kepala Dinas Sosial Kota Surabaya, Supomo, hal ini menjadi masalah besar karena Lingkungan Pondok Sosial yang ada di Surabaya hanya dapat menampung sekitar 600 orang, sedangkan dalam kurun waktu 6 tahun terakhir, Liponsos mengalami kelebihan kapasitas.

Tabel 1. Data Kapasitas Liponsos Keputih Surabaya

Tanggal	Kapasitas Liponsos	Jumlah Penghuni
14 Maret 2016	600 orang	1549 orang
9 Oktober 2017	600 orang	1545 orang
4 Januari 2018	600 orang	1600 orang
31 Juli 2019	600 orang	1073 orang
15 Januari 2020	600 orang	1027 orang
11 Oktober 2021	600 orang	843 orang
Rata-rata penghuni selama 3 tahun terakhir	Total jumlah penghuni : tahun = (1073 + 1027 + 843) : 3 tahun = 2943 : 3 tahun = 981 orang	

Sumber : Kominfo jatim (2016), jawapos (2017), surabaya metro (2018, 2019), ininusantara (2020), radar surabaya (2021)

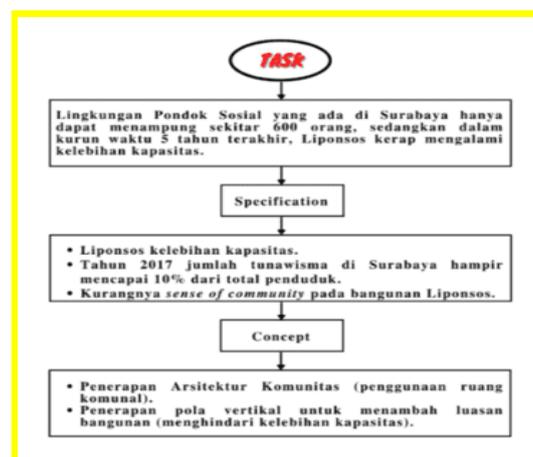
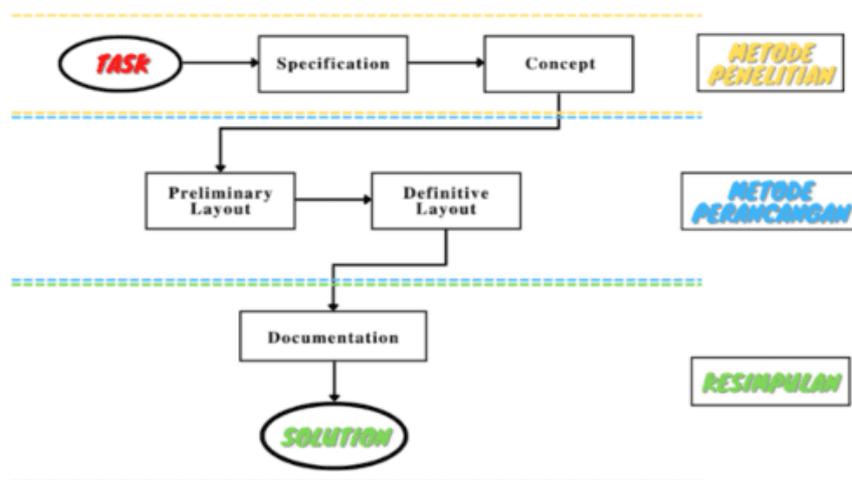
Permasalahan tersebut menjadi acuan untuk memberikan penanganan kelebihan kapasitas pada Liponsos Keputih Surabaya melalui redesain dengan pendekatan biomimetik. Biomimetik dapat juga disebut bionik di negara-negara Eropa (Suryadi, 2018). Prinsip biomimetik sendiri diciptakan atas kesadaran bahwa ekosistem alam telah hidup lebih dahulu dan mampu bertahan melewati berbagai masalah yang ada selama kurun waktu tersebut. Sehingga biomimetik menjadi salah satu konsep arsitektural yang berkelanjutan (Fatima, 2019). Pendekatan merupakan sebuah terminologi yang menggambarkan suatu hal yang dibuat manusia dengan menirukan sebuah sistem, cara kerja maupun desain dari alam (Eman dan Rogi, 2013). Tantangan terbesar dalam menerapkan prinsip biomimetik pada desain adalah memahami prinsip-prinsip desain yang mendasari serta mekanisme/ciri khas sebuah organisme (Aizenberg dan Fratzl, 2009). Tanaman bambu merupakan organisme yang menjadi ciri khas daerah Keputih Surabaya, maka dari itu karakteristik bambu diambil sebagai ide utama perancangan. Karakteristik tersebut antara lain pertumbuhan bambu yang pesat secara vertikal (pola vertikal bangunan). Selain itu, adanya pemberdayaan melalui pelatihan kerja dalam berbagai bentuk kerajinan juga dapat memberikan keterampilan untuk bekerja bagi gelandangan dan pemulung.

