

## BAB 6

### PENDEKATAN DAN LANDASAN PERANCANGAN

#### 6.1. Pendekatan Resilient Architecture sebagai Konsep Umum

Resilient Architecture atau Arsitektur Resiliensi diterapkan sebagai pendekatan umum dalam penyelesaian masalah utama yang muncul dalam proyek Sekolah Tinggi Oseanografi. Resilient Architecture sendiri merupakan bentuk respon dari potensi dan kendala yang ada pada lingkungan sekitarnya, baik dari sisi klimatik, kebencanaan, dan penggunaannya, sehingga mampu tercipta ketangguhan dan keberlanjutan terhadap bangunan. Dalam kasus Sekolah Tinggi Oseanografi di Semarang, ketangguhan tersebut dapat diaplikasikan melalui pendekatan arsitektur bioklimatik, adaptif, dan konsep *waterfront*.

1. Arsitektur bioklimatik pesisir diterapkan sebagai respon iklim wilayah pesisir yang temperaturnya cenderung lebih tinggi dan angin yang sebagian besar berhembus dari arah laut.
2. Arsitektur Adaptif diterapkan sebagai tindak pencegahan efek destruktif yang dihasilkan oleh bencana alam yang berpotensi terjadi, seperti pasang naik, gelombang laut, dan banjir rob.
3. Konsep *waterfront* diterapkan sebagai konsep dalam perancangan ruang luar bangunan yang berbatasan langsung dengan perairan laut Jawa sehingga tercipta desain ruang luar yang nyaman dan fungsional untuk digunakan sebagai ruang publik maupun sebagai salah satu sarana pendidikan Oseanografi

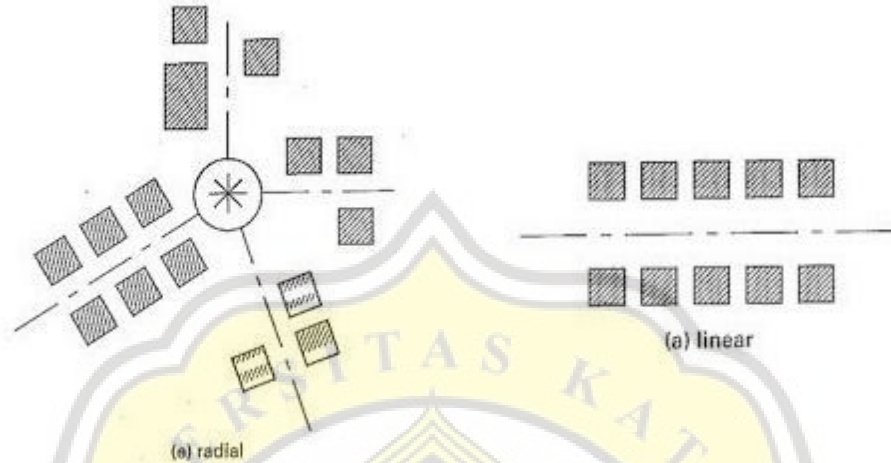
#### 6.2. Pendekatan Konsep Perancangan terhadap Masalah

##### 6.2.1. Pendekatan terhadap Masalah Kenyamanan Ruang pada Iklim Pesisir

###### a. Konsep Tata Ruang

Dalam penerapan pendekatan bioklimatik, pergerakan sirkulasi udara dalam ruang merupakan hal yang penting dan perlu diperhatikan. Ruang transisi menjadi bentuk ruang yang sering ditemukan dalam bangunan berkonsep bioklimatik, yang mana merupakan ruang penghubung antara ruang luar dan ruang dalam bangunan. Ruang transisi bisa berupa lobby, koridor, maupun atrium. Pemanfaatan atrium yang menerus hingga lantai teratas mampu diterapkan sebagai *passive ventilation* pada

bangunan gedung bertingkat. Penataan fasilitas dan ruang-ruang dalam dibuat dengan pola campuran radial – linear, dengan atrium sebagai pusatnya. Hal ini diterapkan agar sirkulasi udara tiap koridor dan tiap lantai dapat bergerak dengan lancar.



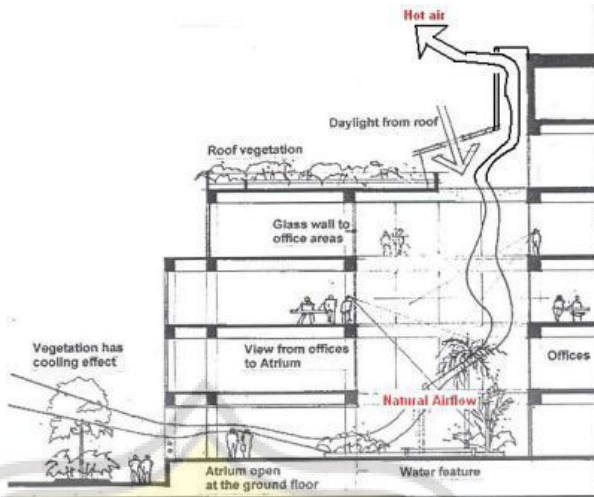
Gambar 6.1. Pola Ruang Radial dan Linear

Sumber : <https://bit.ly/3xSLNJ4>

#### b. Konsep Penghawaan dan Sirkulasi Udara

Penghawaan ruang secara alami pada bangunan menggunakan 2 macam ventilasi, yaitu cross ventilation dan passive ventilation.

