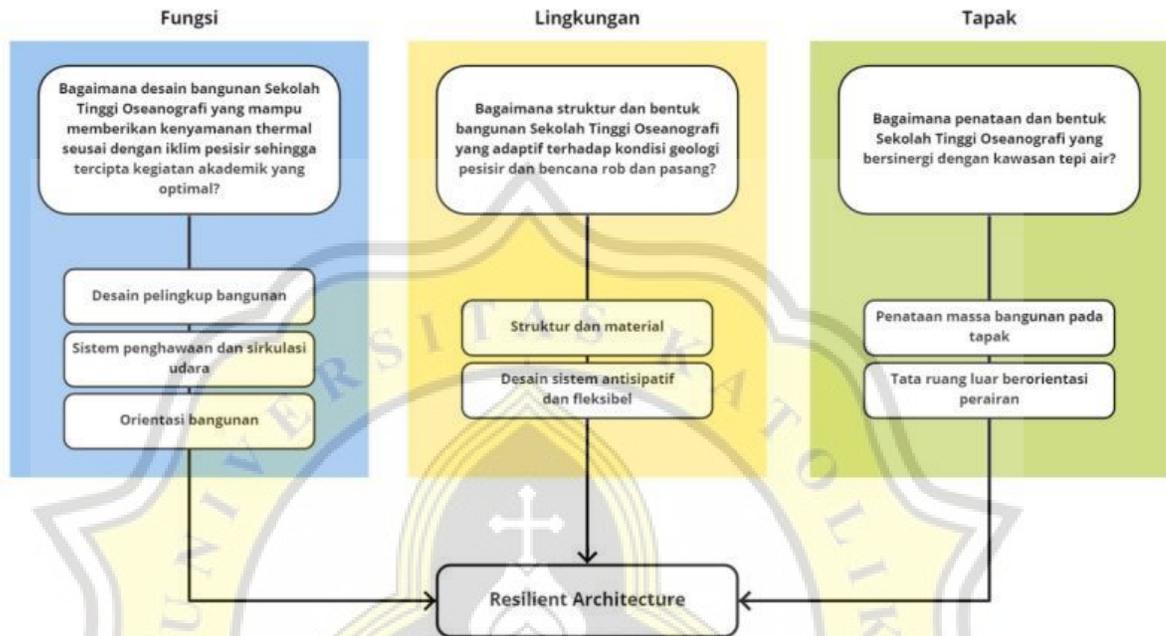


BAB 5

LANDASAN TEORI

5.1. Hubungan Masalah Terhadap Teori



Bagan 8. Skema Hubungan Teori dengan Masalah
Sumber : Analisa Pribadi

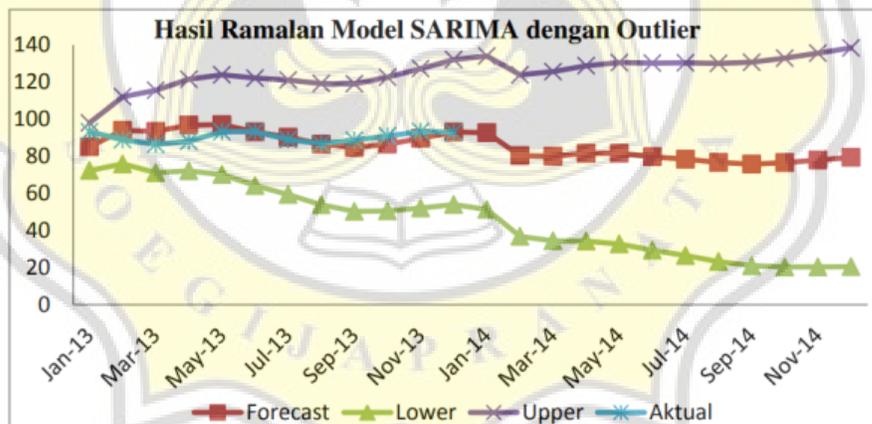
5.2. Kajian Teori Rob dan Pasang Laut

Peristiwa bencana alam banjir berbeda-beda jenisnya, tergantung pada faktor penyebabnya. Peristiwa banjir dapat dibedakan menjadi 5 jenis, antara lain; banjir bandang, banjir lumpur, banjir air, dan banjir rob. Banjir rob sendiri adalah peristiwa banjir yang disebabkan oleh meluapnya air laut karena terjadi fenomena pasang surut air laut. Menurut Newton, pasang surut air laut merupakan suatu fenomena pergerakan fisik permukaan air laut yang disebabkan oleh gaya gravitasi dan gaya tarik antara bumi dengan benda angkasa, seperti bulan dan matahari. Pergerakan fisik yang dimaksud adalah naik turunnya permukaan air laut. Luapan air laut yang menyebar ke daratan dan biasa disebut rob dapat menyebabkan masalah lingkungan.

Pasang surut air laut menurut fenomena penyebabnya dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu pasang purnama dan pasang perbani. Pasang purnama terjadi saat matahari, bumi, dan bulan tepat berada di satu garis lurus dalam orbit. Pada fase ini, pasang tinggi

mencapai ketinggian maksimal dan pasang rendah mencapai ketinggian minimal. Fenomena ini biasa terjadi pada bulan baru dan bulan purnama. Sedangkan, pasang perbani terjadi saat matahari, bumi, dan bulan membentuk formasi dengan sudut tegak lurus satu sama lain, sehingga menciptakan kondisi pasang tinggi yang hanya mencapai ketinggian minimal dan pasang rendah yang mencapai ketinggian maksimal. Pasang surut perbani biasanya berlangsung saat bulan 1/4 serta 3/4.

