

Apartemen Ekologis di Surabaya

William Darren dan Anik Juniwati S.T., M.T.
 Program Studi Arsitektur, Universitas Kristen Petra
 Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya
 williamdarren2601@gmail.com; ajs@petra.ac.id



Gambar. 1. Perspektif bangunan (*human-eye view*) Apartemen Ekologis di Surabaya

ABSTRAK

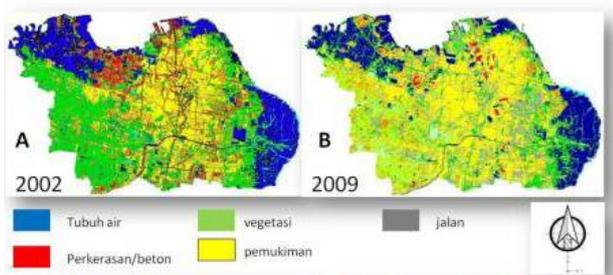
Proyek Apartemen Ekologis di Surabaya ini merupakan fasilitas hunian vertikal yang didesain dengan dasar pemikiran masalah utama yang ada pada Kota Surabaya sendiri sebagai lokasi proyek. Kondisi Kota Surabaya yang telah semakin berkembang memberikan beberapa dampak yang signifikan bagi infrastruktur kota. Selain bertambahnya penduduk yang semakin pesat, penurunan jumlah lahan terbuka hijau yang banyak digantikan untuk keperluan sektor ekonomi, semakin drastis beberapa waktu terakhir ini. Di sisi lain, penggunaan sumber daya yang semakin terbatas dalam skala besar yang terus meningkat juga dapat menjadi masalah yang harus ditanggulangi pada masa yang akan datang. Secara garis besar, desain yang terdiri dari fasilitas hunian vertikal (apartemen) dan berbagai sarana prasarana pendukungnya ini, berintensi menyelesaikan permasalahan yang ada pada Kota Surabaya ini, sebagai salah satu kota besar yang ada di Indonesia. Untuk menjawab permasalahan tersebut, pendekatan ekologis dan pendalaman energi digunakan untuk membantu merestorasi penggunaan sumber daya yang semakin terbatas, serta membantu mengembalikan lahan hijau yang semakin langka.

Kata Kunci: Apartemen, Ekologis, Hunian Vertikal, Restorasi Energi, Surabaya.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

SURABAYA adalah kota kedua terbesar di Indonesia. Selain karena faktor lokasinya yang strategis, perkembangan Kota Surabaya yang pesat menyebabkan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Fenomena ini bukan hanya disebabkan oleh faktor alami saja, melainkan juga karena banyaknya urbanisasi dari berbagai kalangan, yang ditunjang oleh tingginya aktivitas perekonomian dan status sosial di perkotaan, khususnya Kota Surabaya ini. Namun faktanya tingkat pertumbuhan penduduk yang semakin pesat ini berbanding terbalik dengan ketersediaan lahan yang ada. Jika hal ini terus terjadi, Kota Surabaya tidak akan mampu mengakomodasi seluruh kebutuhan penduduknya akan hunian. Selain itu, banyaknya lahan, khususnya lahan hijau, yang beralih fungsi menjadi bangunan, menyebabkan penurunan kualitas lingkungan, seperti penurunan kualitas penghawaan alami, pengurangan area resapan air hujan, serta penurunan ketersediaan habitat bagi flora dan fauna sebagai kenakeragaman hayati kota.



Gambar 1. 1. Perkembangan Sebar Guna Lahan Surabaya
Sumber: BAPPEKO Surabaya, 2015

Pertumbuhan penduduk yang semakin tidak terkendali ini memberikan beberapa dampak negatif lainnya yang dapat dirasakan masyarakat Kota Surabaya. Sebagaimana jumlah penduduk semakin melonjak, jumlah kendaraan bermotor pun juga turut serta meningkat drastis sehingga menyebabkan kemacetan lalu lintas di berbagai titik kota. Hal ini mempengaruhi nilai suatu lokasi pada Kota Surabaya. Seperti halnya lahan yang terletak pada pusat kota bernilai jauh lebih tinggi dibandingkan lahan pada tepi kota dengan pertimbangan lokasi lebih strategis dalam efisiensi jarak dan waktu. Kini masyarakat Surabaya pun rela membayar mahal untuk sebuah hunian yang terletak di pusat kota dan mendukung kemudahan transportasi, seperti dilansir pada Bernas.id (11/17).



Gambar 1. 2. Dampak Pertumbuhan Penduduk Kota Surabaya.
Sumber: Surabaya.tribunnews.com

Dampak lain yang tidak bisa diabaikan dari fenomena pertumbuhan penduduk ini adalah peningkatan penggunaan sumber daya, seperti air bersih dan listrik, yang semakin tidak terkendali. Konsumsi sumber daya yang sangat penting untuk menunjang kehidupan masyarakat perkotaan tersebut, bila tidak disertai dengan proses produksi akan habis pada beberapa waktu yang mendatang.