Pelatihan adalah suatu proses terencana dari sebuah organisasi yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan, kemampuan dan ketrampilan individu maupun kelompok (Marillot, 2007). Dapat disimpulkan bahwa pelatihan dimaksudkan untuk meningkatkan

keterampilan dan kinerja individu atau kelompok. Bentuk dalam sebuah desain liponsos juga harus memperhatikan faktor penghuni didalamnya yang memiliki perbedaan dan permasalahannya masing-masing. Untuk itu perlu ada kesesuaian akan privasi ruang dari setiap penghuni yang juga mempengaruhi perilaku dan sifat dari tiap individu yang berdiam tinggal di dalam ruangan. Bentuk pola ruang sebagai batas gerak penghuni disesuaikan dengan kadar privasi penggunaannya agar terpisah dan tidak bercampur antara zona yang satu dengan lainnya (Putra, 2021).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode desain *Systematic Approach* milik Pahl and Beitz. Metode ini didasari dengan analisis kebutuhan dan dilanjutkan dengan spesifikasi kebutuhan, sebelum menentukan sebuah konsep desain untuk menjawab permasalahan tersebut. Metode pengumpulan data yang digunakan adalah teknik analisa metode kualitatif dengan cara deskriptif yaitu merupakan analisa yang dipakai untuk menganalisis data dengan mendeskripsikan atau menggambarkan data-data yang sudah dikumpulkan.



Gambar 1. Skema Metode Penelitian
(Sumber: Cross, 1942)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Arsitektur Biomimetik

Arsitektur biomimetik merupakan sebuah pendekatan arsitektur yang berfungsi untuk memaksimalkan kegunaan ruang, efisiensi energi dan juga kualitas objek maupun segala

bentuk aktivitas pengguna yang terdapat dalam bangunan melalui penerapan kriteria dari alam. Selain itu, arsitektur biomimetik berfungsi untuk mengurangi terjadinya dampak buruk yang diakibatkan dari perancangan, baik itu berupa polusi, banjir, serta limbah biologis. Menurut *Biomimetic Guild*, terdapat beberapa tingkatan pada arsitektur biomimetik yang biasa diterapkan ke dalam sebuah ide perancangan, antara lain tingkat organisme (bentuk), perilaku organisme (proses), dan ekosistem. Penerapan biomimetik dalam proses perancangan dapat mempengaruhi aspek bentuk, konstruksi dan material, proses, serta kegunaan objek arsitektur, berikut prinsip-prinsip pendekatan arsitektur biomimetik:

1. Bentuk

Pendekatan biomimetik dapat mengambil ide-ide bentuk yang berasal dari alam pada tahap awal perancangannya, serta biomimetik lebih mementingkan hubungan sinergi antara aspek konseptual dengan visual.

2. Konstruksi dan Material

Konsep mimikri / mimetik yang diambil pada objek (organisme) lebih berfokus pada faktor fungsional bangunan yang salah satu contohnya adalah struktur dan material. Konsep struktur biomimetik biasanya ditemukan berdasarkan pola organisme di alam maupun bentuk yang mewakili alam. Sedangkan dari segi material, bahan yang digunakan lebih menyesuaikan pada sistem struktur yang akan digunakan dan mengacu pada teknologi dan ilmiah.

3. Prinsip Keberlanjutan

Pendekatan biomimetik berfokus pada alam sebagai ide utamanya, sehingga perancangan juga harus berpacu pada prinsip ekologis (Steadman, 2008). Brian Edwards (2001) mengatakan bahwa prinsip keberlanjutan harus berbasis alam / ekologi, sehingga perancangan tidak merusak lingkungan alam disekitarnya.

4. Tiga Tingkat Mimikri

Pendekatan biomimetik memiliki tiga tingkatan mimikri, yaitu organisme, tingkat interaksi / perilaku dan tingkat ekosistem. Pada tingkat organisme (bentuk), perancangan hanya meniru wujud fisik dari sebuah organisme. Pada tingkat perilaku organisme (proses), perancangan meniru wujud fisik organisme dan juga perilaku atau interaksi yang dimiliki organisme. Sedangkan pada tingkat ekosistem, perancangan meniru segala proses alami dan siklus yang terjadi di lingkup lingkungan alam yang lebih luas. Aspek ekosistem lebih mengoptimalkan sistematis yang ada pada alam daripada bentukannya, serasi / selaras dengan kondisi lingkungan sekitar, memiliki komponen yang beragam, hubungan antar organisme, mengoptimalkan keberlanjutan, serta mampu beradaptasi dan berkembang. Pengambilan bentuk yang berasal dari alam merupakan prinsip arsitektur metafora sebagai karakteristik biomimikri (Farizi, 2020).

