

BAB 6

PENDEKATAN DAN LANDASAN PERANCANGAN

Perumusan landasan perancangan sesuai landasan teori di bab sebelumnya, pengarang menyusun diagram kajian landasan perancangan:

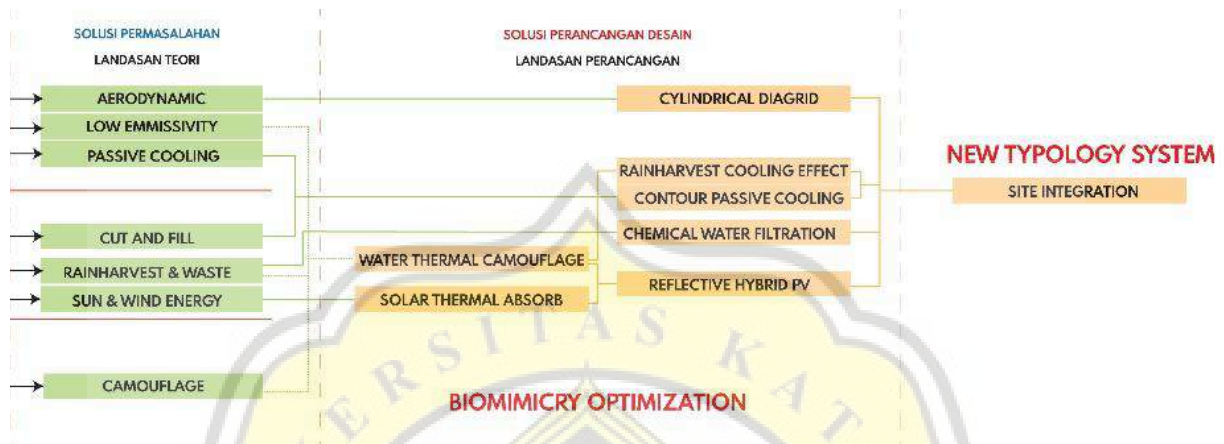


Diagram 25. Kajian Landasan Perancangan (Sumber : Analisa Pribadi)

Dari Diagram 25, sesudah solusi masalah dari identifikasi masalah sebelumnya ditemukan, solusi untuk masalah proyek dikembangkan. Oleh karena itu, dalam bab ini, penulis mempertimbangkan perancangan solusi masalah tersebut yang digunakan sebagai dasar desain. Pendekatan *biomimicry*, yang akan menjadi metode pertimbangan pengembangan dasar teori perancangan yang sudah diidentifikasi tersebut menjadi satu kesatuan integrasi dari setiap respon solusi permasalahan dan menimbulkan sebuah sistem tipologi yang baru.

6.1. Pendekatan Konsep Umum

Observatorium Astronomi melalui pendekatan biomimikri, proyek ini didesain buat penyelamatan polusi cahaya (*light pollution*) di area langit Indonesia. Selain itu, pendekatan perancangan bangunan menciptakan lingkungan yang merespon kondisi iklim lingkungan dan tidak mengganggu ekosistem hutan sekitar dengan beberapa konsep utama, yaitu:

1. Rendah Termal (*Thermal*)
2. Rendah Vibrasi (*Vibration*)
3. Keberlanjutan (*Sustainability*)
4. *Energy Efficiency*

6.2. Pendekatan Perancangan Konsep pada Persyaratan Khusus

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan observatorium:

1. Bentuk Aerodinamis
2. Material Emisivitas Rendah
3. Sistem Pembilasan

6.3. Pendekatan Perancangan Konsep pada Tapak dan Lingkungan

Faktor-faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan bangunan berkontur dan area hutan :

1. Struktur *Cut-n-Fill*
2. *Renewable Energy* (Energi Terbarukan)
3. Arsitektur Kamuflyase

6.4. Pendekatan Perancangan Konsep pada *Biomimicry*

Sesuai dengan landasan teori di BAB 5, metode desain topik pendekatan *Biomimicry* kepada observatorium ini mempunyai proses seperti diagram ini:



Diagram 26 . Top-down process (Sumber: Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation, M. Sabry : 2015)

Pada tahap perancangan desain, permasalahan desain digunakan untuk mencari analogi biologi yang dapat menyelesaikan masalah desain sesuai fungsi bangunan. Kemudian, mengidentifikasi prinsip analogi tersebut dan digunakan untuk mencari solusi cara kerja sistem bangunan (makro) yang maksimal peka terhadap kondisi angin, radiasi, kelembaban serta potensi alam lainnya. Sesudah itu, diambil tata model biologi dari cara abstraksi yang teroptimal sama hasil analisa prinsip bangunan dari identifikasi

sebelumnya. Dan testing prinsip biologis tersebut untuk menganalisa integrasi, visibilitas, efisiensi dan pembaharuan yang paling berfungsi baik sesuai analisis penelusuran masalah kontekstual dari dalam sampai luar bangunan. (Aziz & El, 2015)

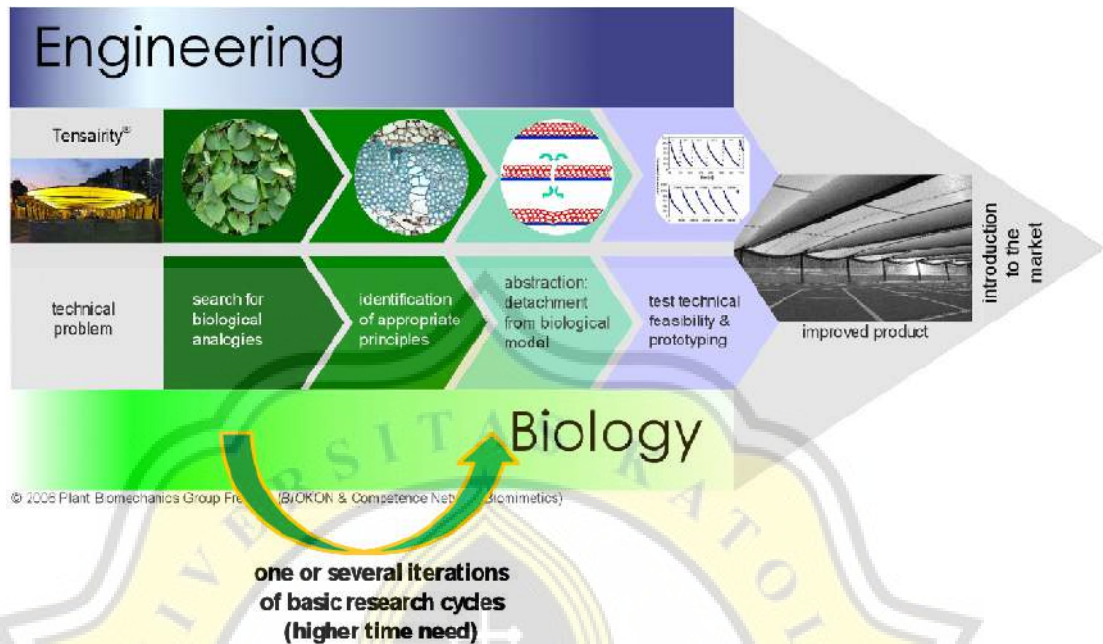


Diagram 27 . Control tahapan top-down process (Sumber: Process Sequences In Biomimetic Research, T.Speck : 2008)

6.5. Landasan Perancangan Tata Ruang Bangunan

Tata letak bangunan menggunakan sirkulasi konsep Green Lab. Penghijauan diimplementasikan dalam pengembangan pengguna yang mudah melalui penggunaan ruang terbuka hijau yang berdekatan dan sistem pendingin udara gedung. Sistem sirkulasi spasial yang digunakan adalah koridor tunggal dengan cluster perkantoran yang langsung mengakses laboratorium utama. Tata letak membawa tempat kerja peneliti lebih dekat ke laboratorium. Hal ini memudahkan pengguna untuk beristirahat dan berbincang dengan peneliti setelah melakukan aktivitas lab. Dan di tengah ada koridor linier yang menghubungkan lab.