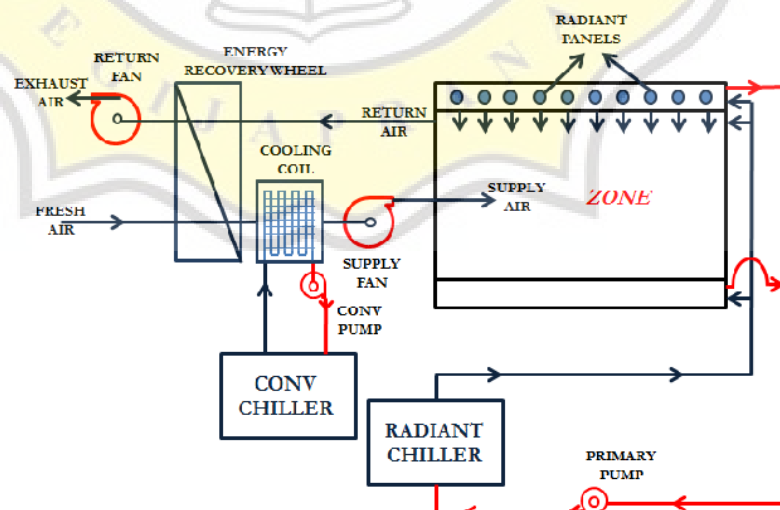
- a. **Cross ventilation (ventilasi silang)** adalah konsep penghawaan alami dengan pengaplikasian bukaan pada ruang secara berseberangan sebagai sarana keluar masuknya udara dari luar ruang, sehingga tercipta peningkatan kecepatan gerak udara dan menurunkan temperature ruang. Sistem ini diterapkan pada penghawaan ruang-ruang yang bersifat publik dan semi-outdoor.
- b. **Stack Effect ventilation**, adalah konsep penghawaan alami pada ruang dengan memanfaatkan perubahan kerenggangan molekul udara di suhu tinggi. Massa jenis udara di suhu panas akan menurun sehingga udara menjadi lebih ringan dan cenderung bergerak ke atas. Dengan meletakkan ventilasi pada level ketinggian yang berbeda, udara sejuk dapat masuk melalui inlet dan ketika suhu udara meningkat, udara akan bergerak ke atas dan keluar pada outlet yang posisinya lebih tinggi. Sistem ini digunakan pada penghawaan koridor-koridor bangunan utama.



Gambar 6.2. Diagram Pergerakan Udara pada Atrium Sebagai Penerapan Konsep Stack Effect

Sumber : <https://bit.ly/3yM5YJ3>

Sedangkan, penghawaan ruang buatan menggunakan sistem *radiant cooling*. *Radiant cooling system* memanfaatkan media air dingin untuk menjaga suhu ruangan tetap sejuk sehingga energi yang digunakan untuk pengondisian udara (air conditioning) dapat ditekan. Air yang didinginkan oleh chiller kemudian disirkulasikan dalam saluran-saluran tabung tembaga yang ditanam pada lantai, atap, maupun dinding, untuk menyerap panas pada beton sehingga temperatur ruangan menjadi lebih rendah dari temperature lingkungan. Sistem ini digunakan pada ruang-ruang privat dan ruang yang membutuhkan penghawaan buatan untuk menjaga kestabilan suhu.



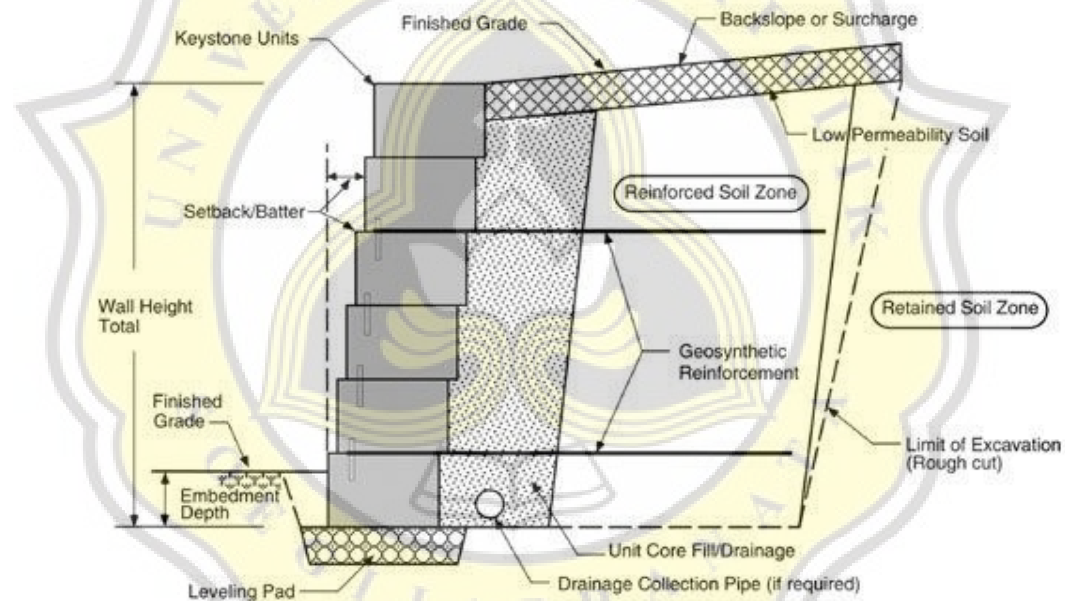
Gambar 6.3. Skema Sistem Kerja Radiant Cooling dengan Chiller

Sumber : <https://bit.ly/3APxCqj>

### 6.2.2. Pendekatan terhadap Masalah Adaptasi Rob Akibat Pasang

Bangunan dengan fungsi utama pada Sekolah Tinggi Oseanografi dibangun dengan elevasi di atas titik pasang naik perairan Semarang. Pada tahun 2010, pasang tertinggi perairan Semarang sekitar 178 cm dan masih bisa meningkat tergantung pada perubahan iklim dan penurunan permukaan tanah. Sistem kanal diterapkan sebagai penampung genangan air ketika pasang naik terjadi, sebagai pencegahan masuknya air ke dalam bangunan.

Selain penerapan sistem kanal, bangunan didesain dengan elevasi tapak dan lantai dasar yang berada di atas ketinggian pasang tertinggi. Bangunan dilengkapi dengan struktur retaining wall untuk mencegah kerusakan dan pergeseran tanah yang disebabkan oleh terjangan gelombang pasang yang seringkali terjadi.