3.2 Konsep Perancangan

Alur penerimaan PMKS di Liponsos berawal dari Satpol PP yang melakukan razia gelandangan pada tiap kecamatan di Kota Surabaya yang dilakukan setiap minggunya untuk dibawa ke Liponsos yang merupakan tempat penampungan gelandangan sementara. Konsep perancangan terdiri dari berbagai tahapan proses kreasi yang mencakup berbagai aspek dan mekanisme (Setiawan, 2016). Sesuai dengan metodologi desain yang digunakan, konsep desain final yang dihasilkan merupakan hasil pengolahan secara bertahap dengan menggunakan metode *systematic approach* yang dikemukakan oleh Nigel Cross, melalui pendekatan perancangan Arsitektur Biomimetik. Zoning vertikal barak dibagi menjadi:

a. Area Pelatihan (Publik)

Zona publik dimanfaatkan untuk tempat pelatihan, seperti memasak dan menjahit. Selain pelatihan, terdapat area makan yang dikhususkan untuk penghuni barak. Perwujudan ruang-ruang pelatihan di dalam barak bertujuan agar massa bangunan di Liponsos Keputih tidak banyak dan padat.

b. Area Living (Privat)

Living area Merupakan zona privat untuk tempat tinggal penghuni. Lantai ini terdiri atas kamar mandi, ruang baca dan juga kamar tidur.

Konsep bentuk barak pada perancangan ulang Liponsos Keputih terinspirasi dari bentuk tabung bambu yang menjulang ke atas. Selain itu bentuk vertikal bambu bertujuan untuk mengatasi overkapasitas yang merupakan masalah utama yang harus diselesaikan pada Liponsos. Selain itu material konstruksi yang digunakan meliputi papan bambu sebagai penggunaan secondary skin pada barak, material beton dan baja ringan yang terkenal sebagai material yang kuat dan awet. Papan bambu juga digunakan karena bambu merupakan material lokal dapat ditemukan di daerah Keputih Surabaya.

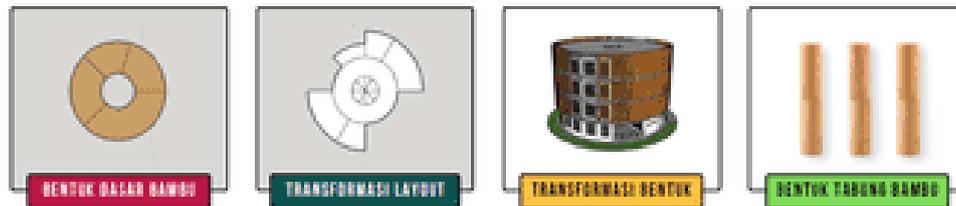


Gambar 2. Konsep Perancangan (Sumber: Analisis, 2022)

3.3 Transformasi Bentuk Barak

Transformasi bentuk atau perubahan bentuk bisa didapat melalui berbagai variasi seperti dengan perubahan dimensi bentuk, pengurangan beberapa bagian dari bentuk awal, dan penambahan beberapa bagian bentuk (Nayoan, 2011). Lingkungan Pondok Sosial dirancang menggunakan pola vertikal bambu yang bertujuan untuk mengatasi kelebihan kapasitas. Secara sederhana, pola vertikal merupakan sebuah ruang atau luasan bangunan yang bertambah secara vertikal atau ke atas. Dalam hal ini, unsur vertikal bertujuan agar sisi-sisi vertikal dari suatu volume ruang serta rangka struktur ruang arsitektur dapat terbentuk (Satya, 2017). Berawal dari bentuk potongan bambu yang menyerupai lingkaran, lalu dijadikan layout. Setelah itu layout ditransformasikan dengan cara penarikan sumbu untuk membentuk sebuah denah barak. Setelah bentuk layout didapatkan, dinding ditarik ke atas sehingga membentuk sebuah massa barak yang menyerupai tabung bambu.

Transformasi IDE BENTUK



Gambar 3. Transformasi Ide Bentuk
(Sumber: Analisis, 2022)

3.4 Pola Penataan Massa

Pola site menggunakan konsep gabungan radial dan terpusat yang terinspirasi dari tumbuhan bambu yang tumbuh berkelompok. Pola radial merupakan sebuah bentuk organisasi massa pada site yang mengembangkan ruang lingkungannya dan memadukan unsur-unsur baik organisasi terpusat maupun linear (Satria, 2009). Pola radial ini menggunakan massa eksisting pengelola sebagai titik pusatnya, agar petugas dapat dengan mudah mengakses ke berbagai area (barak, parkir dan area fasilitas lainnya). Jalan pedestrian menjadi jalur aksesibilitas yang menghubungkan antar bangunan (Eman, 2013).



