

Model Hunian Adaptif Kampung Nelayan pada Resiko Surabaya Tenggelam 2050

Rizky Olda Putri Salsabilla dan Ima Defiana

Departemen Arsitektur, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: may.d@arch.its.ac.id

Abstrak— Permukaan air laut yang terus meningkat menjadi dampak berkelanjutan dari permasalahan lingkungan diatas. Surabaya diisukan terancam tenggelam pada tahun 2050. Perubahan yang terjadi ini memberikan dampak yang menyebar dan kelanjutan pada perlambatan kehidupan dan pembangunan Kota Surabaya. Upaya preventif (mitigasi) dan adaptasi terhadap kondisi yang baru dapat direspon melalui peran arsitektur demi keberlanjutan. Desain Modul Hunian yang adaptif diperlukan untuk menyelesaikan permasalahan ini. Dengan harapan sebagai upaya mempertahankan area lahan kota Surabaya. Rancangan desain modul melalui pendekatan adaptive architecture dihadirkan pada rancangan ini. Konsep modul hunian memiliki struktur dan bentuk yang dapat beradaptasi dengan kenaikan air hingga mengapung. Terletak pada permukiman nelayan pesisir Kenjeran menjadi simulasi awal rancangan. Dengan rencana kedepan, hasil output modul permukiman dapat diterapkan lebih luas pada area lain Surabaya yang terdampak . Sehingga, harapannya desain yang ditawarkan dapat menjadi solusi dari permasalahan ini.

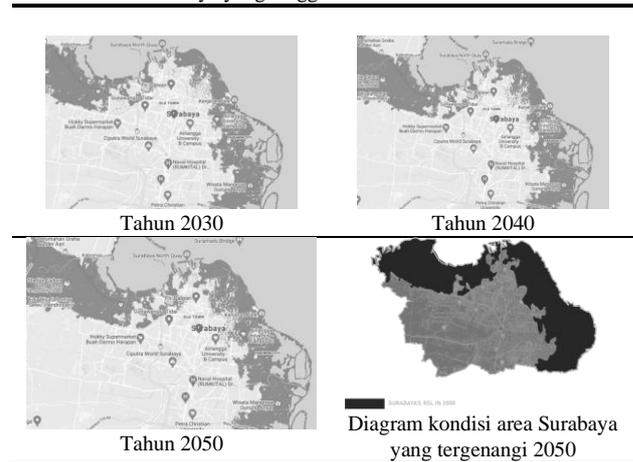
Kata Kunci— Apung, Arsitektur Adaptif, Modul.

I. PENDAHULUAN

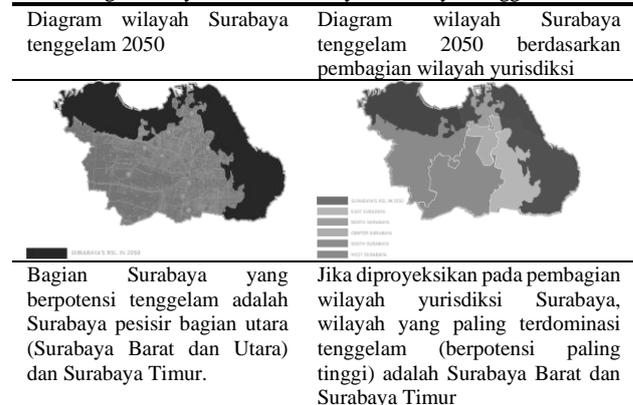
PERUBAHAN iklim terus terjadi perlahan dalam jangka waktu yang cukup panjang. Berdasarkan rata – rata, *Rising Sea Level* (RSL) berkisar 0.1-0.2mm per tahun selama kurang lebih 3000 tahun belakang. Beberapa lokasi di Indonesia, yaitu Jakarta hingga Surabaya diisukan terancam tenggelam pada tahun 2050. Surabaya didominasi oleh dataran rendah dimana sebesar 80,72% wilayah Surabaya yang memiliki ketinggian diantara -0,5 – 5m SHVP atau 3 – 8 m di atas permukaan laut [1]. Sedangkan, 12,77% yang merupakan sisa daratan Surabaya adalah perbukitan yang terletak di Surabaya Barat dan 6,52% terletak di Surabaya Selatan [1]. Pada wilayah Surabaya Barat terdapat dua bukit landai yaitu di daerah Lidah dan Gayungan yang ketinggiannya antara 25 – 50 m di atas permukaan laut dengan kontur tanah perbukitan yang bergelombang [1]. Di dominasi oleh daratan rendah dan pinggir pantai, menjadikan Surabaya juga beresiko terkena dampak dari kenaikan permukaan air laut terlebih dahulu. Menurut prediksi *Rising Sea Level* (RSL) kota Surabaya memiliki resiko tenggelam hampir di area wilayahnya di beberapa dekade kedepan [2], hal ini dilakukan kajian melalui web *Climate Central* (Tabel 1. Proyeksi terhadap peta pembagian yurisdiksi Surabaya dan dari web *Climate Central* ditunjukkan melalui diagram Tabel 2.