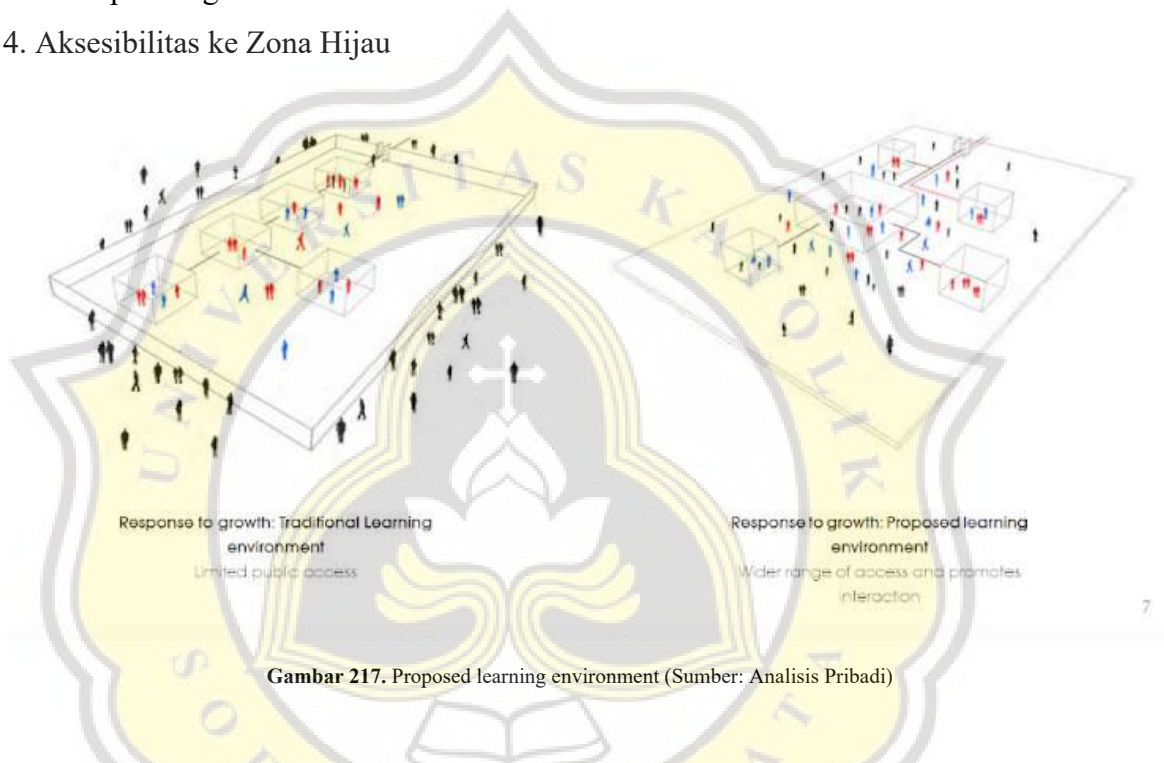


Gambar 216. Single corridor with office clusters directly accessing the main labs (sumber: Arenaconsultant)

Konsep lab hijau berlaku untuk penataan ruang dengan akses langsung ke ruang terbuka hijau di luar gedung. Oleh karena itu, nyaman bagi pengguna untuk beristirahat dan menyegarkan diri.

Konsep Ruang

1. Mobilitas
2. Integrasi
3. Jarak pandang
4. Aksesibilitas ke Zona Hijau



Gambar 217. Proposed learning environment (Sumber: Analisis Pribadi)

6.6. Landasan Perancangan Bentuk Bangunan

Bentuk bangunan didasarkan pada konsep bentuk mengikuti gaya dimana bangunan bereaksi terhadap tekanan utama yaitu angin. Tekanan yang satu ini mempengaruhi bentuk bangunan dan memodifikasinya secara aerodinamis. (Gambar 120). Bentuk gedung aerodinamis membuat struktur bangunan stabil dan juga menghambat adanya turbulensi terhadap permukaan bangunan supaya tidak ada pergerakan atau pergeseran secara vibrasi yang memicu adanya *image motion* atau degradasi kualitas gambar.

Metode *biomimetic* diaplikasikan saat proses *form finding* bangunan. Mimik yang diambil berasal dari Keranjang Bunga Venus.

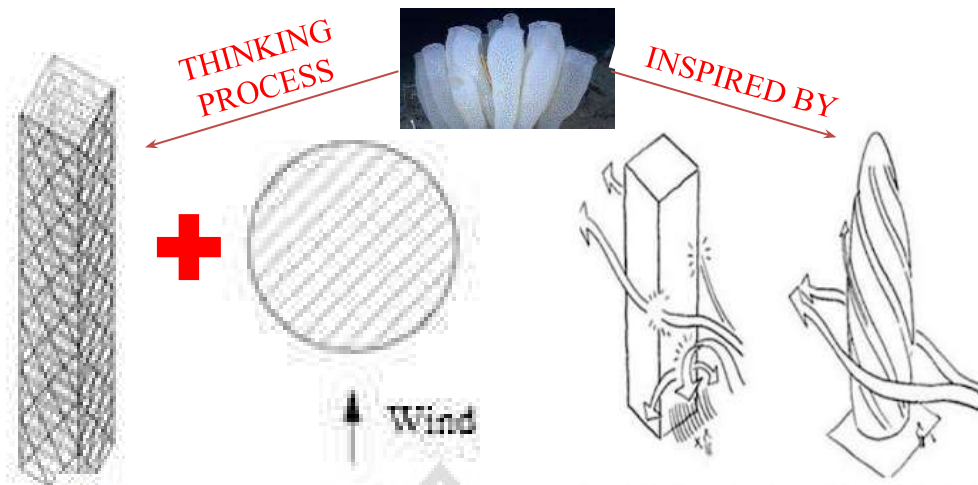
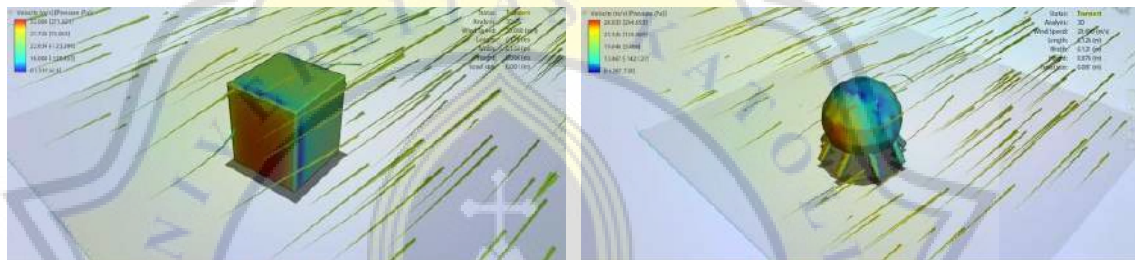


Diagram 28. Proses mimik tipologi konsep bentuk aerodinamis menggunakan pendekatan keranjang bunga venus (Sumber: Analisis Pribadi)



Gambar 218. Analisis perbandingan tipologi konsep bentuk antara tipologi kotak dengan silinder pendekatan keranjang bunga venus (Sumber: Analisis Pribadi)

6.7. Landasan Perancangan Struktur Bangunan & Teknologi

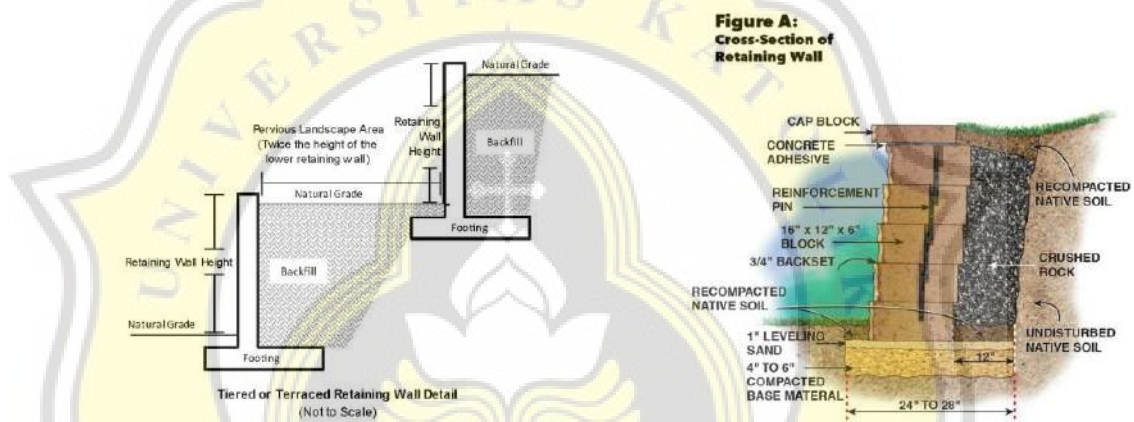
Membangun landasan teoritis Bab 5, struktur bangunan proyek ini menggunakan logika sistem kontur *cut-n-fill*. Sistem *cut and fill* menggunakan sistem dinding penahan tanah sebagai respon adaptif terhadap tapak kaki bukit. Penggunaan konstruksi profil berlaku untuk sistem pondasi, sistem pengisi dan material. Keuntungan dari sistem *cut-n-fill* ini adalah prosesnya yang fleksibel karena dapat menambang endapan yang bentuknya tidak beraturan. Beralih ke proses penambangan lain tidak terlalu sulit dan memungkinkan penambangan terbatas namun selektif.