Gambar 4. Pola Penataan Massa
(Sumber: Analisis, 2022)

3.5 Ruang Luar

Pengertian RTH merupakan penempatan tumbuhan sebagai struktur ekosistem wilayah setempat. Sebagai pembentuk struktur ekosistem wilayah, RTH mempunyai 2 parameter struktur yaitu luasan dan sebaran. RTH telah menjadi kesatuan program pembangunan di banyak negara dan diintensifkan untuk mengatasi pemanasan global yang disebabkan peningkatan karbon dioksida di udara. Pengadaan RTH dimaksudkan untuk menyerap karbon dioksida ke dalam jaringan tumbuhan (Ludang, 2017). RTH (Ruang Terbuka Hijau)

memiliki beberapa fungsi, antara lain: (Pratiwi, 2022)

1. Fungsi utama (*intrinsik*), yaitu fungsi ekologis:
 - a) Memberi jaminan pengadaan RTH menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-paru kota).
 - b) Pengatur iklim mikro agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancar.
 - c) Sebagai peneduh.
 - d) Produsen oksigen.
 - e) Penyerap air hujan dan banjir.
 - f) Penyerap polutan udara, air dan tanah.
 - g) Penahan angin.
2. Fungsi tambahan (*ekstrinsik*), yaitu fungsi sosial dan budaya:
 - a) Merupakan media komunikasi penghuni.
 - b) Sebagai tempat rekreasi / penenang stress.
3. Fungsi estetika:
 - a) Meningkatkan kenyamanan.
 - b) Memperindah lingkungan dalam site baik dari skala mikro (halaman), maupun makro (keseluruhan site).

Maka dari itu, disamping penempatan area hijau dengan pohon-pohon peneduh sebagai daerah peralihan, sepanjang jalan pedestrian juga ditambahkan kanopi-kanopi yang berfungsi sebagai penekan panas. Penempatan atap membran pada area entrance sisi barat dan timur massa pengelola berfungsi sebagai peneduh dan *vocal point* (estetika) pada jalur sirkulasi umum. Area olahraga berfungsi sebagai area berkumpul bersama antar penghuni yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan sosial budaya.



Gambar 5. Komponen Eksterior
(Sumber: Analisis, 2022)

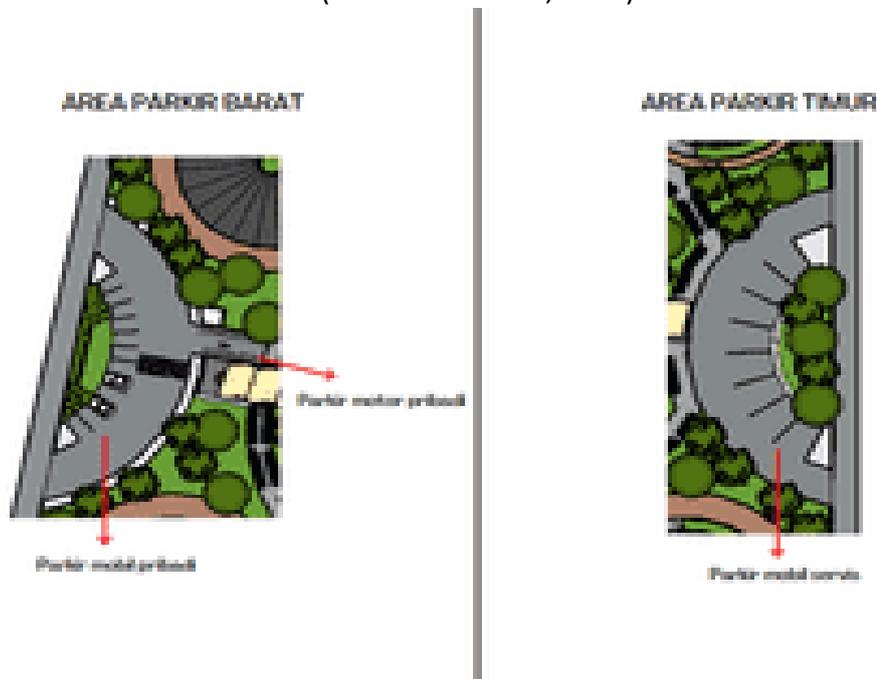
3.6 Area Parkir

Akses jalan utama Liponsos Keputih berada di sisi barat site (Jl. Medokan Keputih), maka dari itu sisi barat site Liponsos digunakan sebagai *main entrance* dan area parkir kendaraan

pribadi motor dan mobil baik untuk pengunjung maupun pengelola. Selain itu, sisi timur site merupakan jalan yang jarang dilalui kendaraan umum (Jl. Makam Keputih), maka pada sisi timur dimanfaatkan untuk parkir kendaraan servis. Bentuk tapak area parkir mengambil bentuk lingkaran, karena menyesuaikan dengan pola penataan massa site yaitu radial.