Dengan lahan dan sumber daya yang semakin terbatas, tidak memungkinkan untuk terus mengakomodasi kebutuhan akan hunian secara horizontal, masyarakat kota metropolitan ini. Maka dari itu salah satu bentuk solusi yang ada adalah hadirnya hunian vertikal, seperti apartemen. Hunian vertikal yang dibutuhkan adalah mampu mengakomodasi kebutuhan dan kebiasaan hidup masyarakat layaknya pada hunian horizontal, namun juga meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan lahan dan sumber daya yang semakin terbatas ini. Selain itu, hunian yang dibutuhkan adalah hunian yang tidak merusak, bahkan dapat membantu memulihkan ekosistem Kota Surabaya. Dengan kata lain, dibutuhkan hunian vertikal, seperti apartemen, yang bersifat ekologis, sebagai solusi dari permasalahan yang ada.

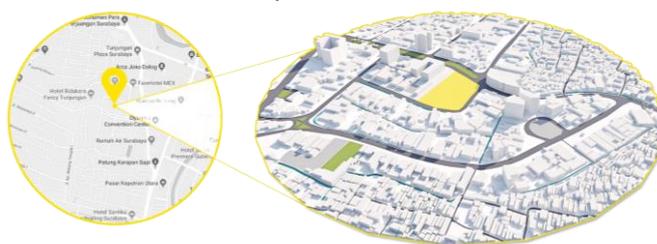
Rumusan Masalah

Masalah umum yang diangkat dalam desain proyek ini adalah merancang sebuah fasilitas hunian vertikal yang mampu mengakomodasi kebutuhan masyarakat akan hunian yang ditunjang dengan tingkat privasi, keamanan, hak kepemilikan serta tingkat aksesibilitas yang memadai. Sedangkan masalah khusus yang diangkat bersangkutan dengan masalah ekologis, seperti efektif dan efisien dalam penggunaan sumber daya, serta mampu mendaur ulang residu ekosistem.

Tujuan Perancangan

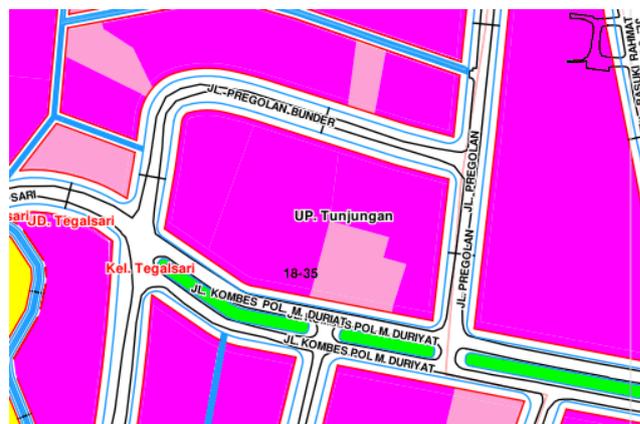
Tujuan perancangan proyek ini adalah untuk mengatasi permasalahan keterbatasan lahan untuk mengakomodasi kebutuhan masyarakat Surabaya akan hunian dan sumber daya.

Data dan Lokasi Tapak



Gambar 1. 3. Lokasi tapak

Lokasi tapak terletak di Jl. Kombes Pol. Moh. Duryat, Kec. Tegalsari, Surabaya, dan merupakan area komersial dan beberapa rumah. Tapak berada pada pusat Kota Surabaya sebagai lokasi yang strategis dalam merespon permasalahan yang melatarbelakangi perancangan desain. Di sekeliling tapak terdapat sarana dan prasarana yang dapat menunjang keberlangsungan fungsi proyek. Dapat dijumpai bahwa fenomena keterbatasan lahan hijau dapat terlihat jelas di sekeliling tapak.



Gambar 1. 4. Peta Peruntukan Tapak
Sumber: Petaperuntukan.surabaya.go.id

Data Tapak

Nama jalan	: Jl. Kombes Pol. Moh. Duryat
Rencana Peruntukan	: Perdagangan dan Jasa
Luas lahan	: 9800 m ²
GSB Utara	: 12 meter

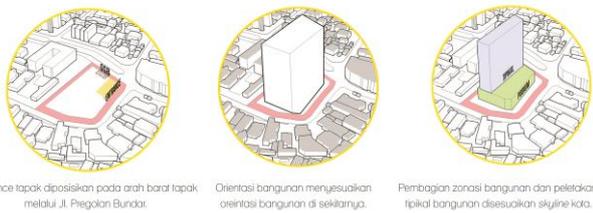
GSB Barat	: 10 meter
GSB Selatan	: 8 meter
GSB Timur	: 6 meter
KDB	: 50%
KDH	: 10%
KLB	: 5
KTB	: 65%
Jumlah Lantai Basement:	3 Lantai

(Sumber: BAPPEKO Surabaya)

DESAIN BANGUNAN

Analisa dan Perencanaan Tapak

Tapak yang berlokasi di pusat kota ini dikelilingi oleh kawasan komersial. Selain itu terdapat pula beberapa *mid-rise* hingga *high-rise building* yang ada disekeliling tapak.