Sistem pondasi *foot plat* dan dinding penahan kemudian digunakan untuk menjaga stabilitas bangunan. Dinding sistem ini memastikan bahwa struktur bangunan tahan terhadap gerakan horizontal di lereng medan.



Gambar 219. Retaining Wall (Sumber: <https://www.99.co/blog/indonesia/membangun-dinding-penahan-tanah/>)

Bagian dasar dari struktur kontur adalah struktur utama yang menggunakan prinsip gravitasi sendiri, gaya lateral, tanah/air aktif/pasif, gaya luncur dan gaya apung untuk menjaga kestabilan bangunan. Pelat dan kolom dipasang dengan struktur kantilever, yang meningkatkan kekuatan dan stabilitas struktur.



Gambar 220. Potongan Struktur Retaining Wall (Sumber: <https://www.99.co/blog/indonesia/membangun-dinding-penahan-tanah/>)

Pada bagian bangunan observatorium, konstruksi dermaga teleskop merupakan poin utama yang harus di konsiderasi. Dermaga terbuat dari beton bertulang. Sebuah pijakan besar dituangkan dengan kolom yang muncul dari pijakan.

Bagian atas kolom dapat dilubangi untuk mengurangi momen inersia dan massa termal. Tiang baja dapat dibuat, tetapi harganya cenderung jauh lebih mahal daripada beton.

Offset dapat dibangun menjadi dermaga baja untuk transisi dari pijakan beton atau kolom ke pelat tunggal untuk teleskop. Sebuah dermaga yang berjalan dari pijakan jauh di bawah tanah jauh lebih baik daripada menggunakan struktur bangunan.

Secara umum, bangunan yang dibangun dari beton (pelat pada kolom dan balok) jauh lebih kaku daripada bangunan berbingkai baja dan banyak observatorium telah berhasil dibangun dengan menggunakan struktur bangunan daripada dermaga terpisah.

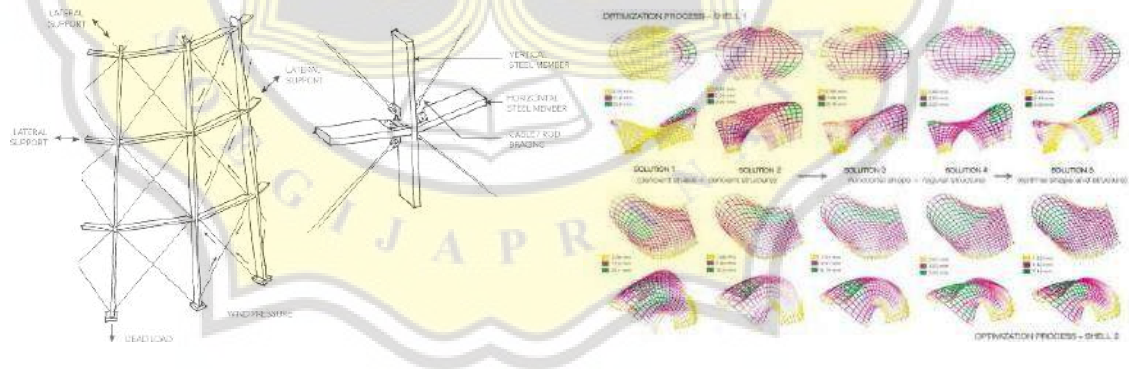
Banyak observatorium kurang berhasil ketika menggunakan struktur bangunan dari bangunan baja.



Gambar 221. Konstruksi Dermaga Teleskop (Sumber: https://www.dfmengineering.com/news_observatory_design.html#pier_structure)

6.7.1 Struktur Badan dan Atap Bangunan

Tipe struktur cangkang digunakan yakni *grid shell* dari mimik biomimetik Keranjang Venus yang secara elastik adalah rangka luwes pada bengkokan dari pemanfaatan kakunya modular struktur untuk merespon tipologi aerodinamis, dimana *gridshell* menggunakan material *low-e reflective glass* dengan *strand pattern* sebagai UV reflektor untuk mengkonfirmasi fauna sekitar untuk dihindari dari perkembangan *biomimetic* jaring laba-laba. Di atap terdapat daerah menerapkan panel surya berfungsi untuk menangkap energi surya dengan sel surya film tipis berbasis silikon dari pengembangan *biomimetic* Sayap Kupu Kupu Hitam (Gambar 217).



Gambar 222. Struktur Gridshell (sumber: <http://www.karamba3d.com/projects/how-virtual-becomes-real-in-gridshell-design/>)

Lalu, untuk struktur shutter yang akan digunakan merupakan shutter “biparting”, dimana sistem konfigurasinya membuka ke samping saat ingin melakukan pengamatan.

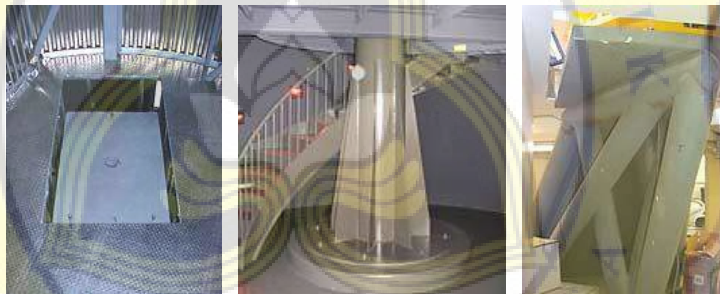


Gambar 223. Struktur Shutter (Sumber: Integration of VIRUS Spectrographs for the Hobby-Eberly Telescope * Dark Energy Experiment, J. Heisler et al., 2010)

6.8. Landasan Perancangan Bahan Bangunan

6.8.1 Material Pondasi

Bahan pondasi memakai *cantilever retaining wall* serta *footplat* yang berbahan beton bertulang buat mendukung dinding serta membuat struktur stabil pada lerengan. Dan kerangka dermaga memakai struktur beton yang jauh di bawah pijakan struktur bangunan dan tidak menyentuh satu sama lain sehingga harus ada celah dalam struktur dermaga dengan pelat dan kolom bangunan.

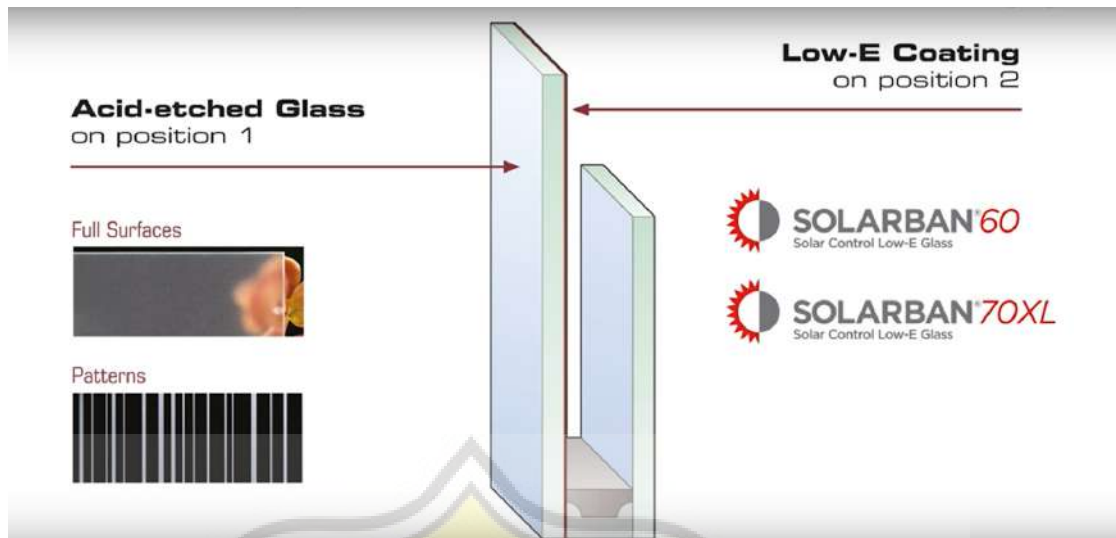


Gambar 224. Bahan Beton Pondasi Dermaga Teleskop (Sumber: https://www.dfmengineering.com/news_observatory_design.html#pier_structure)

6.8.2. Material Pelingkup Bangunan

6.8.2.1 Material dinding interior

Untuk dinding bangunan digunakan insulasi yaitu busa poliuretan. *Polyretherane* adalah bahan polimer yang terbuat dari plastik ramah lingkungan dan digunakan untuk isolasi termal dan suara dinding. Kedua, jendela dan bukaan lainnya menggunakan kaca *low-e* reflektif dengan pola untaian untuk menghindari tabrakan dengan satwa liar. Bagian lapisan sebelum kaca, akan diterapkan sistem fasad *rainwater harvesting web* untuk memanfaatkan air hujan tersebut menjadi penghawaan bangunan dari pengembangan *biomimetic* jaringan laba-laba.