Dampak dari RSL mengakibatkan banyak permukiman, fasilitas umum, dan RTH yang berpotensi untuk tenggelam di Surabaya [3] Tabel 3. Perubahan yang terjadi ini memberikan dampak yang menyebar dan kelanjutan pada perlambatan kehidupan dan pembangunan Kota Surabaya. Upaya

Tabel 1.
Area Surabaya yang tenggelam dari tahun 2030-2050.



Tabel 2.
Diagram Proyeksi Potensi Wilayah Surabaya Tenggelam .



Bagian Surabaya yang berpotensi tenggelam adalah Surabaya pesisir bagian utara (Surabaya Barat dan Utara) dan Surabaya Timur.

Jika diproyeksikan pada pembagian wilayah yurisdiksi Surabaya, wilayah yang paling terdominasi tenggelam (berpotensi paling tinggi) adalah Surabaya Barat dan Surabaya Timur

preventif (mitigasi) dan adaptasi terhadap kondisi yang baru melalui peran arsitektur demi keberlanjutan.

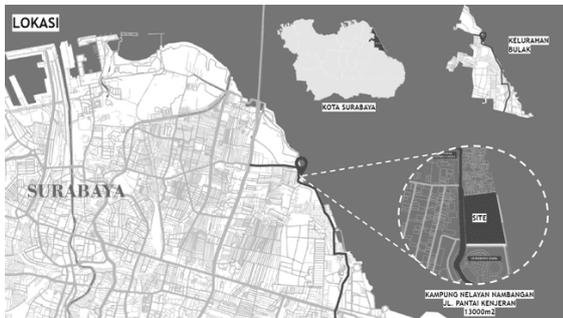
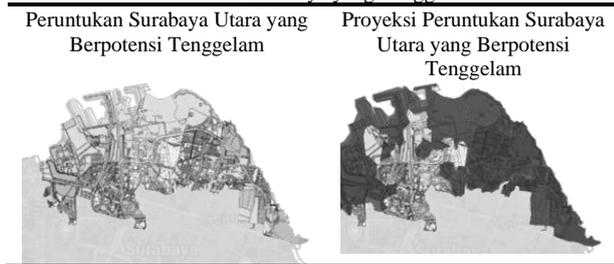
Arsitektur menyumbang peranan yang penting terhadap perubahan iklim. Maka dari itu, desain arsitektur baiknya merespon dari keadaan iklim. Guna hal ini adalah untuk mewujudkan arsitektur yang sesuai dengan kebutuhan dan keinginan, serta memberikan timbal balik positif terhadap lingkungan.

II. METODE DESAIN

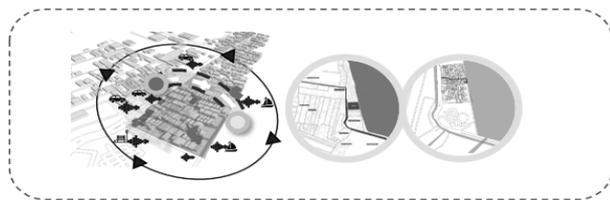
A. Metode Desain

Proses perancangan, dilakukan melalui analisa terhadap isu lokasi (Surabaya) lalu dilakukan melalui analisa literatur terkait isu dan pendekatan yang digunakan termasuk teori-teori yang mengacu terhadapnya. Setelah melalui tahap analisa, dilakukan proses translasi ide untuk menjawab isu serta permasalahan desain melalui kriteria - kriteria yang telah disusun. Translasi merupakan cara Arsitektur merespon

Tabel 3.
Peruntukan Surabaya yang Tenggelam.



Gambar 1. Lokasi Lahan Perancangan.



Gambar 2. Analisis Lahan Rancangan.

terkait isu yang diangkat dengan mengacu pada teori-teori terkait yang telah ditemukan.