Pasang surut berdasarkan jumlah frekuensi terjadinya air pasang dan air surut per harinya dapat dibedakan menjadi empat tipe, yaitu pasang surut harian tunggal, harian ganda, campuran condong harian tunggal, dan campuran condong harian ganda. Menurut data dari Laboratorium Oseanografi ITB dan Dinas Hidrografi Oseanografi Angkatan Laut, perairan di sekitar Karimun Jawa, termasuk di dalamnya Semarang, memiliki tipe pasang surut tunggal dengan perkiraan ketinggian pasang surut sekitar 100 hingga 130 cm. sedangkan, menurut Saputro (2015) melalui Shidik (2019), gelombang pasang tertinggi di wilayah perairan Semarang mencapai 1,9347 meter. Prediksi ketinggian pasang surut menggunakan metode *Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average* dengan outlier dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 5.1. Perkiraan Ketinggian Pasang Maksimum dan Minimum dengan Metode SARIMA

Sumber : (Sa'adah et al., 2014)

5.3. Landasan Teori Resilient Architecture

Resilient Architecture atau arsitektur resiliensi merupakan salah satu pengembangan dari arsitektur hijau dan arsitektur keberlanjutan (sustainable architecture). Resilient Architecture merupakan jawaban dari mulai maraknya bencana alam yang terjadi karena perubahan iklim, yang mana sebuah bangunan harus fleksibel dan tanggap dalam

keadaan darurat, baik bencana alam maupun potensi bahaya lain yang ada pada lingkungan, sehingga bangunan memiliki kehandalan (resilience) dan ketangguhan.(Djoko Istiadji , Gagoek Hardiman, 2017). Desain Resilient Architecture berfokus pada pencegahan, adaptasi, dan pemulihan terhadap dampak bencana yang terjadi. Bentuk penerapan Resilient Architecture tidak pasti, tergantung kondisi lingkungan sekitarnya. Resilient Architecture seringkali disebut sebagai *'new' sustainability environment*.