Gambar 6. Keyplan Area Parkir
(Sumber: Analisis, 2022)



Gambar 7. Area Parkir
(Sumber: Analisis, 2022)

3.7 Pendalaman Psikologis

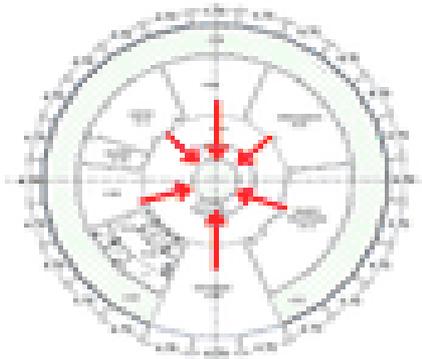
Taman merupakan salah satu media terapi alami bagi manusia yang memanfaatkan fungsi ekologis, dengan menghirup udara segar dapat mengurangi dampak stres dan meningkatkan daya tahan tubuh penghuni. Berjalan menyusuri taman dapat bermanfaat bagi kondisi mental seseorang (Gunawan, 2022). Akan tetapi, pada massa eksisting barak titik pusat tengahnya merupakan perkerasan aspal dan ada massa bangunan. Maka dari itu,

pada perencanaan barak akan dibuat taman di tengah barak sebagai pengganti bangunan yang ada untuk mengurangi tingkat stress penghuni PMKS khususnya ODGJ.

PENDALAMAN PSIKOLOGI



MASALAH BARAK



RUANG BARAK MEMUSAI



KEYPLAN



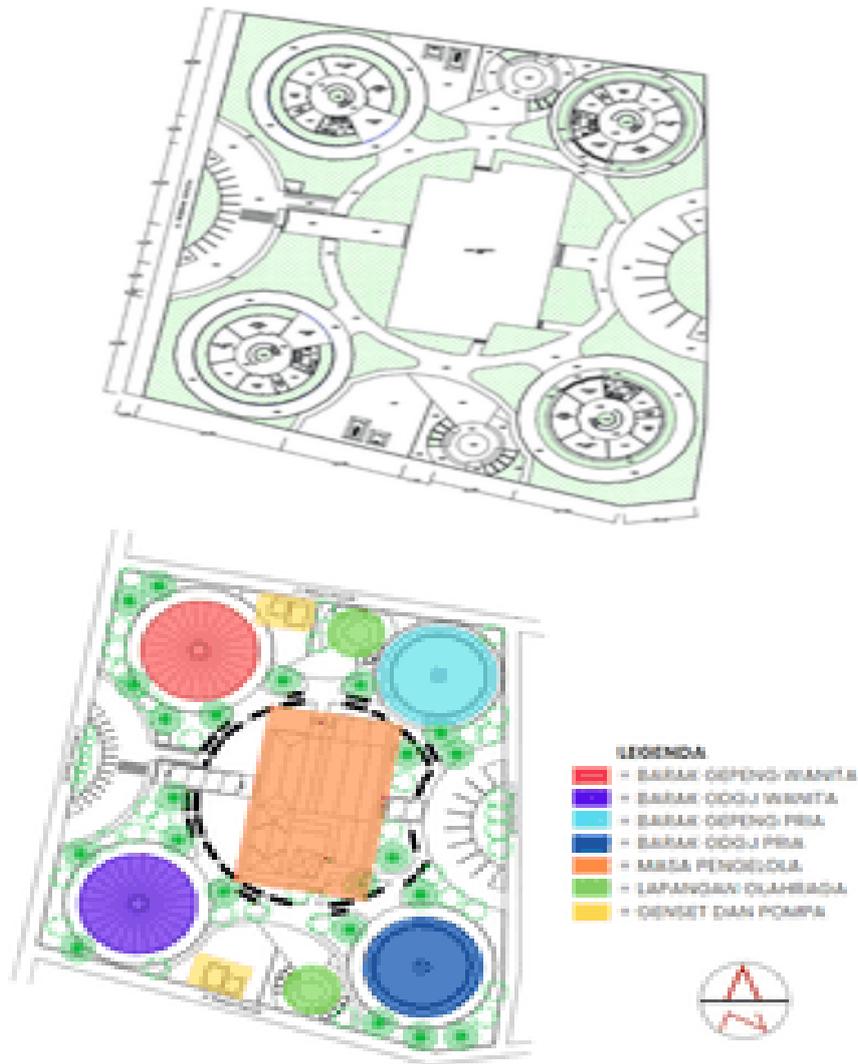
Gambar 8. Pendalaman Psikologis Barak
(Sumber: Analisis, 2022)