Gambar 225. Low-e Reflective Glass by AviProtek Bird-Friendly Glass (Sumber: <https://www.walkerglass.com/products/bird-friendly-glass-solution/>)

6.8.2.2 Material Plafond

Dalam proyek ini, area laboratorium mengandalkan bahan yang mudah dibersihkan dan tahan terhadap desinfektan. Agar plafon bertahan lebih lama, sebaiknya dicat dengan akrilik atau epoksi. Bahan plafon laboratorium untuk proyek ini adalah *vinyl* atau karet. Dimensi plafon *vinyl* adalah 60 x 60 cm dan ketebalan antara 9,5 mm hingga 12,5 mm.



Gambar 226. Vinyl ceiling (Sumber: <https://www.archify.com/sg/product/usg-boral/product/11250>)

6.8.2.3 Material Lantai

Lantai untuk proyek ini harus menggunakan bahan yang anti slip, anti fouling, anti rembesan, anti panas dan anti serap, tahan air, mudah dibersihkan dan dirawat.

1. HPL Raised Floor

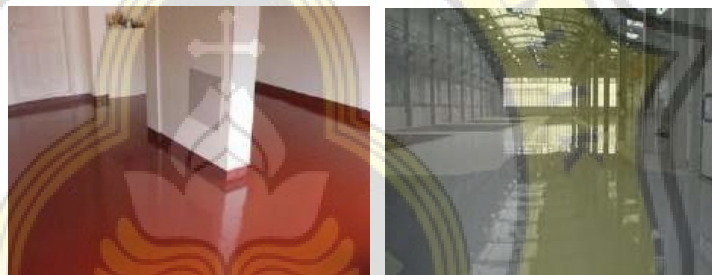
Merupakan sistem lantai yang diangkat sekitar 50 cm untuk memberikan ruang bawah untuk sirkulasi kabel, *ducting*, dan ventilasi untuk memaksimalkan efisiensi pendinginan kepada dermaga teleskop, ruang kontrol, dan laboratorium dan diberi insulasi dibagian bawah lantai.



Gambar 227. Raised Floor Insulation (Sumber: <http://venindo.co.id/portfolio/insulation-material/>)

2. *Epoxy Resin*

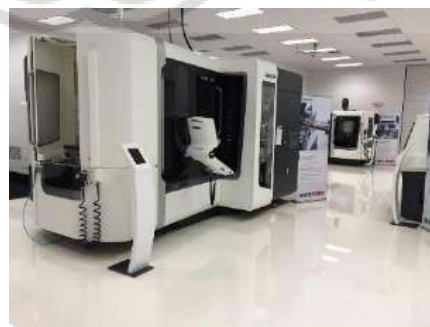
Ini adalah bahan lantai yang menggabungkan plastik yang dikeraskan secara kimia. Lantai resin datang dalam jenis seperti resin epoksi, resin poliuretan, dan resin akrilik. Bila dipasang dengan benar, lantai resin sintesis tahan lama dan memberikan permukaan lantai yang aman dan fleksibel. Lantai resin adalah pilihan lantai yang paling higienis, tahan bahan kimia dan mudah dibersihkan dari tumpahan.



Gambar 228. Lantai epoxy resin (sumber: <https://www.spectracf.com/lab-flooring/>)

3. *Sealed Concrete*

Bahan alternatif untuk penyegelan beton adalah pilihan bahan yang lebih ekonomis daripada epoksi. Ini memiliki keuntungan menjadi serbaguna, tahan lama dan mudah dibersihkan. Disegel dengan benar, beton bertahan lebih lama dan lebih mudah dibersihkan.



Gambar 229. Pengaplikasian sealed concrete (sumber: [spectracf.com/lab-flooring/](https://www.spectracf.com/lab-flooring/))

4. *Monolithic Flooring*

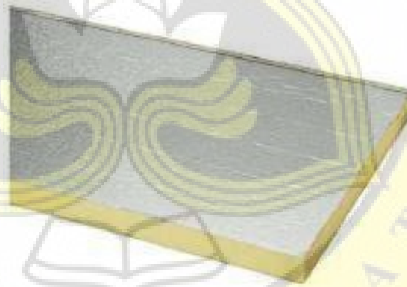
Lantai monolitik adalah panel lantai vinil, karet, atau linoleum yang diikat atau dilas secara kimia.



Gambar 230. Monolithic flooring (Sumber: <https://www.spectracf.com/lab-flooring/>)

6.8.2.4 Material Atap

Struktur kisi diagonal bangunan terdiri dari rangka baja berbentuk tabung. Lalu, struktur atap dikasik penutup yaitu bahan *low-e reflective glass* sebagai insulasi termal dibawah material *antireflective Si-based solar cell* (Gambar 215). Di area tertentu, bagian bawah atap diisolasi untuk mengurangi radiasi internal. Bahan yang digunakan sebagai insulasi tambahan pada bangunan adalah busa poliuretan.



Gambar 231. Polyurethane Foam (sumber: <https://www.nuclear-power.net/nuclear-engineering/heat-transfer/heat-losses/insulation-materials/polyurethane-foam/>)

6.9. Landasan Perancangan Wajah Bangunan

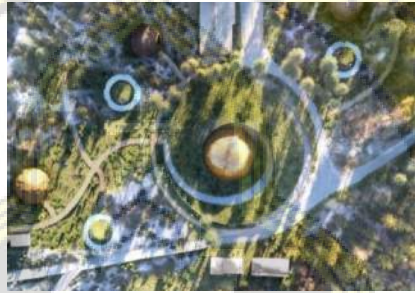
Fasad bangunan menampilkan elemen aerodinamis dengan kelengkungan yang memberikan ruang fleksibel untuk tekanan angin yang menghantam bagian luar bangunan. Hindari sudut tajam pada fasad bangunan, karena dapat mengurangi stabilitas bangunan.



Gambar 232. Preseden wajah bangunan (Sumber: <https://www.deezen.com/2018/05/04/planetarium-snohetta-norway-solobservatoriet/>)

6.10. Landasan Perancangan Tata Ruang Tapak

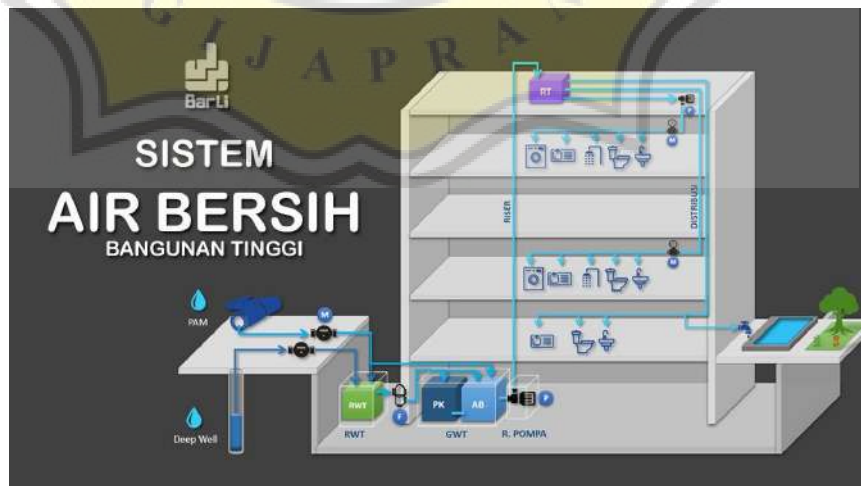
Tata ruang kawasan dibagi menjadi zona privat dan zona publik. Menentukan bentuk properti menggunakan metode ekspansi grid. Deskripsi medan situs ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 233. Preseden tata ruang tapak (sumber: <https://www.deezen.com/2018/05/04/planetarium-snohetta-norway-solobservatoriet/>)