Gambar 5.2. Kerangka Konsep 'New' Sustainability
Sumber : (Djoko Istiadji , Gagoek Hardiman, 2017)

5.3.1. Teori Penyelesaian Permasalahan Termal Bangunan di Wilayah Pesisir

5.3.1.1. Pengertian Arsitektur Bioklimatik

Dalam melakukan perancangan desain yang berhubungan dengan iklim, terdapat beberapa aspek yang saling berpengaruh dan harus diperhatikan, antara lain biologi, teknologi, klimatologi, dan arsitektur (Olgyay, 1963 melalui Handoko, 2019). Kata bioklimatik sendiri pada dasarnya adalah hubungan organisme dengan iklim lingkungan hidupnya, sehingga arsitektur bioklimatik dapat didefinisikan sebagai pendekatan yang penyelesaian desainnya memperhatikan hubungan antara lingkungan buatan dengan iklim sekitarnya.

Menurut Rosang dalam Cahyaningrum (2017), arsitektur bioklimatik berpegang pada lima prinsip, yaitu; konservasi energi, sesuai kondisi iklim (*working with climate*), ramah terhadap lingkungan, nyaman bagi pengguna, dan mampu merespon kondisi tapak. Menurut Ken Yeang (1990), prinsip arsitektur bioklimatik dapat diterapkan melalui beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam perancangan bangunan, antara lain:

1. Penentuan Orientasi

Orientasi bangunan terhadap tapak sangat berpengaruh terhadap pengematan energi. Orientasi yang tepat mampu mengurangi temperatur dalam ruang sehingga tercipta kenyamanan penghawaan alami.

2. Penataan Ruang Transisional

Adanya ruang transisional dalam suatu bangunan ditujukan sebagai ruang bagi pergerakan sirkulasi udara, sekaligus sebagai penghubung antara udara luar dan dalam bangunan guna memperlancar sirkulasi udara.

3. Desain pelingkup bangunan

Perancangan bukaan-bukaan pada pelingkup bangunan mampu menangkap angin dan udara segar dari luar bangunan guna pengkondisian udara/penghawaan dalam ruang secara alami

4. Hubungan dengan Lanskap

Penggunaan vegetasi serta elemen biotik lain pada desain lanskap dan bangunan bukan hanya sebagai unsur estetika tetapi terintegrasi dengan sistem bangunan sebagai pendukung kenyamanan aktivitas di dalamnya.

5. Pemanfaatan Alat Pembayang Pasif

Penggunaan alat pembayang pasif yang diterapkan dari desain pelingkup bangunan sebagai salah satu upaya menjaga kenyamanan termal dalam bangunan.

5.2.1.2. Standar Kenyamanan Termal

Menurut ASHRAE (2009) dan Istiningrum (2017), terdapat enam faktor yang berperan dalam terciptanya kenyamanan termal, antara lain :

- a. Temperatur Udara
- b. Temperatur Radiant
- c. Kecepatan Angin
- d. Kelembapan udara
- e. Insulasi Pakaian
- f. Tingkat Metabolisme

Indonesia yang merupakan negara tropis memiliki kriteria kenyamanan termal khusus. Standar kenyamanan termal di Indonesia menurut SNI 03-6572-2001 antara lain adalah sebagai berikut

Tabel 24. Standar Kenyamanan Termal di Indonesia
 Sumber : SNI03-6572-2001

	Temperatur Efektif	Kelembaban
Sejuk Nyaman	20,5°C – 22,8°C	50%
Ambang Atas	24°C	80%
Nyaman Optimal	22,8°C – 25,8°	70%
Ambang Atas	28°C	
Hangat Nyaman	25,8°C – 27,1°C	60%
Ambang Atas	31°C	

Sedangkan untuk setiap kelompok suku di Indonesia memiliki batas kenyamanan termal yang berbeda-beda tergantung dengan kondisi iklim di tempat tinggalnya. Untuk suku Jawa yang biasa tinggal di Pulau Jawa, batas kenyamanan termalnya adalah 23,2°C hingga 30,2°C.