Jika diuraikan dengan tahapan atau Langkah sebagai berikut:

- a. Tahapan pembahasan isu. Melalui proses berpikir dengan pendekatan serta teori - teori yang berkaitan.
- b. Tahapan kajian literatur dan teori. Merujuk kajian yang menjadi acuan untuk mengembangkan dan mengeksplorasi desain yang sesuai dengan isu untuk menyelesaikan permasalahan dan isu desain.
- c. Tahapan skematik desain. Tahapan dalam membuat visualisasi ide yang telah digagas sebagai bentuk translasi ke dalam arsitektur.

Teknik yang digunakan melalui sketsa ide dan pembuatan diagram melalui beberapa alat / tools aplikasi desain yang menunjang visualisasi dari kajian literatur yang dilakukan pada proses eksplorasi ide rancangan.

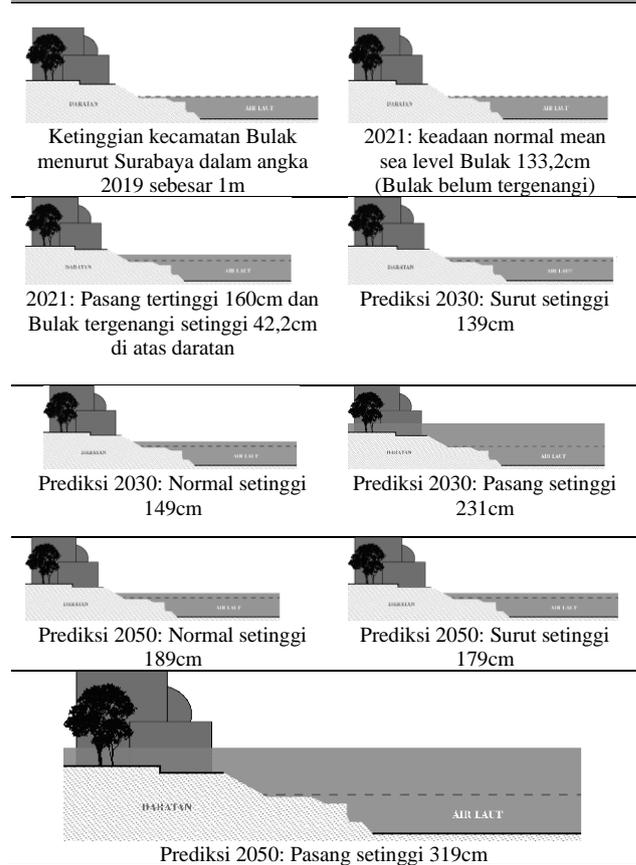
Tahapan kajian antara lain sebagai berikut:

1) Analisis Lahan

Pada rancangan ini, kawasan perkampungan nelayan Nambangan Bulak Kenjeran berada di pesisir pantai Kenjeran yang akan menjadi simulasi skenario rancangan Gambar 1. Jalan Pantai kenjeran sebagai jalan utama di sebelah barat kawasan. Sedangkan sisi timur pada kawasan adalah laut lepas yang pada eksisting digunakan sebagai tempat perahu – perahu nelayan. Pada eksisting, hunian tersusun organik dan menghadap selatan dan utara. Sehingga hunian tidak terpapar matahari langsung. Angin laut yang datang dari arah timur dan tenggara. Angin darat pada malam hari berasal dari arah barat Gambar 2.

Kondisi kawasan yang terletak di pesisir, menghadirkan risiko tenggelam dikarenakan banjir rob. Perkembangan

Tabel 4.
Analisis Kenaikan Permukaan Air Laut pada Kawasan.



ketinggian wilayah yang tenggelam dari tahun 2019 hingga prediksi tahun 2050 dianalisis melalui perhitungan dari jurnal [4] (Tabel 4).

2) Kajian Luasan Eksisting

Kajian ini dilakukan untuk menentukan tipe yang dapat dimunculkan pada desain rancangan. Pada rancangan ini diusulkan untuk membuat dua tipe hunian yang dihasilkan dari kajian luasan rumah pada eksisting Kawasan untuk membuat hunian. Dua tipe umum itu adalah tipe satu lantai dan dua lantai Tabel 6. Susunan dari program ruang dari tiap tipe menyesuaikan dengan okupansi jumlah penghuni Gambar 3.