Gambar 6.4. Konstruksi *Segmental Retaining Wall*

Sumber : <https://bit.ly/3Hd36cR>

### 6.2.3. Pendekatan terhadap Masalah Konsep Penataan Ruang Luar

Penataan ruang luar pada bagian yang berbatasan langsung dengan perairan menggunakan konsep pengembangan *cultural waterfront*, yaitu bentuk pengembangan kawasan tepi air yang berorientasi pada fungsi pendidikan dan budaya. Elemen-elemen yang diterapkan pada penataan ruang luar adalah sebagai berikut.

1. Ruang terbuka (open space) :

- a. Amphitheatre, sebagai sarana pendukung pembelajaran praktik di luar kelas, bisa digunakan sebagai tempat peragaan alat-alat survei kelautan pada mata kuliah praktikum Oseanografi Terapan. Selain fungsi pendidikan, amphitheatre juga dapat digunakan sebagai public space untuk kebutuhan non akademik seperti acara komunitas/organisasi, pentas seni, tempat santai, dan sebagainya.



Gambar 6.5. Contoh Desain Amphitheatre

Sumber : <https://bit.ly/3sk0Jir>

- b. Dermaga, sebagai sarana bagi mahasiswa untuk mencapai wilayah perairan dengan kedalaman tertentu. Dermaga juga berfungsi sebagai tempat berlabuhnya kapal motor yang digunakan untuk melakukan survei ke tengah perairan saat kuliah praktik lapangan. Dermaga yang digunakan pada Sekolah Tinggi Oseanografi adalah dermaga tipe *pier*. Secara tradisional, dermaga tipe *pier* merupakan dermaga yang letaknya di bibir pantai atau tepi perairan dengan beberapa bagian yang lebih menjorok ke arah laut membentuk seperti jari. Namun seiring perkembangan desain, dermaga tipe ini bisa dimodifikasi sesuai kebutuhan dan keseragaman desain.



Gambar 6.6. Dermaga Pier

Sumber : <https://bit.ly/2VYB1ng>

- c. Taman, sebagai pemenuhan kebutuhan ruang terbuka hijau dan lahan resapan untuk mencegah potensi terjadinya rob. Taman kaitannya dengan arsitektur bioklimatik juga memberikan pengaruh temperatur bagi aktivitas pada ruang luar karena mampu memberikan suplai O<sub>2</sub> dan menyerap CO<sub>2</sub> sehingga mampu mempertahankan kualitas udara. Vegetasi yang rindang pada taman juga memberikan pembayangan alami.
2. Konektor/penghubung antara bangunan utama dengan kawasan waterfront yang diterapkan adalah jalan setapak, jogging track, dan jalur sepeda.

### **6.3. Landasan Perancangan Bangunan**

#### **6.3.1. Landasan Tata Ruang Bangunan**

##### **a. Landasan Tata Ruang Dalam**

Dasar penataan ruang-ruang dalam bangunan menggunakan pola radial. Ruang komunal serta atrium menjadi pusat dari penataan ruang-ruang lainnya. Atrium dijadikan pusat orientasi penataan sekaligus sebagai pusat sirkulasi udara pada koridor-koridor tiap lantainya. Penataan ruang lainnya disusun secara linear dengan orientasi mengarah pada ruang koridor yang berfungsi sebagai penghubung antar ruang. Penataan ruang-ruang dikelompokkan berdasarkan fungsi untuk memudahkan pencapaian. Pengelompokkan tersebut antara lain fungsi pengelola, fungsi kelas teori, fungsi laboratorium, fungsi akademik lainnya, dan fungsi non akademik lainnya. Sedangkan, ruang servis diletakkan sesuai kebutuhan.

##### **b. Landasan Tata Ruang Luar**

Penataan ruang luar berorientasi pada 2 sisi, yaitu jalan utama dan tepi air. Penataan ruang luar yang berorientasi pada jalan utama kaitannya dengan sirkulasi kendaraan dari tapak, menuju tapak, dan dalam tapak. Sedangkan, penataan ruang luar yang berorientasi pada tepi air dengan konsep waterfront sehingga mampu mengoptimalkan kondisi tapak yang berbatasan langsung dengan perairan. Pengembangan kawasan waterfront pada tapak berfokus pada tiga fungsi, yaitu fungsi pendidikan, fungsi publik, dan fungsi lingkungan. Penataan fasilitas pendidikan pada kawasan waterfront harus mudah diakses dari ruang-ruang dalam dengan fungsi yang bersangkutan.

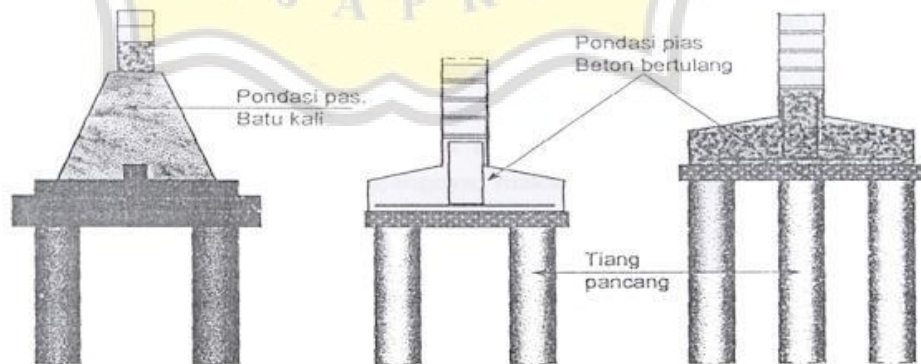
### 6.3.2. Landasan Perancangan Bentuk Bangunan

Perancangan bentuk massa bangunan dipengaruhi oleh penataan ruangnya. Bentuk bangunan ditujukan untuk mengoptimalkan dan memudahkan segala aktivitas yang berlangsung di dalamnya. Penataan dan orientasi gubahan massa bangunan adaptif terhadap kondisi iklim dan tapak. Bangunan terdiri dari satu gubahan massa utama yang mewadahi kegiatan-kegiatan utama dan gubahan massa penunjang. Seluruh gubahan massa terkoneksi satu sama lain sehingga menciptakan satu kesatuan bentuk bangunan. Penataan massa bangunan melibatkan pemanfaatan ruang hijau seperti courtyard pada atrium dan/atau area komunal, sehingga memberikan kesan menyatu dengan lingkungan. Gubahan massa bangunan ditata secara dinamis sehingga sinergis dengan bentuk fisik tepi air. Pelingkup bangunan dilengkapi dengan fungsi sunshading untuk mengoptimalkan pencahayaan tanpa meningkatkan temperature ruang.