Tabel 25. Standar Kenyamanan Termal berdasarkan Suhu di Indonesia
 Sumber : Karyono (2001) melalui Tuhari (2014)

Kelompok Suku	Suhu Netral (°C)	Batas Nyaman (°C)
Aceh	24,3	20,7 – 27,9
Tapanuli	26,2	22,9 – 29,4
Minang	27,4	24,1 – 30,6
Sumatera yang lain	27,3	23,9 – 30,7
Betawi	27,3	23,9 – 30,7
Sunda	26,6	23,9 – 29,3
Jawa	26,7	23,2 – 30,2
Indonesia yang lain	27,4	22,5 – 32,2

Kecepatan angin juga dapat berpengaruh terhadap kenyamanan termal dalam ruang. Standar kecepatan angin yang nyaman adalah 0,25 sampai 0,5 m/s. Kecepatan angin tersebut mampu memberikan efek penyegaran sebesar 0,5 hingga 0,7°C pada suhu normal 30°C.

Tabel 26. Kecepatan Angin dan Pengaruh terhadap Kenyamanan
 Sumber : Heinz Frick melalui Tuhari (2014)

Kecepatan angin bergerak	Pengaruh atas kenyamanan	efek penyegaran (pada suhu 30°C)
< 0.25 m/detik	tidak dapat dirasakan	0°C
0.25–0.5 m/detik	paling nyaman	0.5–0.7°C
0.5–1 m/detik	masih nyaman, tetapi gerakan udara dapat dirasakan	1.0–1.2°C
1–1.5 m/detik	kecepatan maksimal	1.7–2.2°C
1.5–2 m/detik	kurang nyaman, berangin	2.0–3.3°C
>2 m/detik	kesehatan penghuni terpengaruh oleh kecepatan angin yang tinggi	2.3–4.2°C

Kenyamanan termal dalam suatu bangunan dapat dicapai dengan beberapa teknik rekayasa penghawaan alami melalui beberapa metode penerapan (Sugini, 2014), antara lain :

1. Kulit bangunan, yang meliputi pemilihan material lantai, atap, serta dinding bangunan.
2. Bentuk massa bangunan, yang meliputi ruang-ruang antar massa pada bangunan, langit-langit, serta proporsi kedalaman bangunan.
3. Buka ventilasi dan peneduhan. Menurut SNI 03-6572-2001, kebutuhan ventilasi alami pada bangunan paling sedikit 5% dari total luas lantai ruangnya.
4. Orientasi bangunan, yang berhubungan dengan azimuth dan altitude matahari.
5. Tata ruang luar, yang berkaitan dengan desain lanskap serta jenis vegetasi yang digunakan.

5.3.2. Teori Penyelesaian Permasalahan Banjir Rob Akibat Pasang

Untuk menyelesaikan permasalahan banjir rob yang mengancam lingkungan bangunan Sekolah Tinggi Oseanografi, diperlukan teori mengenai aspek adaptasi bangunan terhadap lingkungan sekitarnya.

5.3.2.1. Pendekatan Arsitektur Adaptif

Arsitektur adaptif merupakan kemampuan suatu bangunan dalam bertahan terhadap kondisi dan dinamika interaksi lingkungan sekitarnya, baik masyarakat, lingkungan alam, maupun lingkungan buatan. Menurut Schmidt (2009) melalui Wardana (2019), terdapat enam strategi desain arsitektur adaptif, yaitu Available, Flexible, Refitable, Scalable, Movable, dan Reusable. Sedangkan, menurut kelompok riset internasional di

Loughborough University, Adaptable Futures, strategi desain arsitektur adaptif antara lain adalah :