6.11. Landasan Perancangan Utilitas Bangunan

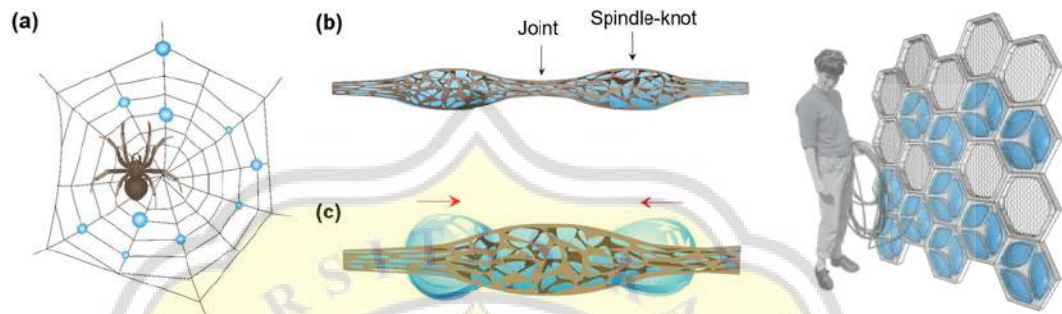
6.11.1 Sistem Utilitas Air Bersih



Gambar 234. Sistem Utilitas Air Bersih (sumber: <https://www.slideshare.net/leeyurijoona/utilitas-gedung>)

Sistem air bersih diambil dari daerah irigasi Situbondo lewat saluran irigasi yang disalurkan ke daerah-daerah desa permukiman. Sistem pasokan air bersih *up-feed* dengan sistem tangki tekan. Pompa yang digunakan adalah pompa sumur dalam (*semi deep-well*). (Yuri Joona, 2014)

6.11.2. Rainwater Harvesting



Gambar 235. Pengembangan biomimetik jaringan laba-laba sebagai penangkap air (Sumber: Biological and Engineered Topological Droplet Rectifiers, J. Ling et al.; 2019 dan <https://nexloop.us/>)

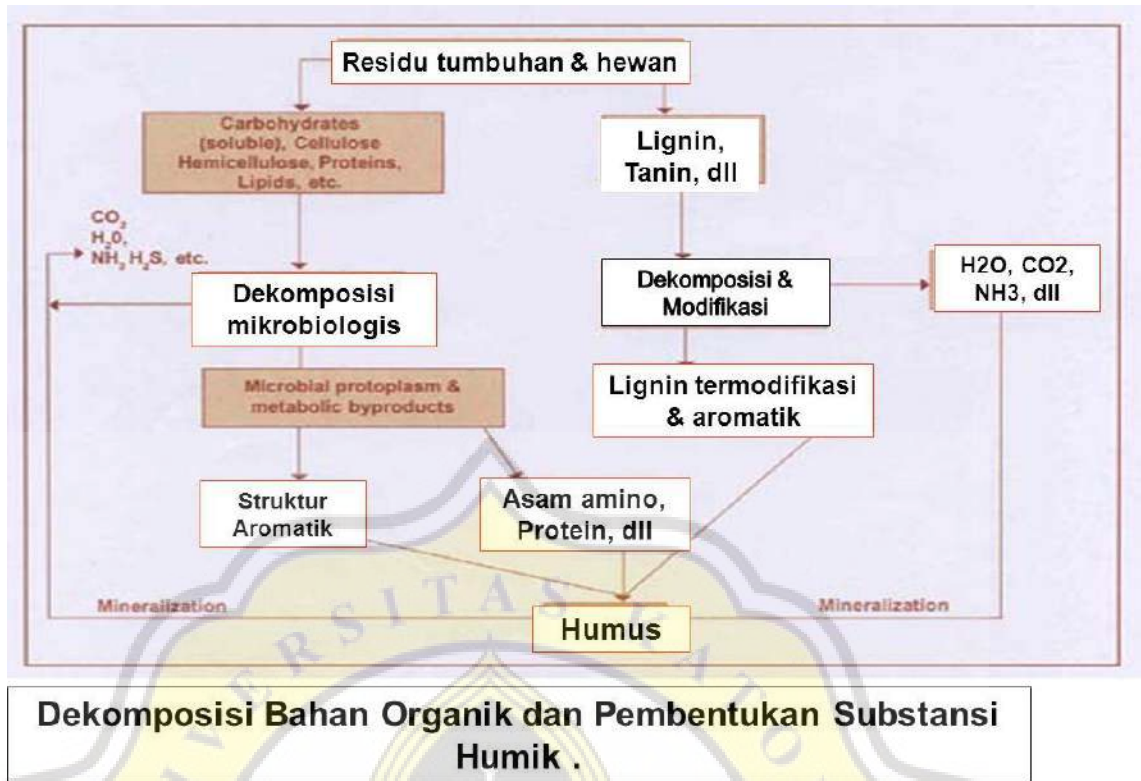
Sistem kebutuhan air bangunan agar lebih selaras secara lokal, mandiri, dan bersimbiosis dengan memanfaatkan air dari sumber atmosfer seperti hujan, kabut, dan kelembaban. Produk AquaWeb™, menangkap, menyimpan, dan mendistribusikan air ke dalam kebutuhan air lokal pada penghuni bangunan. (nexloop, 2021)

6.11.3. Sistem Utilitas Air Kotor

Sistem utilitas limbah cair ini dikembangkan dengan pendekatan *biomimetic*, dimana mengambil dari ekosistem hidup hutan yang dapat hidup dengan penguraian dan pembersihan secara alami dan natural oleh beberapa mikroorganisme yang hidup disitu.



Gambar 236. Mikroorganisme cacing yang digunakan sebagai alat penguraian alami pada Biopod (Sumber: <http://www.kerryflanaganwastewater.com.au/biolytix-nz.html>)



Dekomposisi Bahan Organik dan Pembentukan Substansi Humik .

Diagram 29. Proses skema dekomposisi alami oleh mikroorganisme di hutan (Sumber: <https://slideplayer.info/amp/3716266/>)

Sistem yang digunakan adalah *chemical-free water filtration*, dimana ini dipakai pada daerah terpencil. Prosesnya limbah air kotor dan kotoran padat dipisah dan disaring pada *bio-septic tank*. Air yang disaring dipecah oleh mikroorganisme tertentu menjadi air bersih yang dapat digunakan kembali untuk menyiram toilet. dan keperluan bangunan yang membutuhkan irigasi air. Penggunaan *chemical-free water filtration* memakai produk *Biolytix Biopod*. Sebuah penanganan pengolahan limbah secara biologis pada daerah terpencil menggunakan komponen ramah lingkungan. Keuntungan yang jelas dari BioPod adalah tidak bergantung pada mesin yang rumit atau mahal untuk dijalankan. Pompa udaranya yang kecil namun kuat memastikan aerasi air olahan yang dikumpulkan di bagian bawah filter. Hanya mengkonsumsi 0,12 kWh per hari. Penggunaan energi ini sangat rendah dibandingkan dengan sistem air limbah aerasi konvensional, yang biasanya mengkonsumsi antara 2,5 hingga 6 kWh per hari untuk pengolahan. (FLANAGAN, 2014)



Gambar 237. Potongan skema tangki Biopod (sumber: <http://www.kerryflanaganwastewater.com.au/biolytix-nz.html>)

BioPod memanfaatkan energi yang tersimpan dalam limbah yang dapat membusuk, termasuk limbah toilet, limbah makanan rumah tangga, dan produk kertas, untuk memberi makan miliaran mikroba dan campuran stabil organisme pengurai tanah invertebrata. Penggembala, penggiling, pemangsa dan mangsa, semuanya mencampur, menganginkan dan memecah limbah dan mengubahnya menjadi humus halus.

Cacing dan banyak organisme lain dengan cepat mengubah limbah padat menjadi humus, salah satu komponen *BioPod* yang paling kuat.