Gambar 2. 1. Analisa Tapak

Jalan masuk menuju tapak diletakan pada Jalan Pregolan dengan pertimbangan sisi barat tapak merupakan sisi yang lebih panjang dari sisi selatan yang merupakan Jalan Kombes Pol. Moh. Duryat. Pertimbangan lainnya adalah adanya simpul perempatan pada Jalan Kombes Pol. Moh. Duryat. Selain itu, bangunan diorientasikan sesuai dengan orientasi bangunan sekitar dengan tipikal diletakan di sisi timur tapak agar tidak merusak grafis komposisi kota.



Gambar 2. 2. Perencanaan Tapak

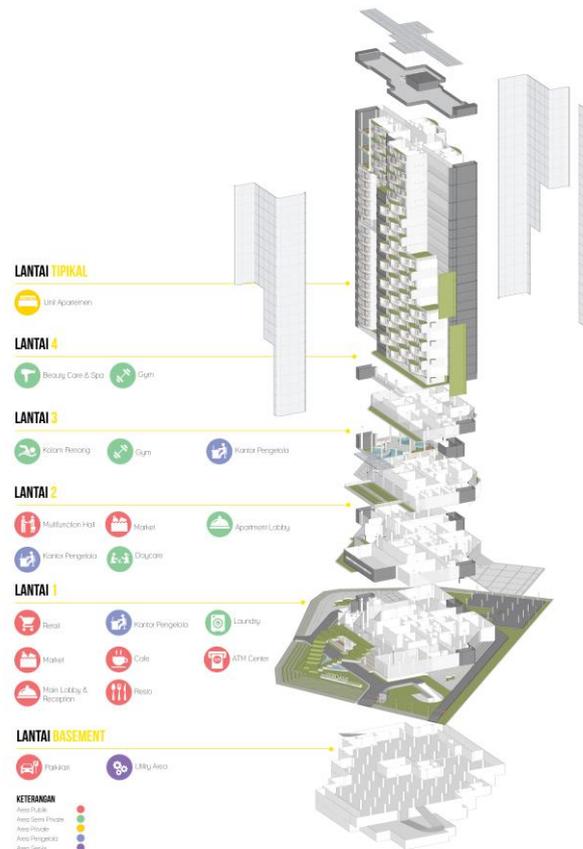
Analisa Programming

Apartemen Ekologis ini terbagi menjadi 5 zona yang berbeda dalam menunjang privasi dan keamanan pengguna, yang adalah sebagai berikut.

- Zona Privat

Zona privat, zona yang hanya dapat dikunjungi oleh penghuni apartemen saja ini meliputi fasilitas hunian atau unit apartemen.

- Zona Semi - Publik
Zona semi – publik meliputi fasilitas – fasilitas penunjang kebutuhan hunian yang hanya dapat digunakan oleh penghuni apartemen saja. Terdapat fasilitas *laundry, daycare, spa & beauty care, gym*, serta kolam renang.
- Zona Publik
Zona publik merupakan zona yang terdiri dari fasilitas – fasilitas yang dapat digunakan oleh semua orang, baik penghuni ataupun pengunjung. Zona tersebut meliputi ruang serbaguna, retail, minimarket, kafe, resto, serta parkir.
- Zona Pengelola
Zona pengelola merupakan zona yang meliputi kantor pengelola operasional dan administrasi apartemen.
- Zona Servis
Zona servis meliputi area – area utilitas yang berfungsi mendukung keberlangsungan sistem pada bangunan.



Gambar 2. 3. Pembagian zonasi bangunan



Gambar 2. 4. Perspektif interior minimarket (kiri) dan lobby apartemen (kanan)

Fasilitas hunian sendiri terbagi menjadi 3 tipe unit apartemen yang berbeda, yang terdiri dari unit apartemen dengan 1 kamar, unit apartemen dengan 2 kamar, dan unit apartemen dengan 3 kamar tidur. Pembagian unit ini diatur sedemikian rupa berdasarkan kebutuhan masyarakat Surabaya pada masa kini, dimana yang paling membutuhkan fasilitas hunian adalah masyarakat dengan status lajang dan keluarga muda. Hal tersebut menyebabkan unit apartemen dengan 1 kamar tidur berjumlah paling banyak (58%), diikuti dengan unit dengan 2 kamar (36%) dan unit dengan 3 kamar (6%). Fasilitas parkir yang diberikan pun berbeda, dengan hak parkir 1 slot untuk unit dengan 1 dan 2 kamar, dan 2 slot untuk unit dengan 3 kamar.