### 6.3.3. Landasan Perancangan Struktur dan Teknologi Bangunan

#### a. Struktur Bawah

Struktur bawah pada bangunan Sekolah Tinggi Oseanografi menggunakan pondasi tiang pancang. Pemilihan pondasi tiang pancang dikarenakan oleh beberapa hal, yaitu kondisi tanah alluvial dengan kedalaman tanah keras yang relatif dalam serta kondisi tapak yang merupakan dataran rendah dan berbatasan langsung dengan wilayah perairan. Penggunaan tiang pancang tidak dipengaruhi dengan ketinggian air tanah sehingga aman dari kebocoran. Selain itu, beton tiang pancang sudah dicetak terlebih dahulu (precast) sehingga mutu kekuatan dan kepadatan beton dapat dipastikan dengan baik.

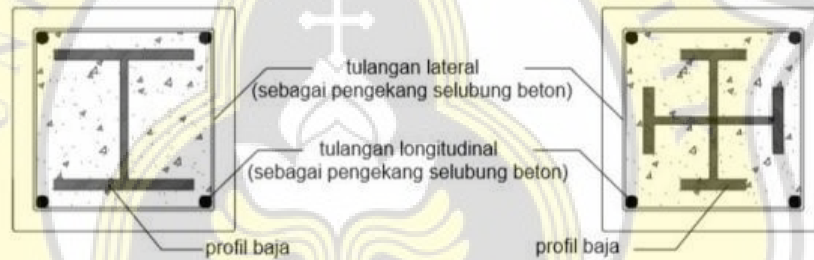


Gambar 6.7. Macam Bentuk Pengaplikasian Tiang Pancang

Sumber : <https://bit.ly/3geoAej>

## b. Struktur Tengah

Struktur tengah pada Sekolah Tinggi Oseanografi menggunakan struktur rangka baja komposit dengan pelat lantai *two-way slab*. Penggunaan material baja yang dilapisi dengan beton bertujuan untuk mereduksi beban struktur dengan tetap melindungi konstruksi baja dari korosi. Sedangkan, pada bangunan pelingkup fasilitas kolam renang, digunakan struktur bentang lebar. Struktur rangka dilengkapi dengan dilatasi untuk mencegah kerusakan yang menyebar pada struktur bangunan ketika terjadi bencana dan pergusuran lempeng. Sedangkan pada fasilitas tangga darurat, struktur yang digunakan adalah dinding massive untuk mencegah keruntuhan struktur saat berjalannya evakuasi di keadaan kebakaran maupun bencana alam. Pada ruang-ruang komputasi dan ruang dengan kebutuhan elektronik yang banyak, digunakan sistem *raised floor* untuk memudahkan penataan instalasi jaringan listrik dan terlihat lebih rapi.



Gambar 6.8. Konstruksi Kolom Baja Komposit

Sumber : <https://bit.ly/3y0UuRS>

Dinding bangunan menggunakan dinding bata ringan. Selain mereduksi panas, bata ringan mampu mereduksi beban struktur secara keseluruhan. Dinding roster digunakan sebagai salah satu sarana ventilasi untuk sirkulasi udara dalam bangunan. Bangunan Sekolah Tinggi Oseanografi menggunakan secondary skin sebagai sunshading pada ruang-ruang dalam berupa louver dan ventilated facade.





Gambar 6.9. *Louver Secondary Skin*  
 Sumber : <https://bit.ly/3z6Cqa9>

Material penutup lantai pada bangunan terdapat beberapa jenis, antara lain keramik, beton ekspos, karpet, dan epoxy. Lantai keramik digunakan pada ruang-ruang indoor seperti ruang kelas, ruang pengelola, dan sebagainya. lantai beton ekspos digunakan pada ruang-ruang yang bersifat semi outdoor dan berpotensi terpapar panas matahari dan hujan, seperti lobby, area komunal, dan sebagainya. lantai karpet digunakan pada ruang auditorium sebagai sarana peredam suara. Lantai epoxy digunakan pada ruang-ruang laboratorium.



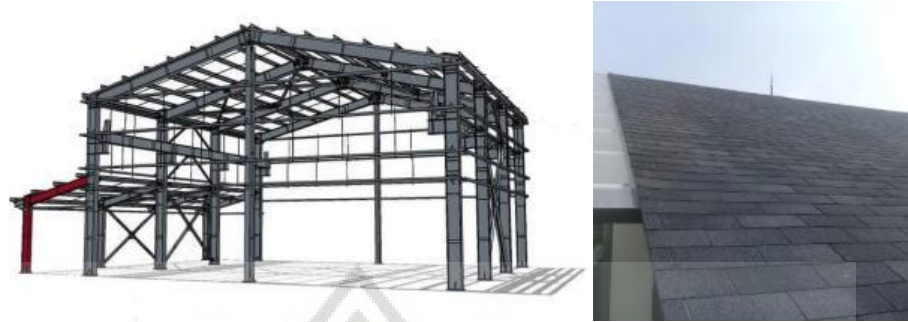
Gambar 6.10. (kiri ke kanan) Lantai Keramik, Beton Ekspos, Karpet, dan Epoxy  
 Sumber : google image

### c. Struktur Atas

Bangunan Sekolah Tinggi Oseanografi menggunakan 3 jenis struktur atap, yaitu atap rangka dan atap dak beton.