1. Adjustable, yaitu perubahan perabot yang menyesuaikan dengan perubahan fungsi ruang.
2. Versatile, yaitu perubahan tata ruang agar dapat mewedahi berbagai macam aktivitas.
3. Refitable, yaitu kemampuan pengelola dalam meningkatkan performa komponen bangunan.
4. Convertible, yaitu perubahan yang menyesuaikan penambahan fungsi atau luas ruang.
5. Scalable, yaitu kemampuan bangunan untuk mengubah ukuran secara vertikal ataupun horizontal.
6. Movable, yaitu fleksibilitas bangunan dalam berpindah lokasi

Strategi desain yang diterapkan bergantung terhadap kondisi lingkungan dan kebutuhan pengguna. Pada bangunan Sekolah Tinggi Oseanografi kaitannya dengan fungsi bangunan, strategi versatile dan refitable bisa diterapkan sebagai bentuk adaptif terhadap aktivitas mahasiswa.



Gambar 5.3. Diagram Strategi Arsitektur Adaptif (*Adaptable Architecture*)
 Sumber : Adaptable Futures 2012

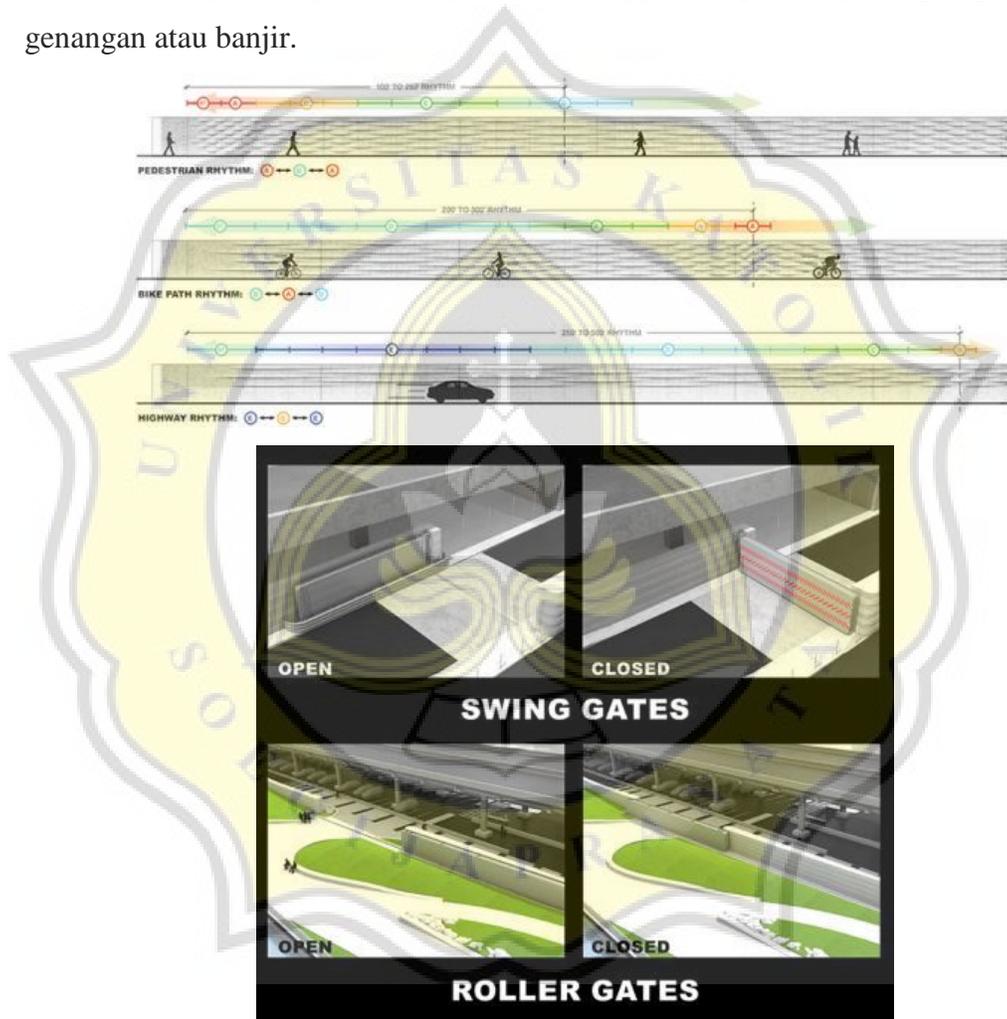
5.3.2.2. Preseden Arsitektur Adaptif di Wilayah Pesisir