Gambar 2. 5. Modul unit apartemen



Gambar 2. 6. Perspektif interior unit apartemen dengan 1 kamar tidur

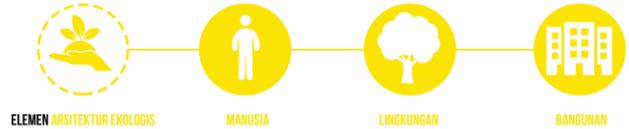


Gambar 2. 7. Perspektif interior unit apartemen dengan 2 kamar tidur

Konsep dan Pendekatan Perancangan

1. Konsep Filosofis

Berdasarkan masalah desain, pendekatan perancangan yang digunakan adalah pendekatan ekologis. Konsep ekologis yang digunakan adalah konsep yang dikemukakan Ken Yeang (1995), bahwa sebuah arsitektur ekologis, yang terdiri dari 3 elemen (manusia, bangunan, lingkungan), harus menciptakan keseimbangan antara karya alam dan karya buatan manusia tanpa merusak ekosistem sekitar.



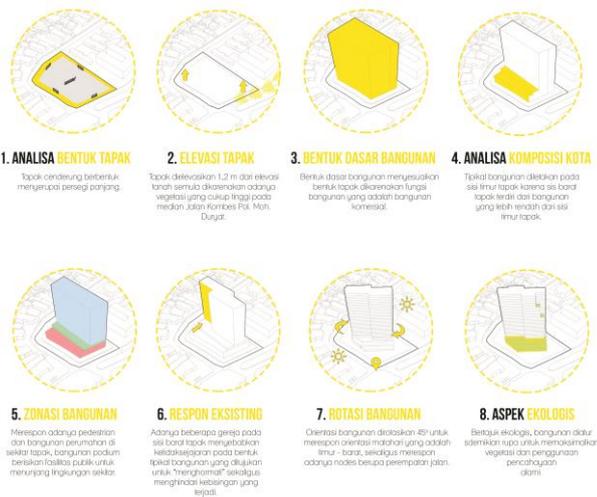
Gambar 2. 8. Diagram konsep pendekatan perancangan.

Implementasinya dapat tercermin pada bangunan apartemen ekologis sendiri. Seperti halnya, hubungan manusia dan lingkungan alami dapat dilihat dari adanya balkon hijau pada setiap unit apartemen karena pengaturan unit yang tidak sejajar. Setiap unit apartemen pun juga memaksimalkan bukaan sebagai pencahayaan alami. Sedangkan hubungan manusia dan lingkungan sosial dapat tercermin dari adanya area komunal yang terbuka pada bangunan. Hubungan manusia dan bangunan dapat dilihat dari terintegrasinya fungsi bangunan dalam menjaga privasi, keamanan dan kenyamanan pengguna. Di sisi lain, hubungan bangunan dan lingkungan dapat dilihat dari adanya system yang digunakan untuk merestorasi sumber daya, seperti pengolahan kembali air hujan, *greywater*, serta penggunaan panel fotovoltaik. Selain itu bangunan juga memaksimalkan penggunaan material yang mudah didaur ulang.



Gambar 2. 9. Diagram implementasi konsep pada bangunan

2. Konsep Terbentuknya Bentuk Bangunan



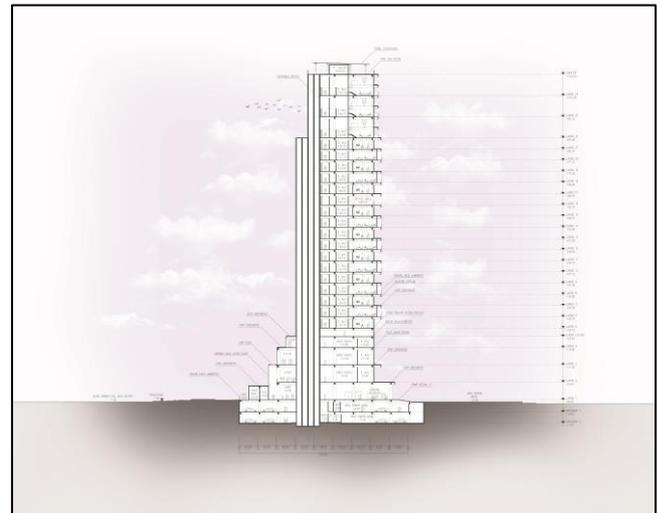
Gambar 2. 10. Transformasi bentuk

Bila dirangkum, proses transformasi terbentuknya bentuk bangunan adalah sebagai berikut.

1. Bentuk tapak dengan luas 9800 m² ini cenderung memanjang.
2. Tapak dielevasikan 1,2 m dari ketinggian tanah semula dikarenakan adanya vegetasi pada median jalan yang cukup tinggi dan berpotensi mengganggu view.
3. Bentuk bangunan mengadopsi bentuk tapak untuk memaksimalkan keuntungan dikarenakan bangunan bersifat komersial.
4. Berdasarkan analisa grafis komposisi kota, sisi barat tapak terdiri dari bangunan yang lebih rendah dari sisi timur tapak, sehingga tipikal bangunan diposisikan pada sisi timur.
5. Pembagian zonasi secara vertikal digunakan untuk merespon adanya pedestrian dan penduduk permukiman di sekeliling tapak sehingga pejalan kaki dapat menikmati fasilitas publik yang disediakan bangunan tanpa mengganggu privasi dan keamanan penghuni.
6. Merespon adanya beberapa tempat ibadah pada sisi barat tapak, maka bentuk tipikal bangunan dimundurkan pada sisi barat tapak untuk menghormati keberadaan eksisting tersebut.
7. Bangunan dirotasikan 45° ke arah barat daya merespon penolakan terhadap paparan matahari langsung pada sisi barat dan merespon nodes pada Jalan Kombes Pol. Moh. Duryat.
8. Pemberian aspek ekologis pada bangunan dapat tercermin dari banyaknya “coakan” baik secara horizontal dan vertikal untuk memaksimalkan pencahayaan alami dan penghijauan pada bangunan.