1. Atap rangka digunakan sebagai struktur atas bangunan utama, guna menjaga temperature dalam ruangan karena adanya rongga pada struktur atap. Atap rangka menggunakan konstruksi baja WF dengan penutup atap bitumen. Baja WF dilapisi *fireproof coating* untuk mencegah kerusakan akibat kemungkinan terjadinya kebakaran. Atap bitumen ringan dan tahan terhadap cuaca. Selain itu atap bitumen

fleksibel karena dapat dipasang pada berbagai macam bentuk atap. Pada konstruksi atap dipasang panel surya sebagai sumber energi alternatif.



Gambar 6.11. Rangka Atap Baja WF (kiri) dan Genteng Bitumen (kanan)  
Sumber : google images

2. Atap dak beton digunakan sebagai struktur penutup ruang-ruang servis dan ruang lain yang tidak membutuhkan kenyamanan termal khusus. Atap dak beton dilapisi *coating* anti panas dan anti bocor. Untuk mereduksi penyerapan panas, diterapkan *green roof* pada beberapa bagian atap dak beton.



Gambar 6.12. Komponen *Green Roof*  
Sumber : Onduline Indonesia

#### d. Struktur Khusus

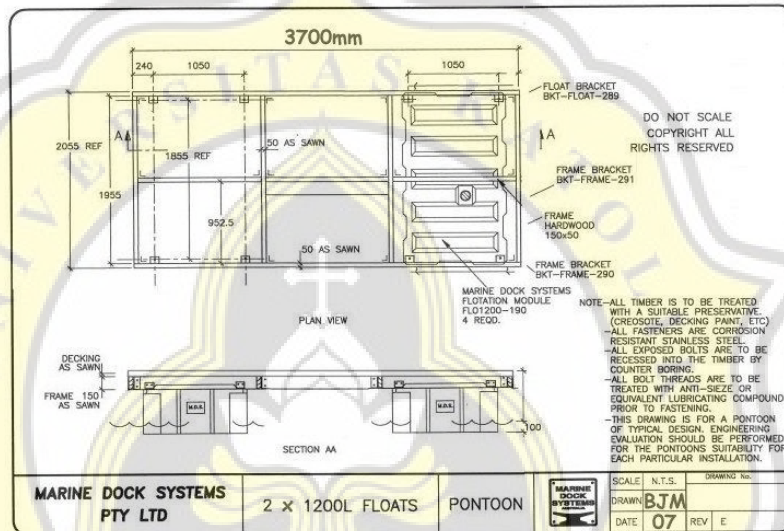
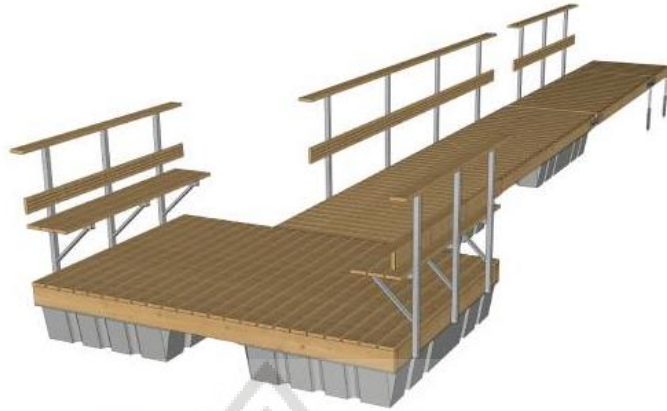
Bangunan Sekolah Tinggi Oseanografi menerapkan konsep adaptif terhadap bencana rob dan pasang. Penerapan konsep tersebut melalui perancangan sistem kanal yang mengitari tapak dan terhubung dengan tepi pantai, sehingga saat permukaan air laut kembali normal, air tampungan akan terbuang ke laut secara otomatis. Selain itu, pemberian retaining wall pada bagian tapak yang menghadap ke arah perairan dan

mengelilingi tapak digunakan sebagai penahan gelombang pasang sekaligus sebagai talud agar air hujan tidak meresap pada tanah tempat berdirinya struktur bangunan sehingga mengantisipasi potensi longsor.



Gambar 6.13. Penerapan Floodwalls pada Public Space di Tepi Sungai  
Sumber : <https://bit.ly/3kyx9lQ>

Dermaga terbagi menjadi 2 bagian, yaitu *jetty* dan *trestle*. *Jetty* merupakan bagian dermaga tempat berlabuhnya kapal, sedangkan *trestle* merupakan jembatan penghubung dari bibir pantai menuju ke *jetty*. Dermaga yang diterapkan pada Bangunan Sekolah Tinggi Oseanografi menggunakan pondasi ponton, yaitu sejenis floating concrete sehingga ketinggian konstruksi dermaga dapat mengikuti perubahan level air laut dan dapat mencegah kerusakan pada konstruksi.



Gambar 6.14. Konstruksi Dermaga Ponton

Sumber : <https://bit.ly/3z3a0yP>

#### 6.3.4. Landasan Perancangan Tata Ruang Tapak

Perancangan ruang luar pada tapak mengacu pada konsep pengembangan waterfront. Massa bangunan utama terletak di tengah tapak, guna memudahkan sirkulasi dalam tapak supaya dapat mengakses segala sisi tapak. Area waterfront pada tapak diperuntukan sebagai ruang publik, ruang terbuka hijau, dan sarana pendidikan. Pada saat banjir rob atau pasang, area waterfront kemungkinan menjadi area penampungan kelebihan air, sehingga material perkerasan yang digunakan harus tahan cuaca dan mampu menyerap kelebihan air. Penggunaan material paving *grass block* dan beton porous digunakan pada

perkerasan-perkerasan ruang luar untuk menghindari genangan air. Tapak dirancang lengkap dengan titik-titik kumpul pada keadaan darurat.