The Dryline yang merupakan proyek dari East Side Coastal Resiliency (ESCR) di New York, merupakan kawasan kota tepi air (waterfront city) yang adaptif dan tangguh terhadap

bencana banjir. Konsep tersebut diusung sebagai respon dari bencana banjir yang disebabkan oleh Badai Sandy (Hurricane Sandy) yang menerpa New York pada tahun 2012. Beberapa desain dan rancangan yang diterapkan sebagai bentuk mitigasi pada proyek The Dryline adalah:

1. Floodgates and Floodwalls (Pintu dan Dinding Penahan Air)

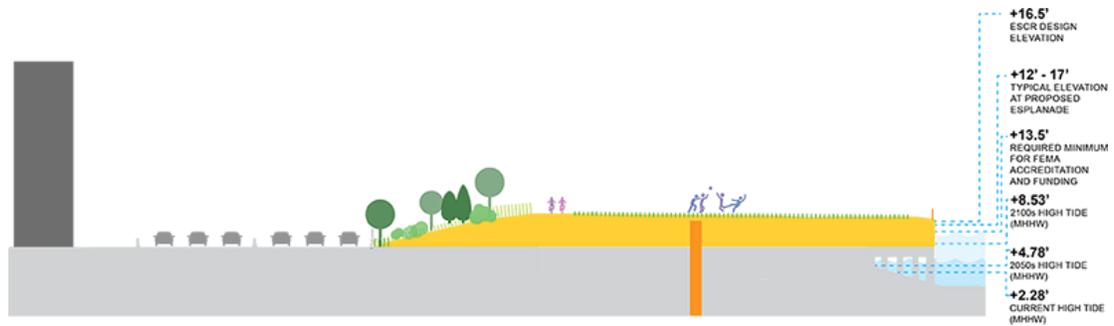
Pintu dan dinding penahan air merupakan bentuk pencegahan masuknya air luapan danau ke area pusat kegiatan masyarakat, sehingga mampu mengantisipasi penyebaran genangan atau banjir.



Gambar 5.4. Desain Floodwall (atas) dan Floodgates (bawah)
 Sumber : ESCR

2. Design Height (Ketinggian Desain/Proyek)

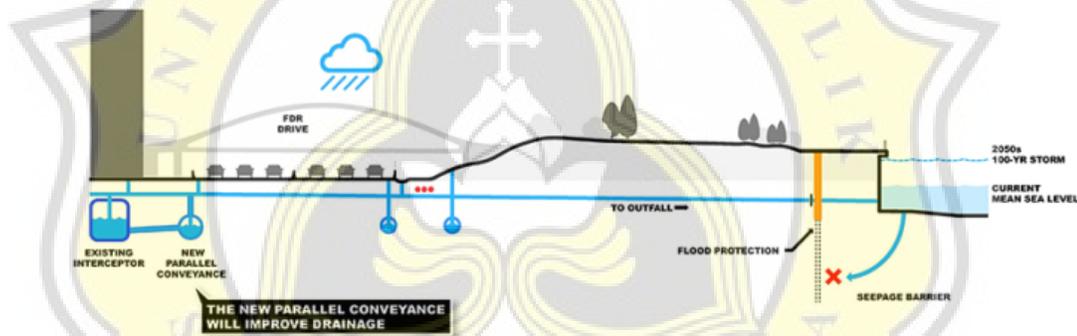
Bagian tepi The Dryline yang berbatasan langsung dengan East River memiliki fungsi ruang terbuka publik ketika tidak banjir. Area ini di desain lebih tinggi dari permukaan tanah eksisting guna sebagai tanggul saat terjadi banjir.