Sehingga, menghasilkan studi kajian luasan pada eksisting hunian sebagai berikut :

- a. Rumah luasan paling kecil: 12m²
- b. Rumah luasan paling besar: 60m²

B. Pengaplikasian Metode

1) Respon tapak pada analisis lahan

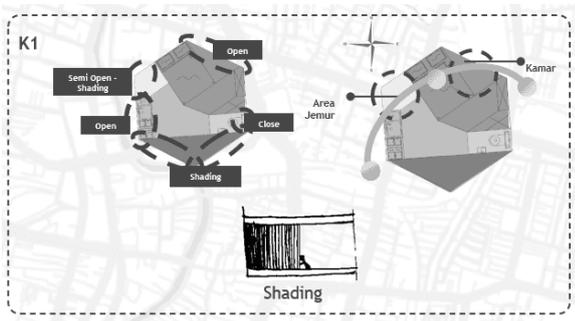
Desain penataan ruang pada modul didasari oleh kebutuhan pencahayaan matahari pada hunian. Diwujudkan melalui area kamar yang berada di bagian timur dan area jemur serta dapur di area barat. Supaya kamar tidak terlalu panas dan dapat menjemur baju dengan mudah kering.

Respon arah sinar matahari juga menjadi analisis untuk menentukan jenis bukaan menjadi semi *open – shading – tertutup – open* pada tiap sisi segi enam Gambar 4.

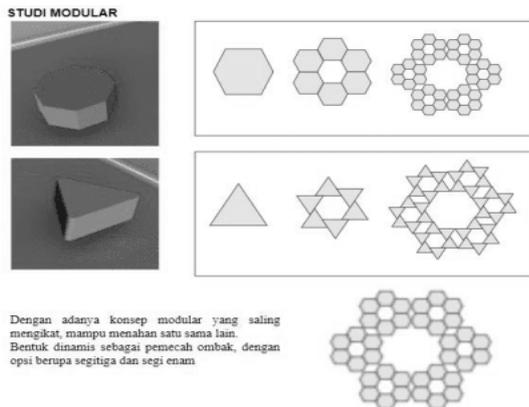
Arah mata angin juga menjadikan respon bangunan yang memiliki balkon di area tenggara dan barat daya. Bagian balkon juga dilindungi oleh *secondary screen* untuk memecah angin sebagai upaya keseimbangan modul dari angin laut yang kencang.



Gambar 3. Kajian Luasan Hunian pada Eksisting Kawasan.



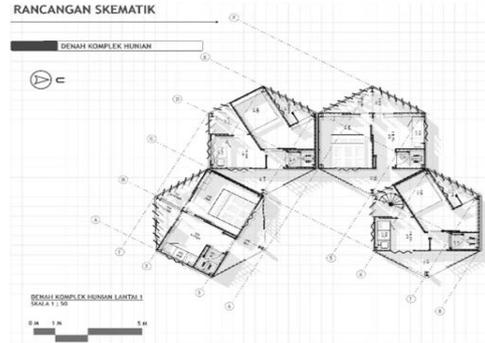
Gambar 4. Respon Tapak pada Analisis Lahan.



Gambar 5. Studi Modular Hunian.

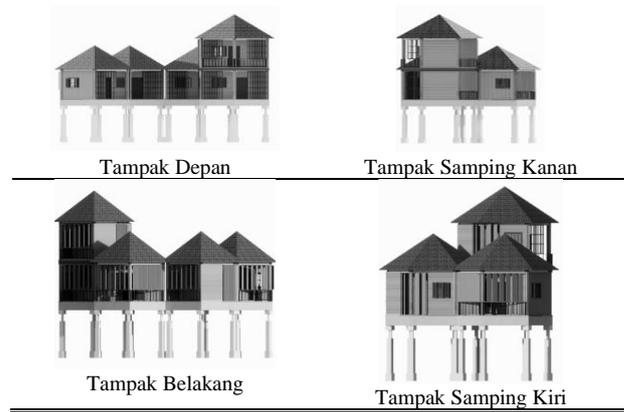
Dalam desain ini, pembentukan konfigurasi ruang didasari oleh kebutuhan luasan tiap ruangan dan kebutuhan pencahayaan alami dari tiap ruang, selain itu faktor dari *view* juga menjadi perhatian, seperti area jemur itu disebelah barat, area kamar di sebelah timur.