3.8 Hasil Implementasi pada Perancangan

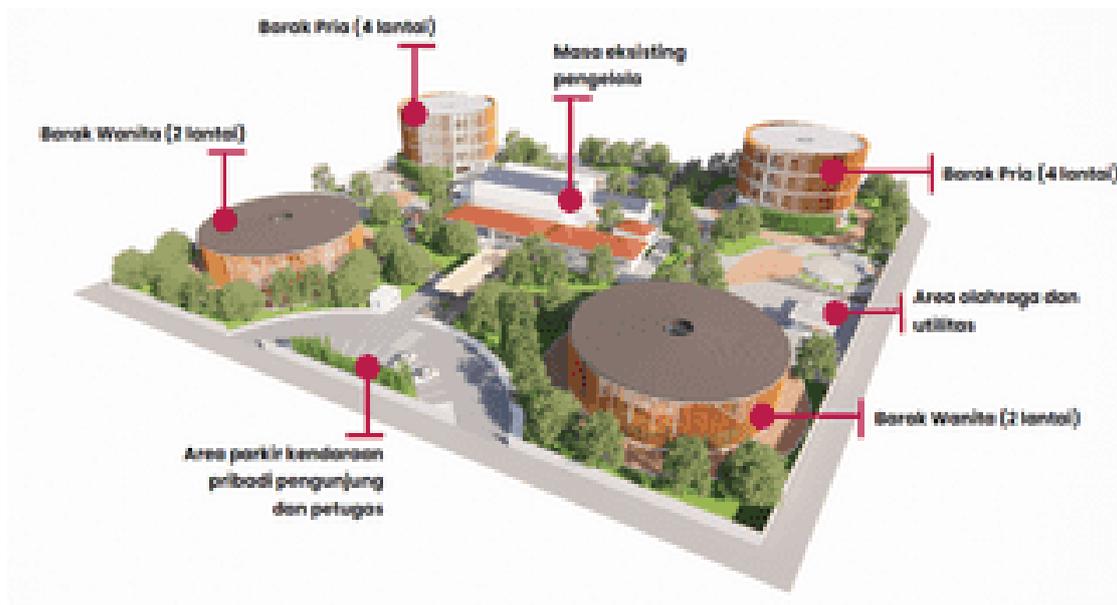
Sesuai dengan konsep desain final yang sudah dipaparkan di atas menggunakan arsitektur biomimetik, berikut ini adalah gambar hasil penerapannya dalam perancangan secara garis besar. Pada site Liponsos Keputih terbagi menjadi beberapa zona, antara lain zona pengelola, zona penghuni, area penunjang dan utilitas. Berikut penjelasan rencana tapak:

1. *Entrance*
Main entrance site berada pada sisi barat, sedangkan *side entrance* pada sisi timur.
2. *Parking*
Area parkir barat merupakan lahan parkir untuk kendaraan pribadi, baik petugas maupun pengunjung, sedangkan area parkir sisi timur digunakan untuk kendaraan servis (ambulans, mobil dinas, dll).
3. *Open Space*
Area terbuka pada sisi utara dan selatan dimanfaatkan untuk area utilitas (air dan listrik) dan lapangan olahraga. Sistem utilitas site dibagi menjadi dua agar penyaluran baik listrik maupun air lebih mudah dan merata.
4. *Existing*
Massa pengelola merupakan massa eksisting Liponsos Keputih yang dipertahankan di dalam desain. Massa ini terdiri dari kantor pengurus, klinik, dapur, musholla, laundry.
5. *Barrack*