Sistem Sirkulasi Bangunan

Sebagaimana sistem sirkulasi pada suatu bangunan bertingkat tinggi merupakan suatu sistem yang sangat penting, terutama pada bangunan apartemen ekologis ini.



Gambar 2.9. Potongan A – A bangunan

Dapat dilihat bahwa sistem transportasi vertikal sebagai sistem sirkulasi menggunakan lift. Terdapat 4 lift yang disediakan untuk digunakan namun hanya 2 diantaranya yang dapat menuju lantai tipikal 22 - 24 yang berisi unit apartemen dengan 3 kamar. Lantai – lantai tipikal dibawahnya meliputi unit apartemen dengan 1 & 2 kamar. Sedangkan lantai – lantai podium berisikan fasilitas penunjang. Pembagian lift seperti ini ditujukan untuk menjaga privasi pengguna bangunan.

Ekspresi dan Tampilan Bangunan

Ekspresi dan citra yang ingin ditunjukkan oleh apartemen ini adalah suatu hunian vertikal menengah keatas yang memiliki aspek ekologis sebagai respon terhadap lingkungan sekitar. Penggunaan balkon sebagai salah satu fasad bangunan ditujukan untuk memaksimalkan interaksi pengguna bangunan dengan alam. Pemberian banyak bukaan ditujukan untuk menunjang pencahayaan alami serta kontinuitas view yang ada. Sedangkan dari sisi ekologis lainnya, penggunaan panel fotovoltaik secara vertikal sebagai fasad ditujukan untuk memproduksi kembali energi listrik karena sisi vertikal-lah, sisi yang memiliki bidang tangkap terbesar dari bangunan tinggi. Serta pemberian penghijauan vertikal untuk membantu merespon kurangnya ruang hijau pada sekitar tapak.



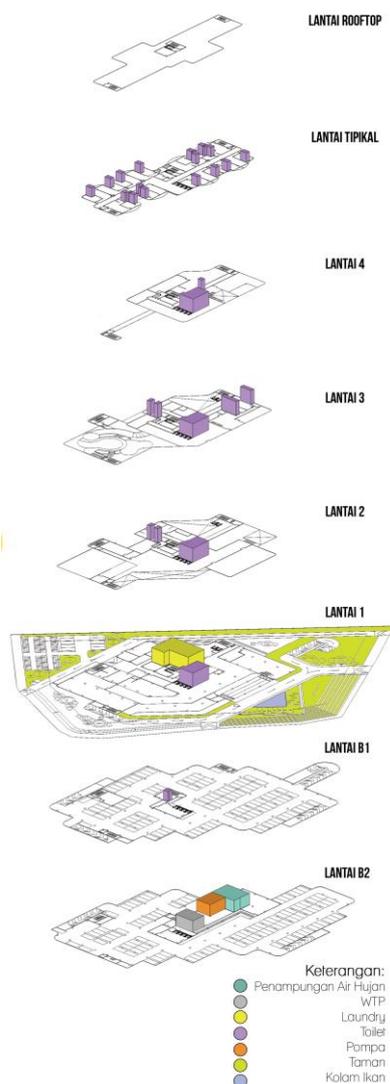
Gambar 2.10. Tampak barat daya apartemen

Pendalaman Desain

Pendalaman yang dipilih adalah pendalaman energi dalam menyelesaikan permasalahan desain, khususnya permasalahan ekologis atau konsumsi sumber daya yang berlebihan. Energi yang akan dialami meliputi proses daur ulang air hujan, daur ulang greywater, produksi energi listrik melalui panel fotovoltaik, dan penggunaan material ramah lingkungan.

1. Daur ulang air hujan

Sebagai salah satu upaya dalam restorasi atau produksi kembali sumber daya yang semakin terbatas, khususnya air bersih, maka diaplikasikan sistem pengolahan air hujan kembali sehingga dapat digunakan kembali. Air hujan yang turun ditangkap oleh bidang tangkap (kanopi hijau) yang banyak dijumpai pada fasad bangunan. Kemudian air hujan dialirkan menuju bak penampungan air hujan yang ada pada lantai *basement*. Air tersebut difilter sebelum akhirnya diproses pada WTP (*Water Treatment Plan*). Dengan demikian air siap dipompa dan digunakan kembali untuk penyiraman taman, *flush toilet*, serta kolam ikan.