Modul yang diterapkan di laut membuat salah satu tantangan yang dimiliki adalah gelombang ombak. Maka dari itu dilakukan studi bentuk modul hunian yang paling sesuai dipilih. Bentuk heksagonal dipilih berdasarkan efektifitas dan sudut yang sesuai. Pemilihan heksagonal, berdasarkan kajian bentuk segiempat, heksagonal, dan segitiga yang telah dilakukan Gambar 5. Dari ketiga itu alternatif bentuk, dalam kriteria sebagai pemecah ombak yang bisa memberikan sudut lancip paling banyak heksagonal. Dan dari efektifitas ruangan yang paling tinggi untuk membuat sudut ruangan tidak terbuang adalah heksagonal.



Gambar 6. Denah dari Satu Cluster Hunian.

Tabel 5.
Tampak Kompleks Hunian.



Tabel 6.

Pengelompokan Tipe Hunian dari Kajian Luasan Hunian Eksisting.

No.	Tipe Rumah	Ukuran diajukan	Ukuran Eksisting	Kapasitas Orang
1.	1 lantai	24m ²	0-36 m ²	2-4
2.	2 lantai	55m ²	36,1-60 m ²	5-6

Tabel 7.

Rekapitulasi Program Ruang pada Tiap Tipe Rumah.

No.	Program ruang	Ukuran tipe dua lantai	Ukuran tipe satu lantai
1.	Kamar 1	10m ²	10m ²
2.	Kamar 2	12m ²	-
3.	Dapur dan sirkulasi	8,85m ²	5,85 m ²
4.	Kamar Mandi	1,5m ²	1,5m ²
5.	Ruang jemur	2,85 m ²	2 m ²
6.	Foyer	4m ²	4m ²
7.	Balkon hunian	4m ²	-

2) *Pembagian Hunian Berdasar Kajian*

Rentang dari rumah dengan luasan paling kecil menuju ke ukuran paling besar adalah sebesar 48m². Pada kajian tersebut menghasilkan peruntukan tipe hunian seperti dibawah ini:

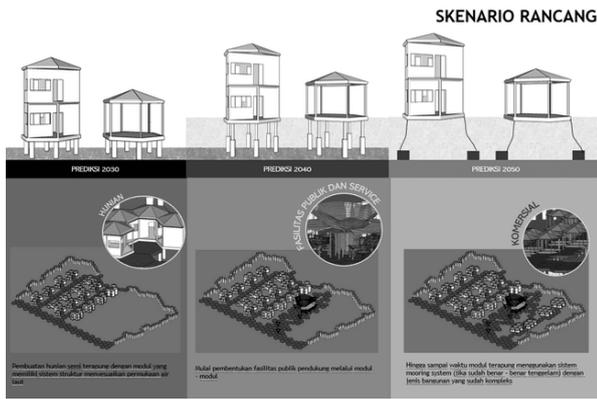
- a. Tipe 1: 12 – 36m (94 rumah) sebesar 75%
- b. Tipe 2: 37 – 60m (30 rumah) sebesar 25%

Pada kajian tersebut, total hunian pada eksisting berjumlah 124 hunian. Pada rancangan Kawasan baru yang memiliki total jumlah hunian 76 menghasilkan jumlah Tipe satu lantai sebesar 57 hunian dan tipe dua lantai 19 hunian yang menjadi 19 cluster pada rancangan Kawasan baru.

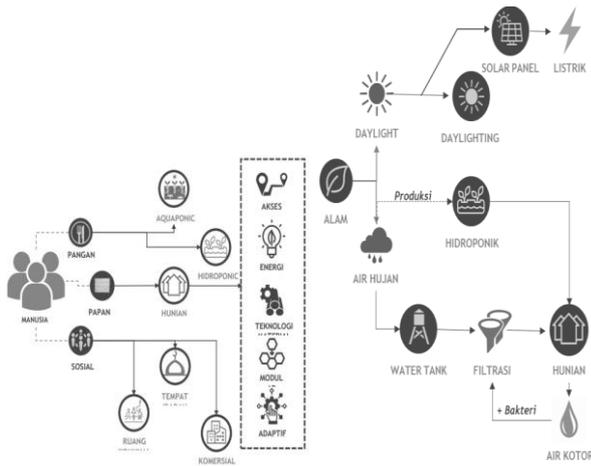
III. HASIL DAN EKSPLORASI

A. *Tipe Hunian*

Pada bangunan hunian terdapat tiga tipe hunian dan empat



Gambar 7. Skenario Rancang Modul Hunian.