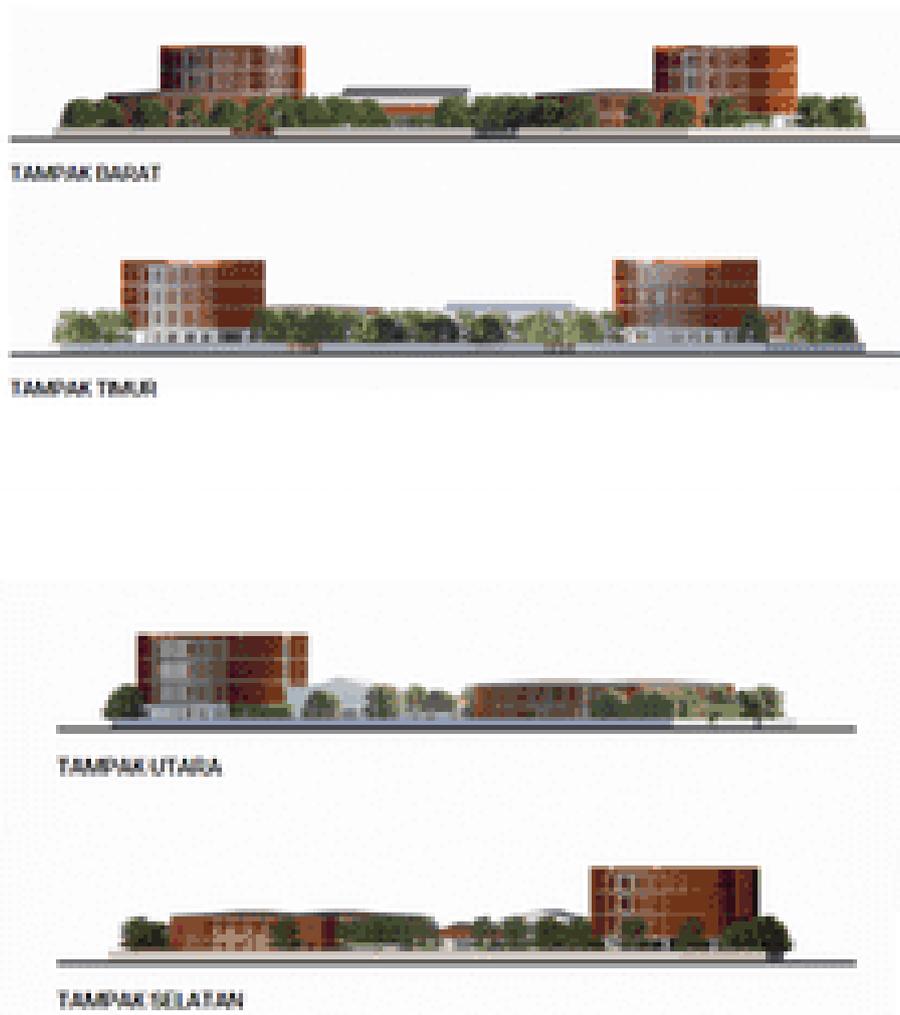
Barak pria merupakan massa yang terdiri atas 4 lantai, sedangkan barak wanita terdiri dari 2 lantai. Hal ini disebabkan karena mayoritas penghuni PMKS di Liponsos Keputih Surabaya adalah dari kaum pria. Adanya perbedaan lantai antara barak dan massa pengelola (pola vertikal) selain dikarenakan untuk mengatasi kelebihan kapasitas, bertujuan untuk menciptakan *skyline* pada tampak keseluruhan.



Gambar 9. Layout dan Site Plan
(Sumber: Analisis, 2022)



Gambar 10. Perspektif Keseluruhan
(Sumber: Analisis, 2022)



Gambar 11. Tampak Keseluruhan
(Sumber: Analisis, 2022)

4. KESIMPULAN

Perancangan redesain Liponsos Keputih di Surabaya ini merupakan sebuah upaya untuk membantu mengembangkan Liponsos yang sudah ada, agar Liponsos Keputih dapat menjadi lebih representatif dan permasalahan kelebihan kapasitas dapat terselesaikan. Perancangan dari redesain Liponsos Keputih Surabaya ini menggunakan pendekatan Biomimetik, dimana ide-ide perancangan berasal dari organisme yang ada di alam sekitar. Keputih Surabaya merupakan sebuah kawasan yang terkenal akan kebun bambunya, kebun tersebut merupakan salah satu tempat wisata yang memiliki luas sekitar 40 hektare. Maka dari itu, bambu menjadi objek / organisme utama yang diperhatikan dalam inovasi ide perancangan.

Bambu memiliki ciri khas yang dapat diterapkan di dalam perancangan, yaitu pola vertikalnya. Tanaman bambu dapat tumbuh hingga 40 meter dan memiliki pertumbuhan vertikal yang cepat (60 cm dalam waktu 1 hari). Hal ini menjadi karakteristik yang cocok dengan prinsip bangunan tumbuh yang menambah luasan untuk memenuhi kebutuhan ruang dengan pola ke atas / vertikal.

Adapun saran dan masukan dari penelitian ini adalah:

- a. Sebagai saran kepada Pemerintah Kota Surabaya agar liponsos yang sudah ada lebih dikembangkan dan diperhatikan lagi, agar kualitas hidup PMKS dapat meningkat dan kesenjangan sosial berkurang.
- b. Lahan maupun ruang yang terbengkalai di Liponsos Keputih Surabaya dapat lebih baik untuk dimanfaatkan, misalkan untuk aktivitas olahraga, ruang pemberdayaan / ketrampilan PMKS, dan lain sebagainya, agar fasilitas bertambah dan lahan tidak terbuang sia-sia.