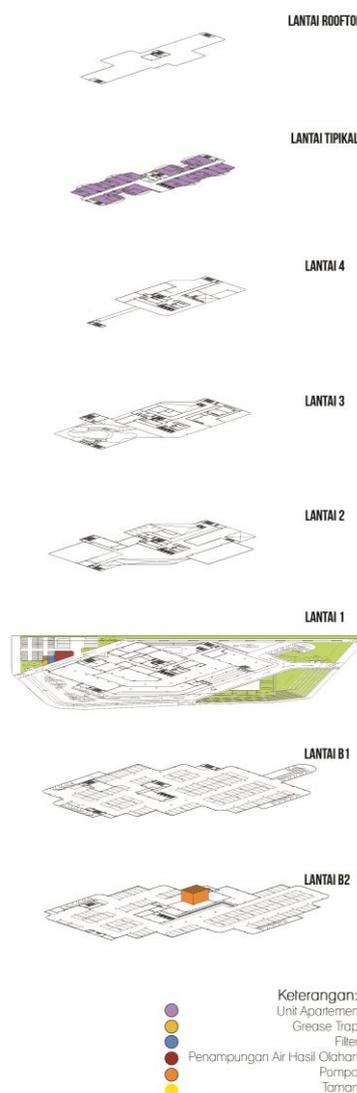


Gambar 2.11. Diagram peletakan ruang penunjang sistem pengolahan air hujan

Melalui perhitungan kebutuhan air bersih apartemen yang dapat berasal dari air hasil daur ulang, dapat dikatakan bahwa suatu bangunan apartemen membutuhkan 52 juta liter/tahun. Sedangkan berdasarkan Direktorat Bina Program Pengairan Departemen Pekerjaan Umum (1984), dapat dihitung bahwa melalui bidang tangkap yang ada, dapat diproduksi kembali 7 juta liter/tahun, atau sebanyak 13% dari kebutuhan.

2. Daur ulang air kotor

Dikarenakan musim hujan yang semakin tidak menentu pada Kota Surabaya akhir – akhir ini, maka digunakan pula sistem daur ulang air kotor (*greywater*). Air kotor yang mayoritas dari dapur, kamar mandi dan wastafel unit apartemen, dialirkan menuju *grease trap*. Setelah itu, air difiltrasi pada *anaerobic baffle reactor & aerobic biofilter*. Air hasil olahan ditampung pada bak penampung dan dipompa untuk keperluan *flush toilet* unit apartemen dan penyiraman lansekap bangunan.



Gambar 2.12. Diagram peletakan ruang penunjang sistem pengolahan air kotor

Melalui perhitungan yang ada, dapat dikatakan bahwa dibutuhkan 36000 liter air bersih untuk penyiraman lansekap dan seluruh *flush toilet* sehari. Sedangkan air bersih hasil olahan yang dapat

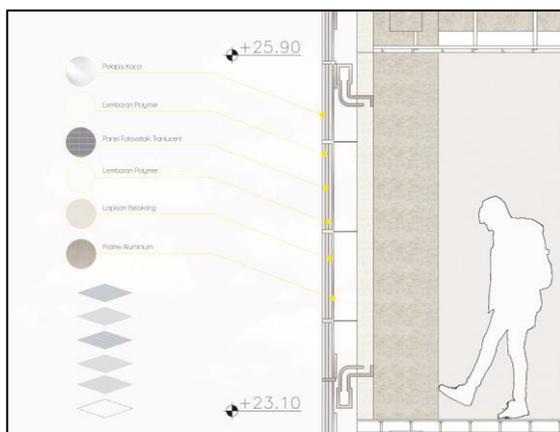
diproduksi sebesar 60000 liter per hari, yang mampu mencukupi seluruh kebutuhan penyiraman yang ditargetkan.

3. Produksi kembali energi listrik

Listrik merupakan salah satu sumber daya yang paling penting untuk keberlangsungan hidup manusia saat ini. Mengingat penggunaan listrik yang semakin tidak terkendali pasca peningkatan populasi yang pesat, maka diperlukan proses restorasi energi listrik melalui penggunaan panel fotovoltaik. Energi matahari, sebagai sumber energi, ditangkap oleh panel fotovoltaik baik secara vertikal pada fasad dan secara horizontal pada atap bangunan. Setelah itu, energi melalui *converter* diubah menjadi energi listrik dan dikumpulkan pada MDP (*Main Distribution Panel*). Dari sanalah, energi listrik dialirkan menuju SDP (*Sub Distribution Panel*) dan siap untuk digunakan.



Gambar 2.13. Diagram peletakan panel fotovoltaik



Gambar 2.14. Detail panel fotovoltaik vertikal

Target fasilitas yang akan disuplai oleh energi listrik hasil panel fotovoltaik merupakan penerangan yang ada pada area publik, seperti selasar, *lobby*, kafe, resto, ruang parkir, dan penerangan pada *entrance* bangunan. Kebutuhan listrik lainnya tetap akan ditunjang oleh PLN. Berdasarkan SNI 2000 mengenai konservasi energi dan luasan ruangan, target fasilitas membutuhkan penerangan sebesar 234770 Wh. Sedangkan berdasarkan perhitungan *rule of thumb*, panel fotovoltaik yang ada dapat menghasilkan 53600 Wh, yang adalah 23% dari yang ditargetkan.