Gambar 8. Desain Utama dan Sistem Hunian.

susunan dalam satu kompleks, dengan urutan susunan dalam satu cluster sebagai berikut Gambar 6 dan visualisasi tampak hunian Tabel 5:

1. Hunian Tipe 1 (1 lantai) yang di rotasi
2. Hunian Tipe 2 (1 lantai) yang di rotasi
3. Hunian Tipe 1 (1 lantai)
4. Hunian Tipe 2 (2 lantai)

Pada kompleks hunian memiliki susunan yang sama hanya pada arah utara dan selatan mengalami rotasi yang berkebalikan sebagai respon dari arah matahari yang dioptimalkan sebagai sumber energi listrik dan shading pada hunian. Pembagian tipe hunian pada kajian eksisting menghasilkan 2 tipe lantai (tabel 6). Dimana perbedaan yang terjadi terhadap dua tipe tersebut adalah jumlah ruang aktivitas yang ada di dalam hunian dan ukuran luasan dari tiap program ruang (tabel 7).

B. Skenario Rancang

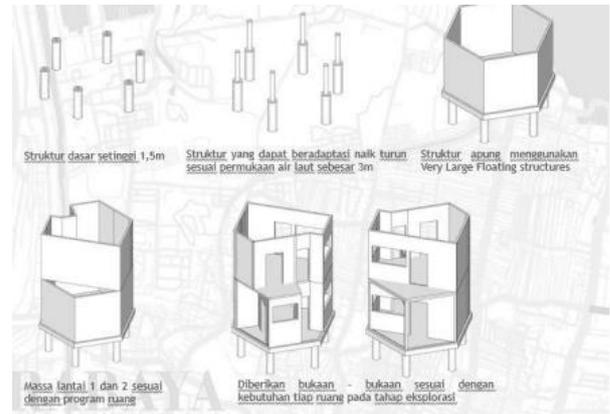
Desain Modul yang dibuat, dirancang untuk mengalami adaptasi hingga waktu yang disimulasikan yaitu 2050. Skenario yang terjadi pada rancangan disusun dari rentang tahun 2022 hingga tahun 2050 sebagai berikut Gambar 7:

1) 2022 (preventif):

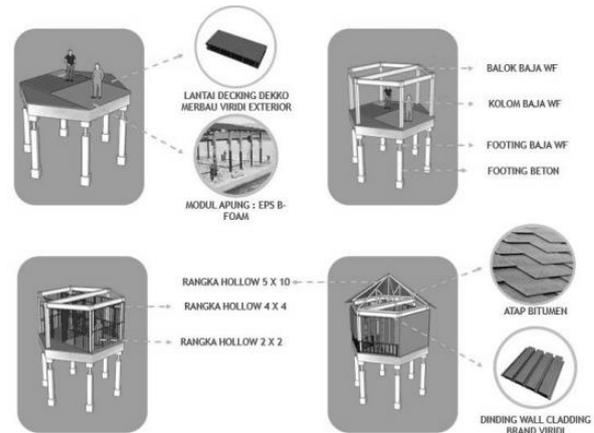
Pencerdasan / penginfoan kepada masyarakat mengenai risiko kenaikan permukaan air laut yang memiliki potensi menenggelamkan beberapa area daratan pesisir di Surabaya.

2) 2023 (preventif):

Mulai untuk pembentukan tanggul (pemecah ombak/gelombang) seperti melalui tetrapod dan pohon bakau.



Gambar 9. Struktur Footing dan Ruang Pada Hunian.



Gambar 10. Struktur Keseluruhan Pada Hunian.

3) Prediksi 2030 (adaptif):

Pembuatan hunian semi terapung dengan modul yang memiliki sistem struktur menyesuaikan permukaan air laut.

4) Prediksi 2040 (adaptif):

Masyarakat beradaptasi dengan hunian tersebut. Mulai pembentukan fasilitas publik pendukung melalui modul – modul.

5) Prediksi 2050 (ekspansi):

Hingga sampai waktu modul terapung menggunakan sistem mooring system (jika sudah benar – benar tenggelam) dengan jenis bangunan yang sudah kompleks.