Humus seperti tanah atas organik yang kaya. Cacing dan kumbang terus-menerus menggali dan membuatnya tetap terbuka, bebas pengeringan dan aerobik. Mereka mempertahankannya dalam struktur seperti spons, dengan beberapa kilometer terowongan beroksigen. Area permukaan yang besar inilah yang mengeringkan dan membersihkan air limbah saat mengalir.

Filter humus ini memastikan:

- Tidak ada tahap septik anaerobik yang berpotensi bau (humus menyerap bau).
- Aerasi alami - tidak diperlukan aerator mekanis.
- Ketahanan - tidak seperti banyak sistem mekanis berbasis air, tumpahan bahan kimia yang tidak disengaja tidak cepat menyebar ke seluruh air, membunuh sejumlah besar organisme. Sebaliknya, mereka diisolasi di bagian kecil humus, di mana hanya beberapa organisme yang dapat mati, dan yang lain dapat dengan aman mengkolonisasi kembali daerah tersebut sesuai kebutuhan.

6.11.4. Sistem Keselamatan

Beberapa sistem proteksi kebakaran diterapkan pada bangunan sebagai berikut:

5. Kotak hidran dengan jarak 35 meter pada dinding bangunan.
6. Alat pemadam kebakaran ditempatkan setiap 20-25 meter pada kisaran 200-250

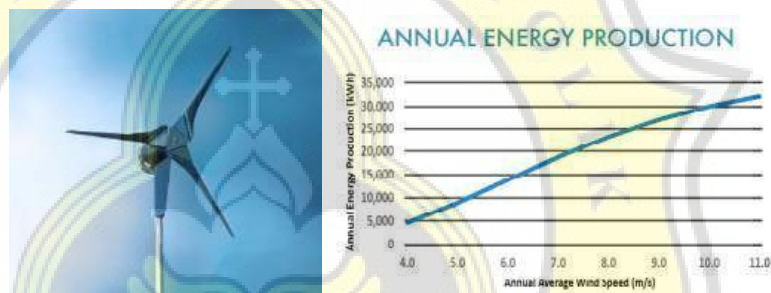
m².

7. Kemampuan *sprinkle* mencapai luas 10-20 m² pada ketinggian 3 meter.

6.11.5. Penerapan *Renewable Energy*

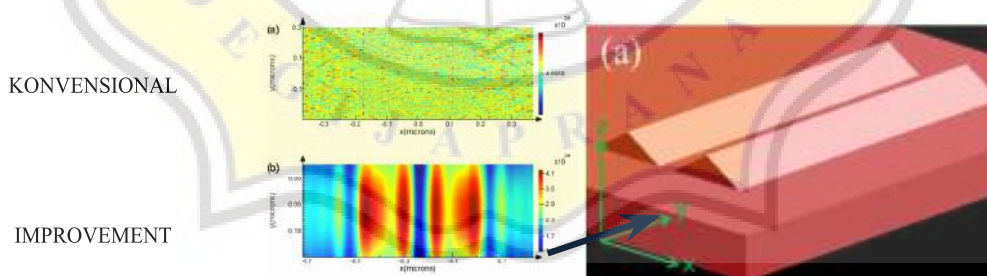
1. *Wind Turbine*

Turbin angin dipasang pada bangunan dan digunakan sebagai sumber energi listrik alternatif untuk memenuhi kebutuhan listrik. Turbin angin dengan kecepatan angin 5 hingga 20 knot dapat digunakan, tergantung pada kondisi angin di lokasi. Turbin angin yang digunakan adalah turbin angin kecil SD6 kW yang mampu menghasilkan tenaga 5,2 kW pada kecepatan 11 m/s. Turbin angin ini dapat digunakan untuk aktivitas dari jarak 9 hingga 20 meter dan dihubungkan dengan generator. Selain itu, satu unit dapat menghasilkan sekitar 10.000 kWh listrik per tahun dalam kondisi kecepatan mengayuh.



Gambar 238. SD6 kW small wind turbine (sumber: <https://sd-windenergy.com/wind-turbine-servicing/>)

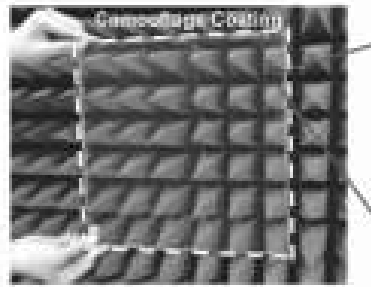
2. Solar Panel



Gambar 239. Pengembangan Solar panel menggunakan biomimetik sayap kupu-kupu hitam (kiri) dengan tipologi bentuk permukaan sayap kupu-kupu (kanan) (sumber: Antireflective design of Si-based photovoltaics via biomimicking structures on black butterfly scales, Z. Huang et al.,: 2020)

Intensitas cahaya yang tinggi di lokasi dapat digunakan sebagai sumber energi listrik bangunan. Panel surya yang digunakan adalah panel surya berukuran sekitar 1 x 0,6 x 0,025 meter dengan daya keluaran 100 watt/unit. Jadi dengan perhitungan, satu unit panel surya bisa menghasilkan sekitar 876

kWh per tahun.



Gambar 240. Solar panel Camouflage (Sumber: Solar energy camouflage coating with varying sheet resistance, F.Y. Dong et al.; 2020)

6.11.6. Perhitungan Konsumsi Daya Listrik

Energi listrik di dalam gedung didistribusikan dari dua sumber: turbin angin dan panel surya. Kedua turbin menghasilkan listrik, yang disimpan dalam baterai, dikirim ke antarmuka daya dan didistribusikan ke seluruh gedung.

Membangun efisiensi energi kemudian menggunakan kriteria Intensitas Penggunaan Energi (IKE) yang diatur dalam Peraturan Gubernur Nomor 38 Tahun 2012 sebagai berikut:

Intensitas Konsumsi Energi (IKE)

- Perhitungan IKE yang direkomendasikan melalui Permen ESDM No.13 Tahun 2012 :
$$IKE = \frac{\text{Konsumsi Listrik Rata-rata bulanan}}{\text{Luas Bangunan Gedung}}$$
- Nilai IKE yang dihasilkan akan menentukan apakah sebuah bangunan tergolong sangat efisien, efisien, cukup efisien dan boros.

Tabel Standar Intensitas Konsumsi Energi untuk Gedung Kantor Pemerintah

Kriteria	Gedung Kantor Ber-AC kWh/m ² / bulan	Gedung Kantor Tanpa AC kWh/m ² /bulan
Sangat Efisien	<8,5	<3,4
Efisien	8,5 - 14	3,4 - 5,6
Cukup Efisien	14 - 18,5	5,6 - 7,4
Boros	>18,5	>7,4

Sumber: Permen ESDM No. 13 tahun 2012

Gambar 241. Standar perhitungan IKE (sumber: <http://resgo.riau.go.id/page/kriteria-ike>)

Berdasarkan kalkulator IKE standar, bangunan dalam proyek ini mengasumsikan nilai efisiensi untuk gedung perkantoran dengan angka efisiensi energi antara 3,4 dan 5,6. Maka perhitungan kinerja energi yang perlu dipublikasikan dalam setahun adalah:

$$\text{Konsumsi energi bulanan (kWh)} = \text{IKE} \times \text{total luas bangunan}$$

$$= 5,6 \times 12.028,35 \text{ m}^2$$

$$= 67.358,76 \text{ kWh}$$

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa konsumsi energi bangunan maksimum yang perlu dikonsumsi dalam satu bulan adalah 67.358,76 kWh. Dalam hal ini, kebutuhan energi tahunan gedung adalah 67.358,76 kWh x 12 bulan, yang setara dengan **808.305,12 kWh/tahun**.

Selanjutnya untuk memenuhi kebutuhan daya gedung, perlu dilakukan perhitungan besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh turbin angin untuk memenuhi kebutuhan daya gedung tersebut.

Tabel 66. Perhitungan jumlah unit ocean energy converter (sumber: analisis pribadi)

No.	Jenis Turbine	Daya listrik yang dihasilkan per tahun	Jumlah unit alat yang dibutuhkan
1.	<i>Wind Turbine</i>	10.000 kWh	4 unit
2.	<i>Solar Panel</i>	876 kWh	30 unit

Setelah dilakukan perhitungan, seluruh energi listrik yang dihasilkan oleh turbin angin dan panel surya digunakan sebagai energi yang tersimpan dalam baterai untuk kebutuhan bangunan sehari-hari.