Gambar 6.15. Konsep Fungsi Ruang Waterfront yang Adaptif terhadap Rob  
Sumber : The Big U



Gambar 6.16 Beton Porous (kiri) dan *Grass Block* (kanan).  
Sumber : google images

### 6.3.5. Landasan Perancangan Utilitas Bangunan

#### a. Sistem Pencahayaan

Perancangan pencahayaan buatan pada ruang dalam bangunan menggunakan teknik direct dan indirect lighting. Pengelompokan penggunaan teknik pencahayaan berdasarkan kebutuhan ruangnya antara lain :

- 1) Direct Light : ruang kelas, ruang laboratorium, ruang pengelola, perpustakaan, hatchery, ruang dosen, kolam renang, dan ruang fungsi utama lainnya.
- 2) Indirect Light : lobby, ruang tunggu, toilet, ruang ibadah, ruang rapat, auditorium.

Lampu yang digunakan adalah lampu LED downlight untuk penerangan umum (general lighting) dan lampu fluorescent untuk ruang-ruang laboratorium.



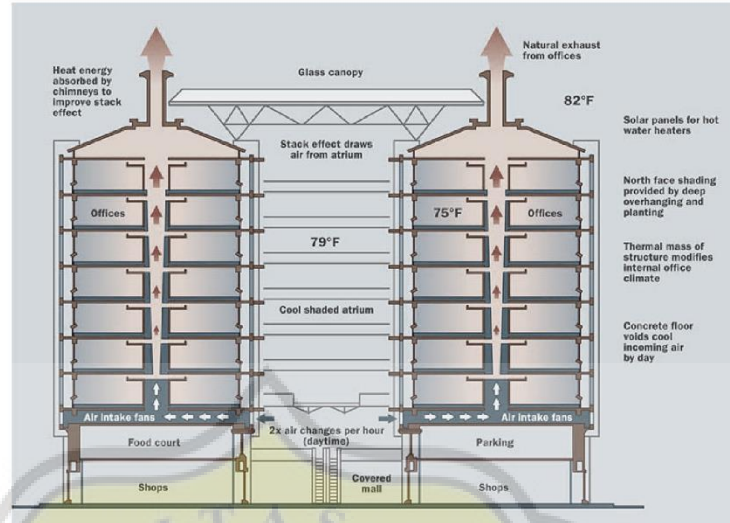
Gambar 6.17. Lampu LED (kiri) dan Lampu Fluorescent/LED Tube (kanan)  
Sumber : google images.

Pencahayaan alami pada ruang-ruang indoor didapatkan melalui jendela pada dinding masing-masing ruang. Selain itu diterapkan indirect skylight pada ruang-ruang publik seperti area komunal dan kantin.

## **b. Sistem Penghawaan**

### **1) Penghawaan Alami**

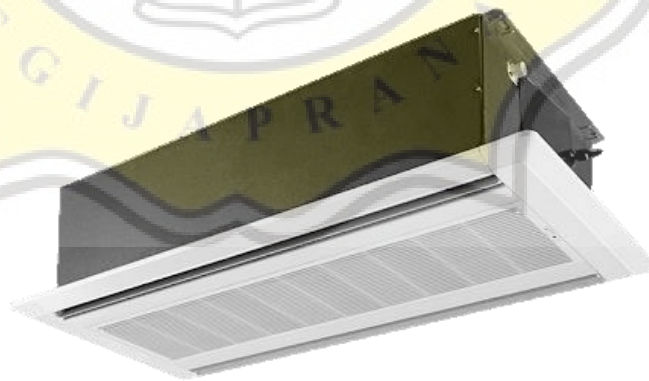
Penghawaan alami pada bangunan menggunakan sistem passive ventilation dengan ruang sirkulasi utama yaitu atrium/void pada pusat massa bangunan. Udara dari luar bangunan masuk ke dalam melalui ruang-ruang semi-outdoor seperti lobby, lapangan olahraga, kantin, dan communal area, kemudian bergerak ke lorong koridor tiap lantai. Pada koridor-koridor diterapkan sistem cross ventilation dengan meletakkan ventilasi pada setiap ujung koridor sebagai jalur keluar (outlet) udara



Gambar 6.18. Diagram Penghawaan Pasif Stack Effect  
 Sumber : google images

## 2) Penghawaan Buatan

Penghawaan buatan pada bangunan menggunakan sistem AC Split ceiling mounted (AC split tanam). Penggunaan AC split ditujukan agar lama penggunaan serta tinggi-rendahnya temperature dapat disesuaikan dengan kegiatan yang berlangsung pada ruangan tersebut sehingga lebih hemat energi. Sistem *radiant cooling* diterapkan pada ruang-ruang yang menggunakan pendingin ruangan, sehingga dapat menjaga suhu rata-rata dalam ruang tetap rendah dan dapat mengurangi intensitas penggunaan pendingin ruangan.



Gambar 6.19. AC Split Ceiling-Mounted  
 Sumber : <https://bit.ly/3mjBX0E>

Sedangkan, penghawaan buatan pasif menggunakan sistem *radiant cooling* untuk meminimalisasi penggunaan AC dengan suhu penuh. Komponen sistem radiant

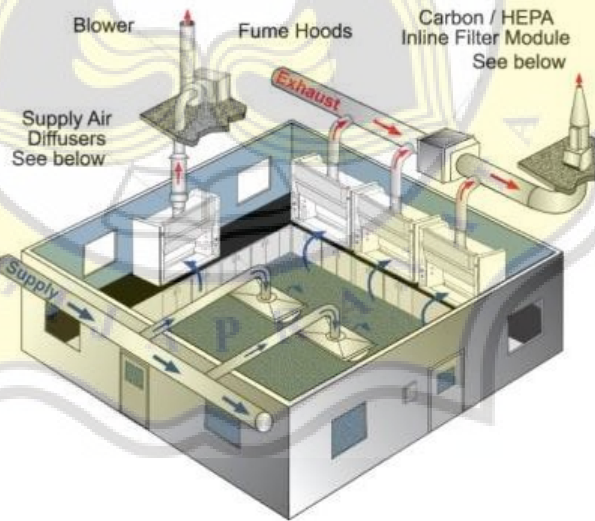
cooling terdiri dari *chiller*, *watertank*, pompa, dan pipa insulasi yang ditanam di dalam lantai untuk mendistribusikan air yang telah didinginkan. Sistem ini diterapkan pada ruang dengan intensitas penggunaan yang tinggi, seperti ruang-ruang kelas, laboratorium, perpustakaan, dan kantor pengelola.