C. Konsep Desain Utama dan Sistem Hunian

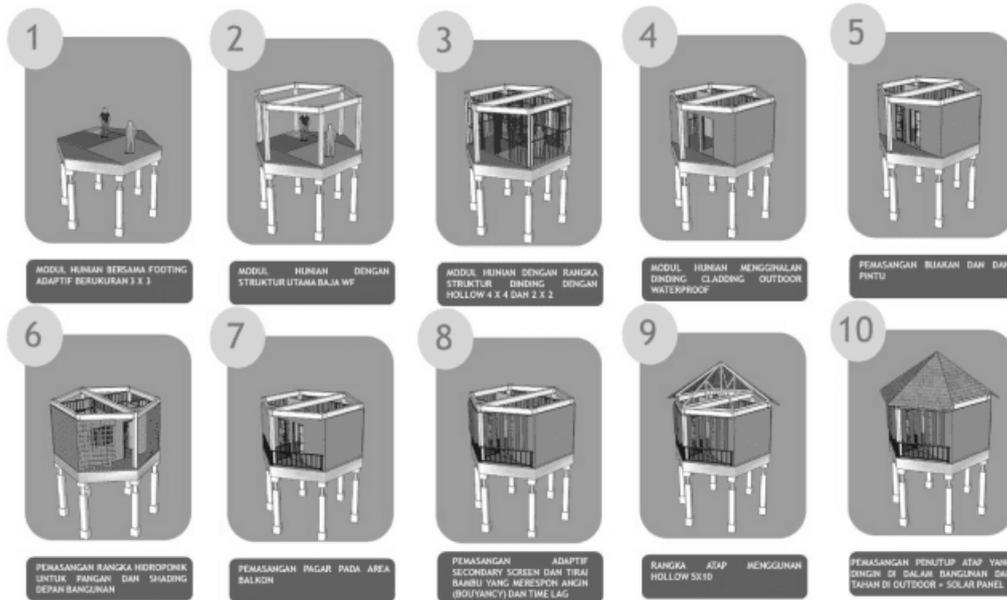
Merancang desain kompleks permukiman yang beradaptasi dengan keadaan banjir pada permukiman nelayan Kenjeran pada skenario tahun 2030 dengan konsep *walk up flat*. Pada 2050 akan menjadi hunian terapung Ketika ketinggian sudah melebihi dari permukaan laut. Struktur yang ada membuat hunian terlepas. Rancangan harapannya menjadi modul yang dapat dikembangkan lebih luas ke area lain di Surabaya.

Desain yang dihadirkan memperhatikan kenyamanan dan kesejahteraan pada penghuni melalui keterhubungan dengan lingkungan. Konsep desain juga memperhatikan upaya terhadap lingkungan untuk mencapai mandiri Gambar 8.

D. Teknologi Struktur dan Material Hunian

Permasalahan dari rumah terapung adalah *buoyancy*, goyangan ombak, pembebanan massa pada modul. Hal ini yang memberikan respon dalam pemilihan struktur dan material yang digunakan pada hunian.

SEKUEN STRUKTUR DAN TAHAPAN PEMBANGUNAN HUNIAN



Gambar 11. Sekuen Penyusunan Konfigurasi Ruang pada Hunian.



Gambar 12. Sekuen Penyusunan Konfigurasi Ruang pada Hunian.

Struktur yang digunakan pada hunian menjadi salah satu respon dari adaptif itu sendiri. Struktur yang dipilih harus bisa beradaptasi dengan kenaikan permukaan air laut. Sehingga pada skenario awal, dipilihlah struktur footing yang menjadi pengunci dari pergerakan modul. Footing yang terbuat dari *concrete* menjadi *CNP* dari pelat untuk naik turun menyesuaikan dengan permukaan air laut yang ada di Kawasan Nambangan Kenjeran.

Dalam merespon beban massa yang harus diwadahi pada atas modul, pelat lantai menggunakan teknologi khusus yaitu *bfoam* dimana berasal dari *sterofoam* yang dibungkus oleh *concrete*. Teknologi ini dapat menampung beban massa yang cukup berat dan mengapung.

Dalam upaya untuk membuat modul hanya dapat sedikit bergoyang tetapi tidak bergeser, ukuran dari footing tidak memiliki kelonggaran yang besar terhadap kolom yang beradaptasi. Sehingga pergerakan *footing* ke samping dapat diminimalisasikan dan hanya difokuskan untuk bergerak ke atas bawah mengikuti pergerakan air laut.