Gambar 5.5. The Dryline Design Height
Sumber : ESCR

3. Sewer System (Sistem Saluran Pembuangan)

The Dryline menggunakan sistem saluran pembuangan yang terintegrasi dengan saluran pusat di bawah tanah wilayah Manhattan. Saluran ini menyalurkan kelebihan air saat hujan badai ke Stasiun Pompa Manhattan agar bisa diangkut ke pusat pengolahan untuk diolah kembali.



Gambar 5.6. Sistem Kerja Pembuangan Kelebihan Air
Sumber : ESCR

5.3.3. Teori Penyelesaian Permasalahan Penataan Kawasan Tepi Air

Untuk merancang penataan kawasan pendidikan yang berbatasan dengan wilayah tepi air digunakan teori mengenai pengembangan kawasan *waterfront*. *Waterfront* secara harafiah adalah sebuah area dinamis yang berlokasi di perbatasan langsung antara air, baik lautan, sungai, teluk, ataupun danau, dengan daratan (Supriyadi, 2008). Area tersebut bisa berupa lahan, kawasan, maupun kota. Area *waterfront* biasanya adalah area atau kawasan yang sering digunakan sebagai wadah aktivitas masyarakat.

Menurut Breen dan Rigby (1994) melalui Supriyadi (2008), *waterfront* dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis sesuai potensi dan aktivitas yang diwadahi, yaitu :

1. *Cultural Waterfront*, yaitu kawasan tepi air yang diperuntukan bagi kegiatan pendidikan, budaya, serta ilmu pengetahuan, sehingga pengembangan kawasan berorientasi pada fasilitas kebudayaan,
2. *Historical Waterfront*, yaitu kawasan tepi air yang dikembangkan sebagai sarana konservasi sejarah.
3. *Environment Waterfront*, yaitu kawasan tepi air yang dikembangkan sebagai sarana konservasi lingkungan guna meningkatkan maupun mempertahankan kualitas alam.
4. *Mixed-Used Waterfront*, yaitu kawasan tepi air yang mewadahi berbagai macam aktivitas masyarakat dan biasa dikembangkan sebagai kawasan terpadu atau perkotaan. Aktivitas yang diwadahi antara lain perdagangan, perumahan, perkantoran, wisata, transportasi, rekreasi, hingga olahraga.
5. *Residential Waterfront*, adalah kawasan tepi air yang dikembangkan sebagai kawasan pemukiman masyarakat, baik real estate, apartemen, villa, dan bentuk permukiman lainnya.
6. *Recreational Waterfront*, yaitu kawasan tepi air dengan fungsi rekreasi dan wisata.
7. *Working Waterfront*, yaitu kawasan tepi air yang diperuntukan bagi fungsi perekonomian khususnya produksi, jasa, dan transportasi.
8. *Planning Waterfront*, yaitu kawasan tepi air yang telah terencana untuk dikembangkan sebagai suatu kawasan dengan kepentingan tertentu.

Waterfront juga memiliki beberapa karakteristik, antara lain; pola penataan dan teknologi khusus yang sesuai dengan kondisi perairan, pola massa bangunan yang dinamis, karakter visual yang unik, serta orientasi bangunan yang mengarah ke area perairan.

Menurut Steiner dan Butler (2007) melalui Lesil (2016), elemen desain pembentuk *waterfront* terdiri dari ruang terbuka, konektor atau penghubung, dan pengembangan.

1. Ruang terbuka (open space) bisa berupa plaza, taman, atau dermaga.
2. Konektor/penghubung bisa berupa sebuah jalur seperti jalan setapak atau jogging track, promenade, atau fasilitas jalur air.
3. Pengembangan (development) bisa berbagai macam bentuk dan fungsi sesuai pengklasifikasian jenis *waterfront*.