Gambar 6.20. *Radiant Floor Cooling System*

Sumber : <https://bit.ly/2UWfT0T>

Pada ruang laboratorium, digunakan exhaust dan saluran ventilasi pembuangan udara kotor seperti asap yang dihasilkan dari kegiatan-kegiatan eksperimen.



Gambar 6.21. Sistem Ventilasi Udara di Laboratorium

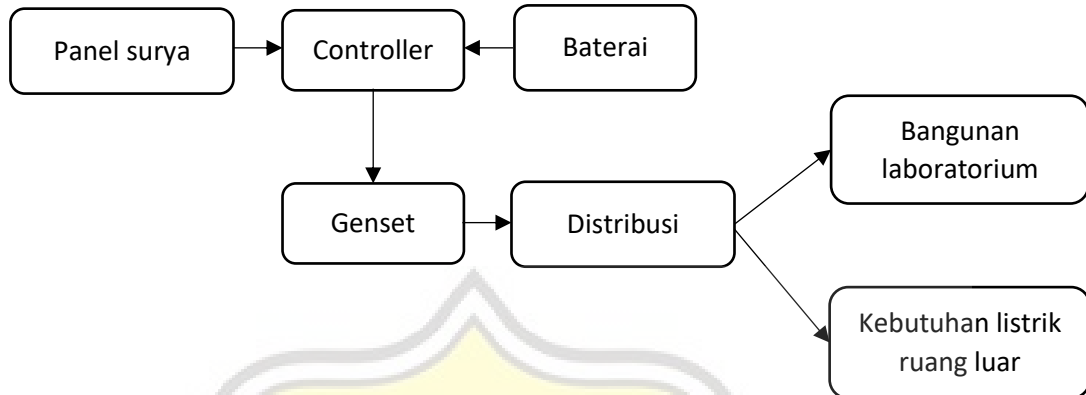
Sumber : <https://bit.ly/3jnFPfj>

### c. Sistem Jaringan Listrik

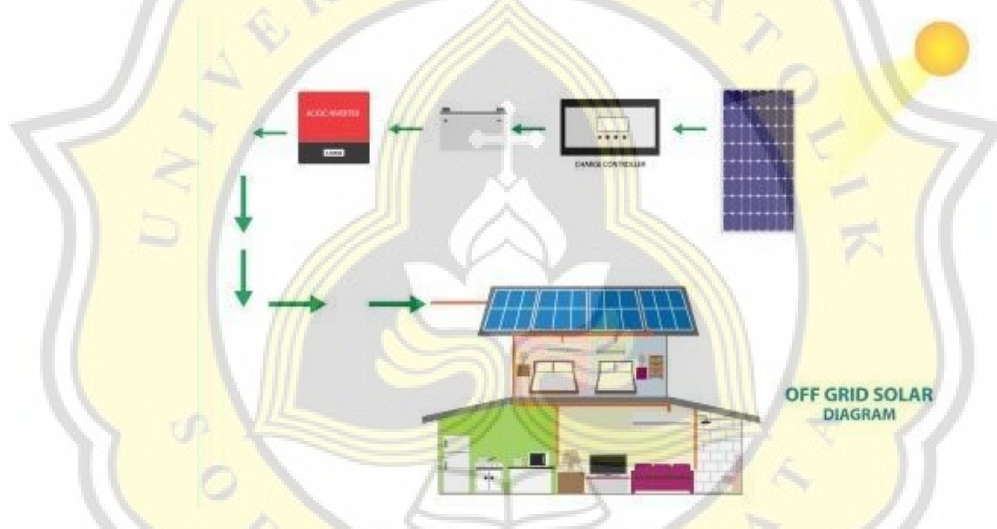
Sumber energi listrik pada bangunan didapat melalui jaringan PLN dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Sistem PLTS yang digunakan adalah PLTS Terpusat



Off Grid/Hybrid, sehingga dapat digunakan kapanpun tanpa bergantung pada aliran listrik dari PLN.



Bagan 9. Skema Proses Distribusi Listrik Tenaga Surya  
Sumber : Analisa Pribadi

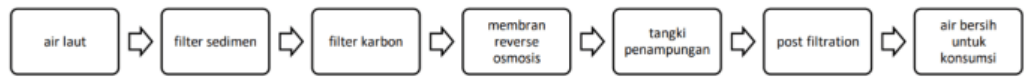


Gambar 6.22. Diagram Visual Rangkaian PLTS Off-Grid  
Sumber : <https://bit.ly/2W7jOZ2>

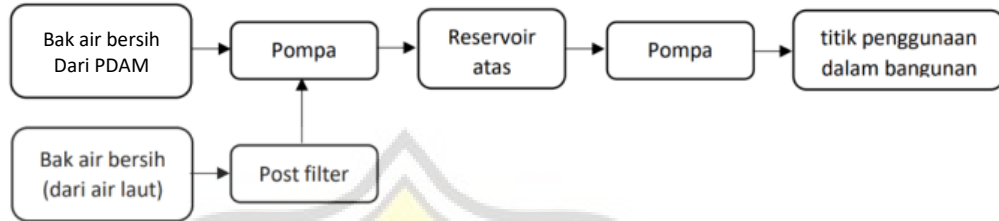
#### d. Sistem Plambing dan Sanitasi

##### 1) Air Bersih

Sumber air bersih utama didapat dari PDAM dan air laut melalui proses reverse osmosis. Reverse osmosis adalah proses penyaringan air asin menjadi air tawar dengan menghilangkan kandungan garam serta unsur-unsur lain dalam air laut yang tidak dapat dikonsumsi oleh manusia. secara garis besar, proses reverse osmosis adalah sebagai berikut.