Ketika pada skenario mengapung, modul menggunakan teknologi struktur muring seperti pada preseden perpustakaan apung Semarang. Pada preseden ini, penyelesaian bangunan untuk menghadirkan modul yang lebih stabil dari riak gelombang menggunakan muring sebagai teknologi

Balitbang Kementerian PUPR yang dipasang dari dek Bangunan.

Dimana harapannya, pada rancangan ini, masyarakat dapat beradaptasi secara bertahap hingga hunian benar – benar terapung dari yang awalnya dengan teknologi *footing*. Teknologi ini membuat kaki dari pelat lantai dapat beradaptasi naik turun menyesuaikan kenaikan permukaan air laut Ketika banjir rob terjadi Gambar 9.

Konfigurasi ruang di dalam modul hunian, sebenarnya tidak ada struktur pembentuk ruang yang tetap atau masif. Dalam artian lain, rangka pembentuk tiap ruang dibentuk dari *hollow* dan dinding GRC yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan penghuni. Hal ini dilakukan dalam upaya fleksibilitas dari kebutuhan ruangan dari penghuni. Material yang ringan juga dikonsumsi dalam upaya untuk mengurangi beban tekanan ke dalam air.

Material yang digunakan pada rancangan ini pada dasarnya harus memenuhi kriteria tertentu, yaitu diantaranya ringan, tahan air, tahan cuaca, dan memiliki jangka pemakaian yang lama Gambar 10. Penutup dinding menggunakan GRC dengan motif natural. Pemilihan dipertimbangkan karena ringan dan tahan terhadap *outdoor* seperti anti air dan lumut.

Sekuen dari pemasangan struktur konfigurasi ruang ini membentuk konfigurasi ruang yang merespon dari analisis

lahan. Sekuen secara bertahap dalam pemasangan struktur rangka tiap ruang dari pemasangan baja pada struktur utama Gambar 11. Kemudian dilanjutkan dengan struktur rangka dinding dari hollow ukuran 3x5 dan ukuran 2x3.

Material lantai juga menggunakan material seperti kolam renang dan anti lumut dengan harapan semua material yang diterapkan baik untuk Kawasan yang berada di *outdoor*.

Pada bagian atap menggunakan rangka baja ringan, dengan dibagian atas diberikan gap supaya menghindari hawa panas, atap yang dipilih ada bitumen. Atap menggunakan panel surya sebagai upaya untuk menghadirkan energi alternatif sebagai sumber listrik.

E. Detail Hunian

Selubung dari bangunan di dominasi oleh *secondary screen* yang adaptif terhadap arah angin, digunakan sebagai penjaga kestabilan dari modul apung, pembayangan dan mengarahkan angin tau memecah angin untuk Gambar 12.

IV. KESIMPULAN

Merespon permasalahan isu mengenai kenaikan permukaan laut menghasilkan desain yang disimulasikan berupa modul permukiman dengan struktur *footing* hingga terapung menggunakan *mooring*, menjadi tindakan preventif (mitigasi) dalam arsitektur yang berkelanjutan. Hal tersebut

adalah hasil translasi dari desain perancangan ini yang didasari oleh kajian literatur pada transformasi formal dan spasial.

Rancangan modul permukiman ini adaptif dengan skenario perancangan yang bertahap berdasarkan tahapan kenaikan tinggi permukaan air laut. Modul tersebut diterapkan di wilayah permukiman nelayan pesisir Kenjeran, memiliki sistem pemenuhan kebutuhan masyarakat dari segi pangan, papan, dan sosial.

Perancangan modul permukiman terapung merupakan hasil perancangan yang diharapkan menjadi suatu upaya bagi arsitektur dalam berperan menyelesaikan permasalahan yang ada dan terwujud melalui rancangan desain ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Kota Surabaya Dalam Angka 2020," Surabaya, May 2020. [Online]. Available: <https://surabayakota.bps.go.id/publication/2020/05/19/4b5506b7a089a61c75ef6cc9/kota-surabaya-dalam-angka-2020.html>
- [2] Climate Central, "Coastal Risk Screening Tool: on Surabaya," Sep. 12, 2021. <https://coastal.climatecentral.org/>
- [3] Dinas Cipta Karya dan Tata Ruang Kota Surabaya, "Peta Peruntukan Kota Surabaya," 2018. <https://petaperuntukan.cktr.web.id>
- [4] A. Damayanti and R. Boedisantoso, "Analisis Dampak Perubahan Iklim Berdasarkan Kenaikan Muka Air Laut terhadap Wilayah Kota Surabaya," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2016.