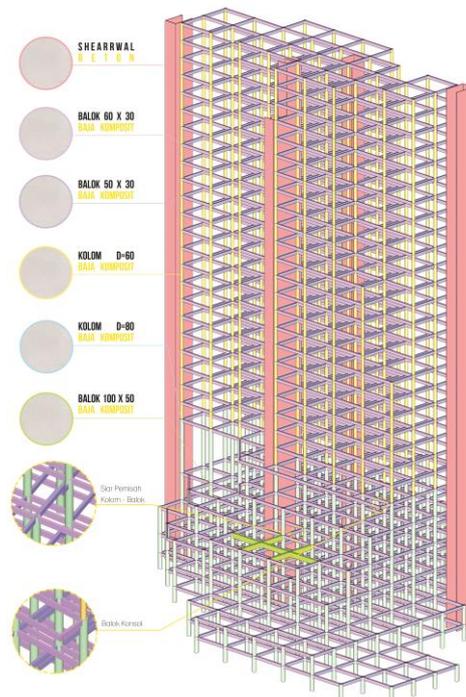
4. Penggunaan material yang ramah lingkungan

Beberapa material yang digunakan bersifat ramah lingkungan, seperti dapat di daur ulang kembali setelah material digunakan. Hal tersebut dapat tercermin dari *embodied energy* yang dimiliki oleh material – material tersebut.

Elemen bangunan struktural, seperti kolom dan balok, menggunakan material baja komposit (*embodied energy* = 1,64 MJ/kg). Sedangkan material beton (*embodied energy* = 7,6 MJ/kg) dapat dijumpai sebagai material *shearwall* dan plat lantai. Beberapa elemen bangunan yang non-struktural pun juga menggunakan material yang ramah lingkungan. Dinding non-struktural yang terdapat pada bagian dalam dan fasad bangunan, menggunakan material beton pracetak (*embodied energy* = 2 MJ/kg) dan beton ringan (*embodied energy* = 0,94 MJ/kg). Sedangkan dinding fasad kaca memiliki *embodied energy* = 16,3 MJ/kg.