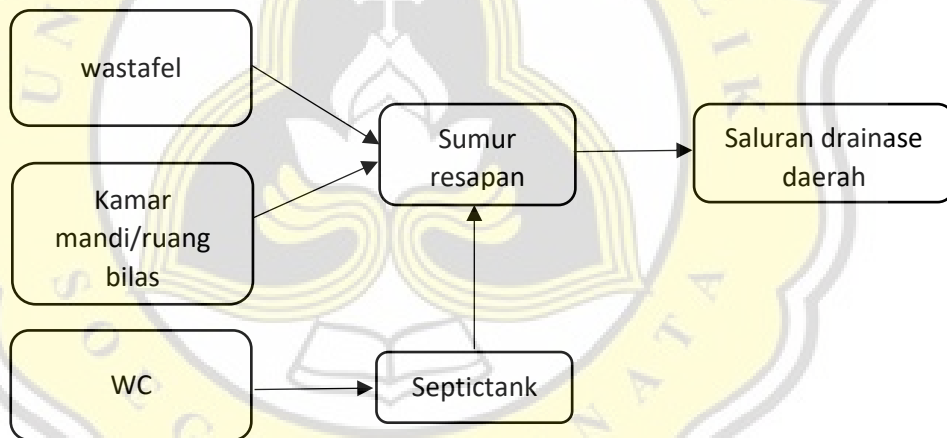
Bagan 10. Skema Proses *Reverse Osmosis*  
 Sumber : Analisa Pribadi



Bagan 11. Skema Proses Distribusi Air Bersih pada Bangunan  
 Sumber : Analisa Pribadi

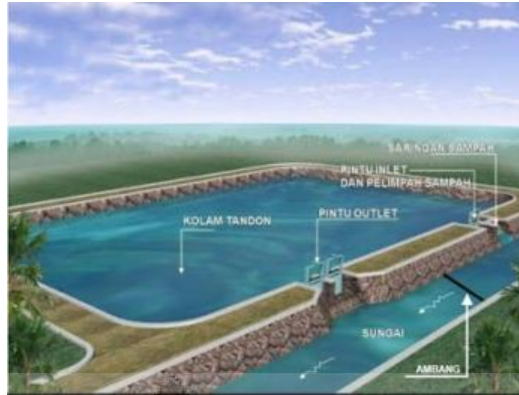
## 2) Air Kotor

Air kotor yang dihasilkan pada bangunan berasal dari toilet, ruang bilas, dan laboratorium.



Bagan 12. Skema Pengelolaan Air Kotor  
 Sumber : Analisa Pribadi

Sedangkan, kelebihan air saat terjadi banjir rob akan ditampung terlebih dahulu oleh *retarding basin* (kolam retensi). Kolam retensi ini dilengkapi oleh waterpump dank anal drainase yang terhubung dengan Banjir Kanal Barat. Ketika terjadi kelebihan air pada kolam retensi, air dipompa dan dibuang ke Kali Banjir Kanal Barat.



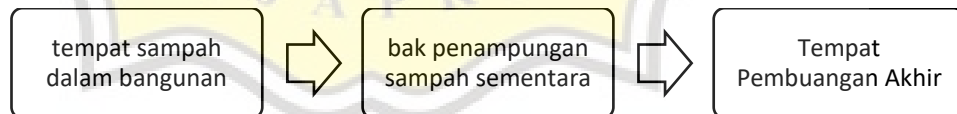
Gambar 6.23. Komponen Retarding Basin  
 Sumber : <https://bit.ly/2W9QJfz>

**e. Sistem Pengolahan Limbah**

Jenis limbah yang dihasilkan dari aktivitas dalam bangunan Sekolah Tinggi Oseanografi dibagi menjadi 2, yaitu limbah biasa dan limbah kimia atau limbah B3.

**1) Limbah biasa**

Limbah jenis ini merupakan limbah yang dihasilkan oleh aktivitas pengguna bangunan yang tidak berbahaya/menyebabkan dampak kerusakan serius dan biasanya tergolong dalam limbah padat yang terbagi menjadi limbah organik dan anorganik. Pengelolaan limbah dilakukan dengan sistem pengumpulan atau collection system. Pengumpulan sampah dilakukan melalui tempat sampah yang diletakkan pada titik-titik tertentu dalam bangunan, kemudian dikumpulkan menjadi satu dan ditampung dalam tempat pembuangan sampah sementara, dan kemudian diangkut oleh truk pengangkut sampah untuk dibuang di TPA.



Bagan 13. Skema Pengelolaan Limbah Biasa

**2) Limbah B3**

Limbah B3 atau limbah kimia merupakan jenis limbah yang sifatnya berbahaya karena dapat menyebabkan dampak atau kerusakan serius. Limbah ini biasanya dihasilkan oleh kegiatan penelitian laboratorium yang menggunakan zat-zat kimia. Penanganan limbah B3 berbeda-beda tergantung

kategori jenis limbah B3 tersebut. Limbah B3 perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang untuk mengurangi resiko/dampak kerusakannya.

Metode pengolahan tersebut terbagi menjadi 3, yaitu

- Pengolahan secara kimia
- Pengolahan secara fisik
- Pengolahan secara biologi

Sedangkan, untuk proses pembuangannya terdapat 3 macam metode, yaitu :

- Sumur injeksi
- Kolam penyimpanan
- Secured landfill



Bagan 14. Skema Pengelolaan Limbah B3