Ucapan Terima Kasih

Pertama-tama ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada para dosen pembimbing dan penguji yang telah meluangkan waktu dengan sabar dalam membantu dan menuntun progress pelaksanaan Tugas Akhir dari awal hingga akhir. Selain itu juga diucapkan terima kasih atas bimbingannya dalam mendukung pembuatan jurnal hingga nanti diterbitkannya artikel ilmiah ini. Dan juga adanya luaran produk laporan perancangan yang penulis juga dapatkan dukungan dari seluruh dosen prodi Arsitektur Universitas Katolik Darma Cendika.

Referensi

- Aizenberg, J dan Fratzl, P. (2009). *Biological and Biomimetic Materials*. Advanced Materials, Vol. 21 No. 4, 367-388. DOI: <https://doi.org/10.1002/adma.200803699>
- Almatisha, S.F., Dermawati, D dan Puspatarini, R.A. (2019). *Implementasi Pendekatan Arsitektur Biomimikri Melalui Penggunaan Self-Cleaning Concrete Pada Perancangan Marine Research Centre Dan Oceanarium*. Prosiding Seminar Intelektual Muda Universitas Trisakti. Hal. 280-285. DOI: <https://doi.org/10.25105/psia.v1i2.6624>
- Arianti, I. (2010). *Ruang Terbuka Hijau*, Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Rekayasa, 1-7.
- Cross, N. (2008). *Engineering Design Methods Strategies for Product Design*, Wiley
- Edwards, B. (2001). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York: William Morrow.
- Eman, A dan Rogi, O.H.A. (2013). *Implementasi Konsep Arsitektur Biomimetik Pada Desain Gelanggang Olahraga Di Minahasa Selatan*. Jurnal Arsitektur Daseng, Vol. 2 No. 3, 31-41. DOI: <https://doi.org/10.35793/daseng.v2i3.3457>
- Farizi, A.Z. dan Safeyah, M. (2020). *Penerapan Biomimicry Pada Bentuk Tampilan Greenhouse di Taman Botani*. Widyastana: Jurnal Mahasiswa Arsitektur, Vol. 1 No. 2, 148-155.
- Fatima, Manaal, Corey J. Scholes, Emily Zhong, and Lawrence Kohan. (2019). "Towards a Dynamic Model of the Kangaroo Knee for Clinical Insights into Human Knee Pathology and Treatment: Establishing a Static Biomechanical Profile" *Biomimetics* 4, no. 3: 52. <https://doi.org/10.3390/biomimetics4030052>
- Gunawan. (2022). *Identifikasi Jasa Ekosistem Healing Forest di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros = Identification of Healing Forest Ecosystem Services in Hasanuddin University Education Forest, Cenrana District, Maros Regency*. Skripsi thesis, Universitas Hasanuddin.
- Ludang, Y. (2017). *Keragaman Hayati Ruang Terbuka Hijau Berbasis Pengetahuan Ulayat di Kota Palangka Raya*. Tangerang: An1image
- Marihot, T.E. (2007). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Jakarta: PT.Grasindo.
- Nayoan, S.J dan Mandey, J.C. (2011). *Transformasi Sebagai Strategi Desain*. Media Matrasain, Vol. 8 No. 2, 117-130. DOI: <https://doi.org/10.35792/matrasain.v8i2.330>
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. and Grote, KH. (2017). *Engineering design - a systematic approach*, Springer-Verlag, London, 125-436.

- Pratiwi, R. (2022). *Kemampuan Ruang Terbuka Hijau dalam Mereduksi CO2*, Pekalongan: PT.Nasya Expanding Management, 3.
- Putra, H.A dan Roosandriantini, J. (2021). *Ruang Perawatan Isolasi Sebagai Bentuk Ruang Pemisah Pasien Covid-19 di Rumah Sakit Umum Haji Surabaya*. *Jurnal Arsitektur dan Perencanaan (JUARA)*, Vol. 4 No. 1, 49-61. DOI: 10.31101/juara.v4i1.1452
- Putra, M.S.S. (2009). *Pengembangan Kantor Pusat Rosalia Indah di Palur-Karanganyar*. S1 Thesis, UAJY.
- Satya, A. (2017). *28 Desain Rumah Tumbuh Minimalis*, Griya Kreasi
- Setiawan, A. (2016). *Pencapaian Sense of Design dalam Perancangan Desain Komunikasi Visual*. *Ardharupa Jurnal Desain Komunikasi Visual & Multimedia*, Vol. 2 No. 2, 105-115. DOI: <https://doi.org/10.33633/andharupa.v2i02.1211>
- Steadman, P. (2008). *The Evolution of Design: Biological Analogy in Architecture and Applied; Revised Edition*. New York: Routledge.
- Suryadi, M.A. (2018). *Perancangan Pusat Kuliner Berbahan Unggas dengan Pendekatan Biomimicry Architecture di Kabupaten Malang*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.