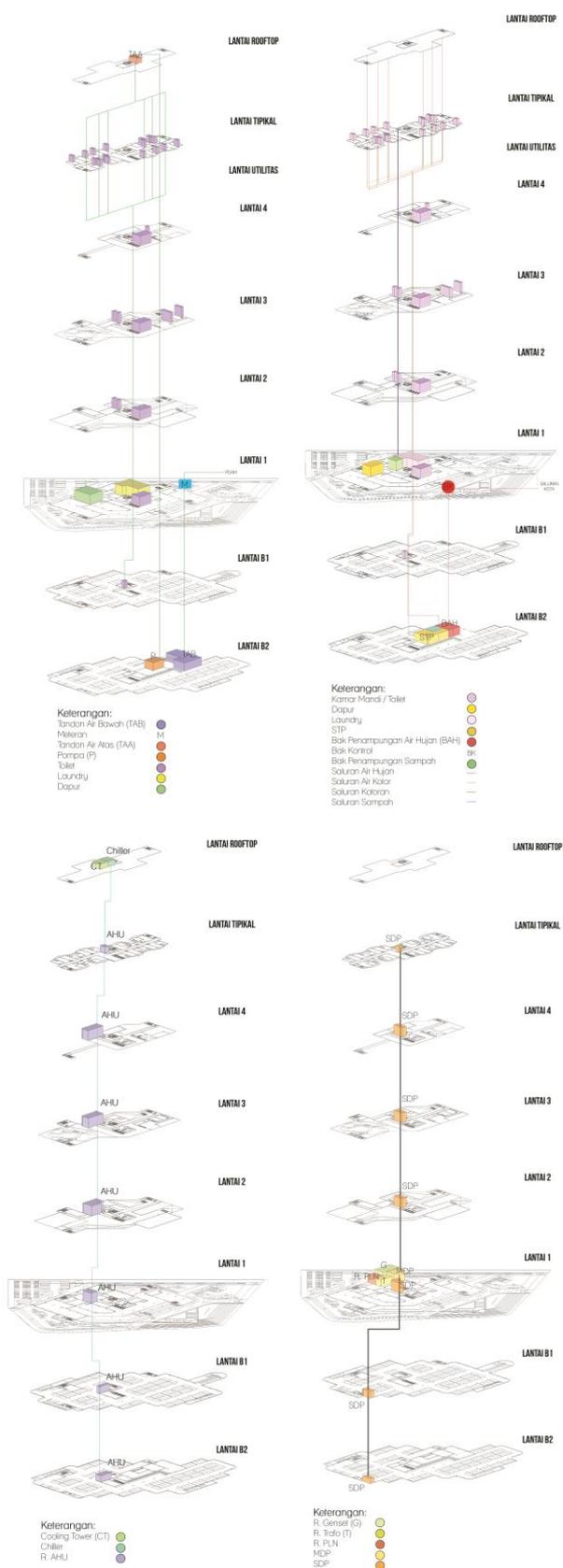
Sistem Struktur

Konsep sistem struktur yang digunakan pada apartemen ekologis ini adalah kombinasi sistem rangka (kolom – balok) serta sistem balok konsol pada beberapa daerah, seperti balkon. Untuk mengatasi kegagalan struktur berupa torsi dan *setback*, maka digunakan *shearwall* dan siar pemisah (join kolom – balok) antara podium dan tipikal.



Gambar 2.15. Diagram sistem struktur bangunan

Sistem Utilitas



Gambar 2.25. Isometri utilitas air (atas), penghawaan aktif (kiri bawah) dan instalasi listrik (kanan bawah)

1. Sistem Distribusi Sanitasi

Seluruh sistem distribusi sanitasi, meliputi air bersih (sistem *downfeed*), air kotor, kotoran, serta air

hujan dialirkan melalui shaft pada tipikal dan dipertemukan pada lantai utilitas, lalu pada ruang – ruang yang bersangkutan. Sedangkan jalur distribusi sampah memiliki shaft-nya sendiri.

2. Sistem Penghawaan Aktif

Konsep sistem penghawaan aktif yang diterapkan pada apartemen ekologis ini sebagai penunjang kenyamanan pengguna, adalah *AC central* bagi area – area publik dan *AC multi-split* pada unit apartemen.

3. Sistem Instalasi Listrik

Selain listrik diproduksi kembali dari panel fotovoltaik, sumber listrik utama tetap berasal dari PLN.

KESIMPULAN

Perancangan apartemen ekologis di Surabaya diharapkan menjawab permasalahan yang sedang terjadi saat ini di Kota Surabaya, yaitu masalah keterbatasan jumlah lahan yang tidak diimbangi dengan peningkatan jumlah penduduk yang semakin tidak terkontrol. Apartemen ini diharapkan tidak hanya memenuhi kebutuhan akan hunian saja, melainkan menyediakan penunjang kehidupan pada hunian tersebut. Selain itu, apartemen ekologis ini diharapkan mampu mendaur ulang sumber daya yang ada sebagai upaya penghematan energi yang semakin terbatas. Apartemen juga diharapkan mampu membantu menjawab permasalahan kurangnya RTH sebagai respon terhadap lingkungan sekitar.

DAFTAR PUSTAKA

Adler, D. (1979). *New Metric Handbook*. London: The Architectural Press Ltd.

Akmal, I. (2007). *Menata Apartemen*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Badan Perencanaan Pembangunan Kota Surabaya. (2018). *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya tahun 2018 (Peta Letak/Lokasi Perencanaan)*. Surabaya: BAPPEKO Surabaya 2018.

Ching, Francis D. K. (1996). *Arsitektur: Bentuk, Ruang Dan Susunannya*. (edisi kedua). (Ir. Nurahma Tresani Harwadi, MPM., Trans). Jakarta: Erlangga.

Google Earth. (2018). Surabaya. Retrieved January 19, 2018 from <http://earth.google.com/>.

Google Maps. (2018). Surabaya. Retrieved January 19, 2018 from <http://maps.google.com/>.

Handoko, Jarwa P. S. (2016). *Optimalisasi Pemanfaatan Greywater Pada Bangunan Rumah Susun Sebagai Upaya Mewujudkan Sustainable Architecture*. Retrieved April 15, 2018, from <http://download.portalgaruda.org>.

Neufert, Ernest. (1996). *Data Arsitek Jilid 1* (Edisi 33), (Sunarto Tjahjadi, Trans). Jakarta: Erlangga.

Neufert, Ernest. (1996). *Data Arsitek Jilid 2* (Edisi 33), (Sunarto Tjahjadi, Trans). Jakarta: Erlangga.

Juwana, Jimmy S. (2008). *Panduan Sistem Bangunan Tinggi*. Jakarta: Erlangga

Priatman, Jimmy. (2001). Desain Teknologi Surya sebagai “Form Giver”. *Arsitektur Implementasi Bangunan Perumahan di Indonesia*, 29(1).

Priatman, Jimmy. (2002). “Energy Efficient Architecture”. *Paradigma dan Manifestasi Arsitektur Hijau*, 30(2).

Suprpto, H. Bramanty A. (2015). *Konsep Pemanfaatan Air Hujan Sebagai Air Siap Pakai*. Retrieved April 12, 2018, from <https://www.researchgate.net>.

Standar Nasional Indonesia. (2000). *Konservasi Energi*. Indonesia: Badan Standardisasi Indonesia

Yeang, Ken (1995). *Designing With Nature: The Ecological Basis for Architectural Design*. New York: McGraw-Hill.