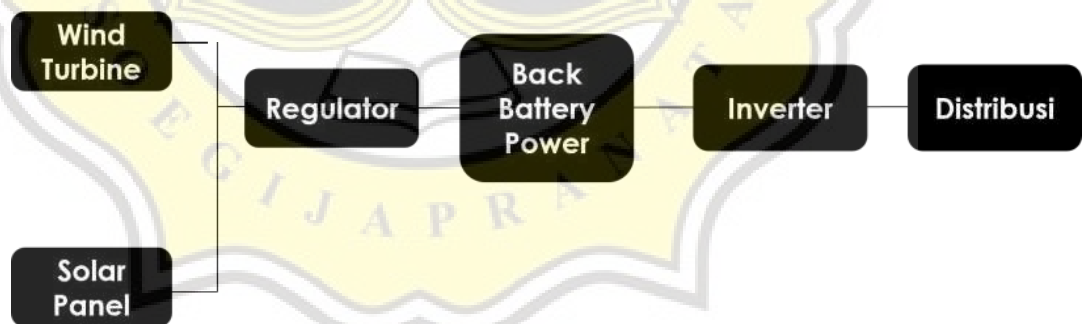


Diagram 30. Distribusi listrik bangunan (sumber: analisis pribadi)

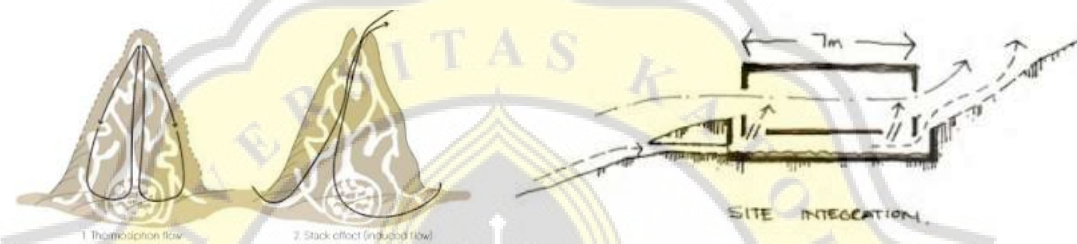
Dengan menggunakan diagram ini, terlihat bahwa semua energi pembangkit listrik dikumpulkan di ruang baterai dan menjadi cadangan energi yang didistribusikan ke seluruh bangunan.

6.11.7. Sistem Penghawaan

Sistem ventilasi bangunan juga menggunakan konsep bentuk mengikuti gaya, dengan

tekanan utama adalah angin dan radiasi matahari. Dua tekanan ini mempengaruhi desain penghawaan bangunan agar di desain secara pasif. Sistem penghawaan yang mengutamakan pendinginan pasif melalui pembilasan angin untuk menjaga suhu termal bangunan dan juga menjaga tidak ada perubahan suhu secara signifikan terhadap instrumen teleskop tersebut sehingga tidak ada degradasi termal terhadap gambar yang diambil oleh teleskop.

Pendekatan *biomimetic* diterapkan dalam melakukan pendinginan pasif penghawaan bangunan dengan merespon lereng. Mimik yang diambil berasal dari Gundukan Rayap dan memanfaatkan *rainwater harvest* untuk *cooling effect* (Aziz & El, 2015), dimana modular pemanen air hujan diambil dari mimik Jaring Laba-Laba.



Gambar 242. Konsep sistem penghawaan pasif merespon tapak lereng melalui sistem gundukan rayap (sumber: Analisis Pribadi)

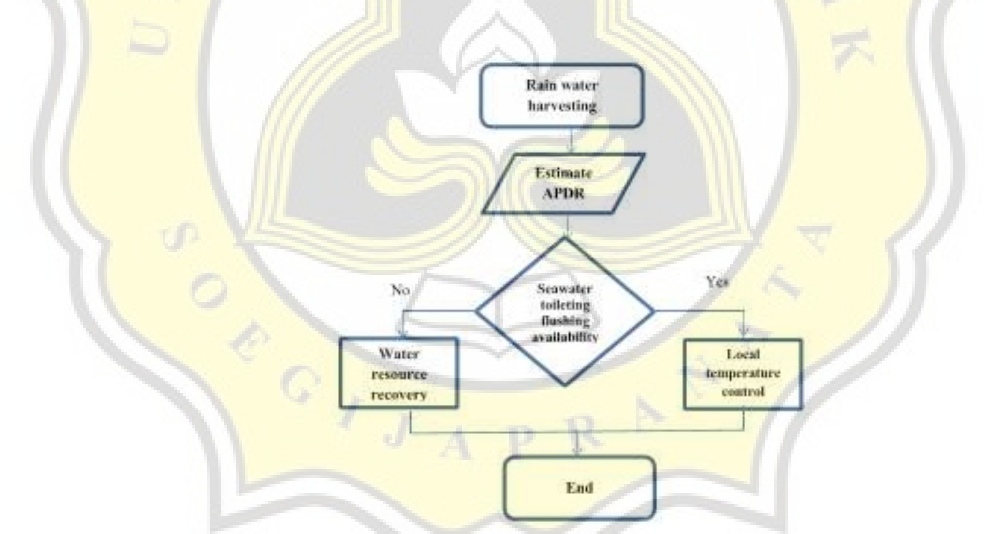
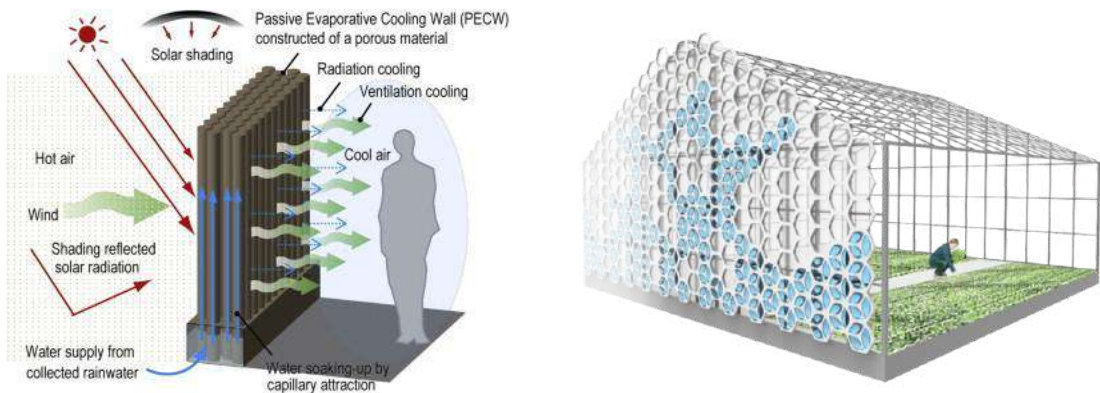


Diagram 31. Proses skema utilisasi air hujan (Sumber:Multi-purpose rainwater harvesting for water resource recovery and the cooling effect, K. An et al.: 2015)



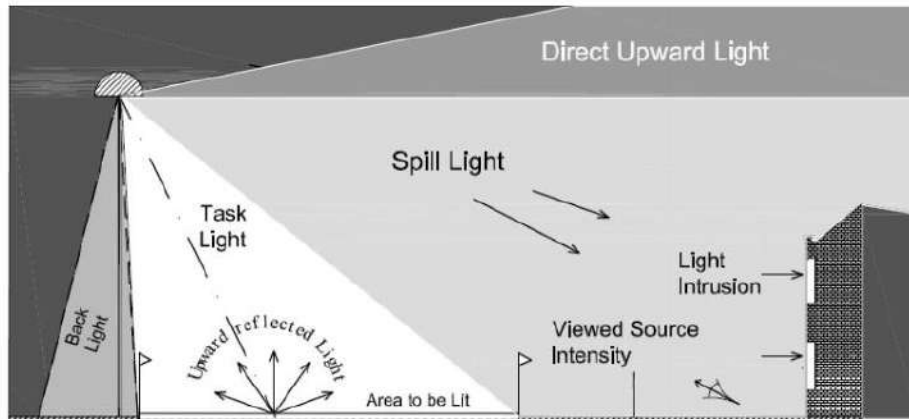
Gambar 243. Pengembangan biomimetik jaringan laba-laba sebagai penangkap air (Sumber: Biological and Engineered Topological Droplet Rectifiers, J. Ling et al.; 2019 dan <https://nexloop.us/>)

PECW yang diusulkan memiliki fitur yang memungkinkan angin melewatinya, sehingga mengurangi suhunya dengan memfasilitasi penguapan air yang diserap oleh bahan berpori yang menyimpan air pada modularnya. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 243, PECW dapat didinginkan dengan penguapan. Ini menghasilkan permukaan yang lebih dingin di lokasi luar ruangan pada hari-hari musim panas. Selanjutnya, udara yang melewati PECW dapat didinginkan ketika angin bertiup. Akibatnya, efek pendinginan pasif berikut dapat diberikan: (1) naungan matahari, (2) pendinginan radiasi dan (3) pendinginan ventilasi. (He & Hoyano, 2010)

6.11.8. Sistem Pencahayaan

Uraian berikut adalah prosedur penanganan polusi cahaya dari sumber cahaya yang dikembangkan oleh *Institutions of Lighting Professionals* (Professionals, 2021) dalam *Guidance Notes for The Reducing of Obstructive Light*, 2021.

Menurut *Institution of Lighting Professionals* (ILP), polusi cahaya termasuk *sky glow*, *glare*, dan *light intrusion*. *Sky glow* adalah peningkatan kecerahan langit malam, *glare* adalah silau yang terjadi ketika sumber cahaya dilihat di lingkungan yang gelap, dan *light intrusion* adalah "tumpahan" cahaya dari sumber cahaya di luar batas yang dipersyaratkan.

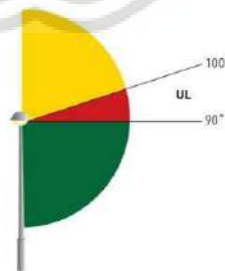


Gambar 244. Jenis-jenis polusi cahaya dari suatu sumber cahaya (obtrusive light) Terdapat cahaya pada berbagai arah yang melebihi zona yang diinginkan yaitu area to be lit (Sumber : Guidance Notes for The Reduction of Obtrusive Light, Institution of Lighting Professionals : 2011)

Desain pencahayaan terdiri dari tiga elemen dasar: sumber cahaya, perlengkapan dan metode pemasangan. Mengatasi polusi cahaya dapat dimulai dengan menangani ketiga elemen ini dalam desain pencahayaan.

Sumber cahaya atau lampu memiliki tingkat *output* yang disebut LUMENS, dan pemilihan lampu dengan nilai lumen yang tepat tidak terlalu lebar dan dapat menunjang aktivitas Anda. Kedua, kegiatan yang memerlukan penerangan di malam hari biasanya hanya memerlukan radiasi cahaya dalam spektrum tampak dan bukan sinar *ultraviolet* atau inframerah. Karena cahaya dengan panjang gelombang pendek dapat mempengaruhi kehidupan hewan dan tumbuhan, hal ini dapat diperhitungkan.

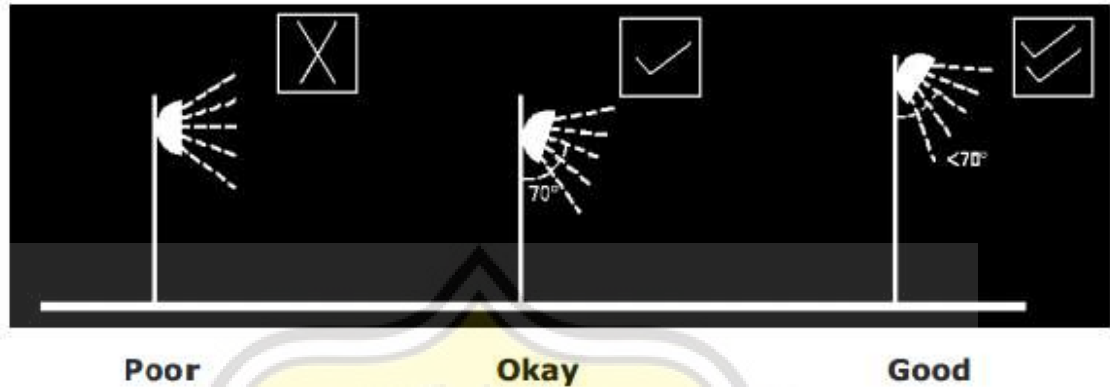
Anda dapat mengurangi polusi cahaya dengan cara yang benar. Disarankan untuk memilih lumener sesuai dengan kebutuhan dan untuk meminimalkan *upward spread* sebanyak mungkin. Zona kunci untuk meminimalkan *upward spread* yang menyebabkan *sky glow* adalah antara 900 dan 1000 seperti yang ditunjukkan di bawah ini.



Gambar 245. Sudut krusial dalam menangani upward spread (Sumber : Guidance Notes for The Reduction of Obtrusive Light, (Institution of Lighting Professionals, 2011)

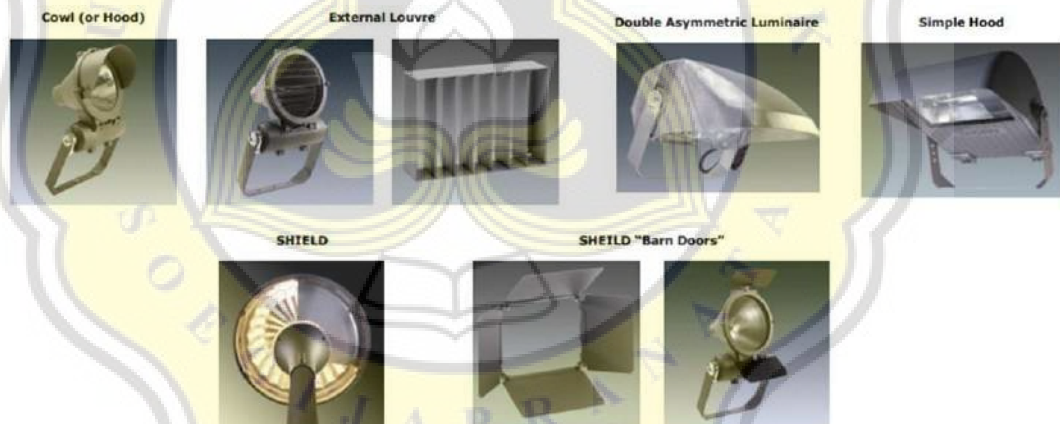
Perlengkapan lampu dapat dibuat untuk mengurangi polusi cahaya. Sudut

pencahayaannya tidak boleh melebihi 70° untuk mengurangi *glare*. Instalasi yang ditinggikan memungkinkan sudut pencahayaan yang lebih rendah, yang membantu mengurangi *glare*.



Gambar 246 : Sudut pemasangan instalasi lampu (Sumber : Guidance Notes for The Reduction of Obtrusive Light, (Institution of Lighting Professionals, 2011))

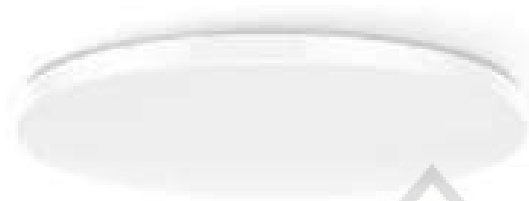
Polusi cahaya juga dapat dikelola dengan memasang aksesoris kap lampu ke perlengkapan lampu. Kap lampu digunakan agar cahaya tepat mengenai zona yang diinginkan dan tidak mengganggu zona lain.



Gambar 247 : Macam-macam aksesoris tudung lampu (Sumber : Guidance Notes for The Reduction of Obtrusive Light, (Institution of Lighting Professionals, 2011))

Pencahayaan buatan pada bangunan menggunakan pencahayaan yang hemat energi dan tahan lama, termasuk penggunaan lampu LED:

- b. Bohlam LED Philips
Masa pakai lampu ini setara dengan 15.000 jam, atau 15 tahun penggunaan.
- c. LED Xiaomi Yeelight Ceiling Light Motion
Ini adalah lampu LED hemat energi yang dapat dideteksi oleh sensor gerak. Lampu ini secara otomatis akan meredup ketika ada orang yang lewat.



Gambar 248. : Lampu LED Yeelight dan Rechargeable LED Bulb (sumber: <https://www.tokopedia.com/finnixstore/xiaomi-yeelight-led-ceiling-light-motion-sensor-lampu-bohlam-led?src=topads>)

