

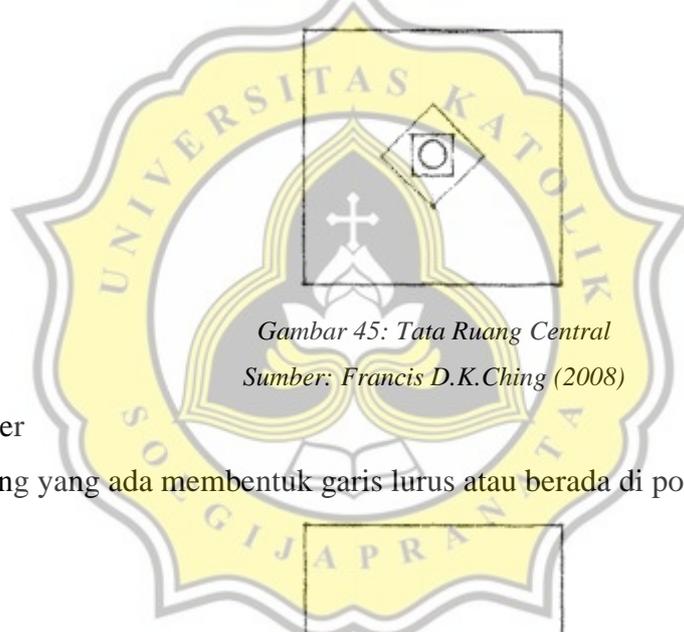
BAB V LANDASAN TEORI

5.1 LANDASAN TEORI TATA RUANG

Tata ruang adalah salah satu bagian yang penting dalam sebuah bangunan karena dengan tertatanya ruangan dengan baik dapat mengefisien ruangan dan juga memudahkan pengguna mengakses ruangan. Menurut Francis D K Ching, Organisasi spasial terdapat 5 jenis, yaitu

1. Terpusat

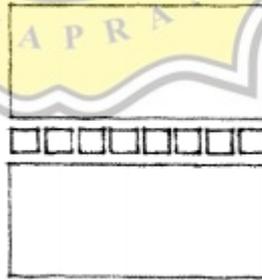
Ruang yang di kelilingin ruang lain di sekelilingnya. Ruang yang berada di tengah adalah ruangan yang bersifat utama atau dominan.



*Gambar 45: Tata Ruang Central
Sumber: Francis D.K.Ching (2008)*

2. Linier

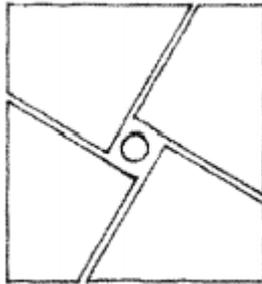
Ruang yang ada membentuk garis lurus atau berada di posisi berulang.



*Gambar 46: Tata Ruang Linier
Sumber: Francis D.K.Ching (2008)*

3. Radial

Ruang yang menjadi pusat menjadi titik pusat dari ruang-ruang lainnya yang membentuk linier.

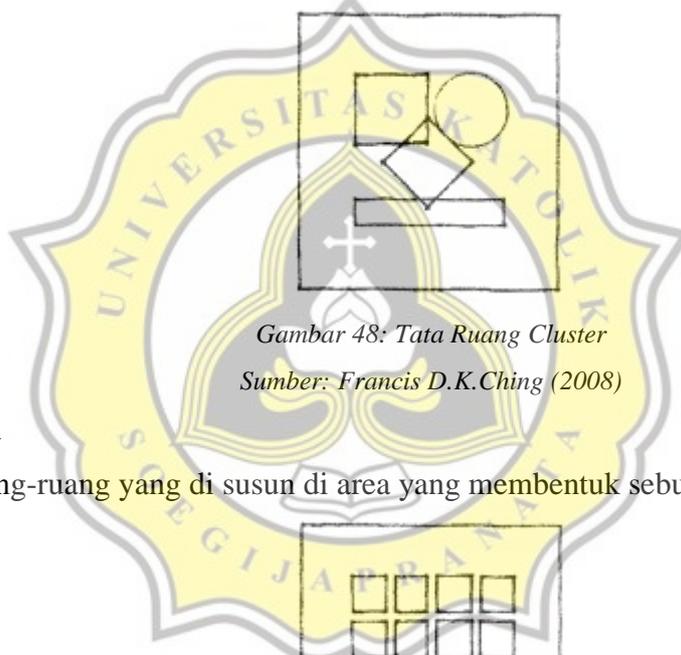


Gambar 47: Tata Ruang Central

Sumber: Francis D.K.Ching (2008)

4. Cluster

Ruang yang ada di kelompokkan melalui suatu kesamaan atau dengan kedekatan. Ruang di bagi dengan tanda pengenal.

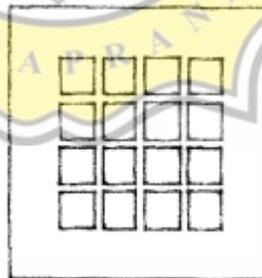


Gambar 48: Tata Ruang Cluster

Sumber: Francis D.K.Ching (2008)

5. Grid

Ruang-ruang yang di susun di area yang membentuk sebuah grid.



Gambar 49: Tata Ruang Grid

Sumber: Francis D.K.Ching (2008)

5.2 LANDASAN TEORI SIGNAGE (WAYFINDING)

Sign (Signage) adalah informasi/pesan yang secara teratur selalu muncul untuk menunjukkan hal penting kepada manusia menurut Lawrence K. Frank (Pynkywati, dkk., 2014). Signage adalah salah satu elemen yang berfungsi untuk alat komunikasi antara suatu bangunan/lingkungan dan manusia. Terdapat

beberapa elemen yang membentuk sign dan berperan untuk menyampaikan informasi. Elemen-elemen tersebut yaitu:

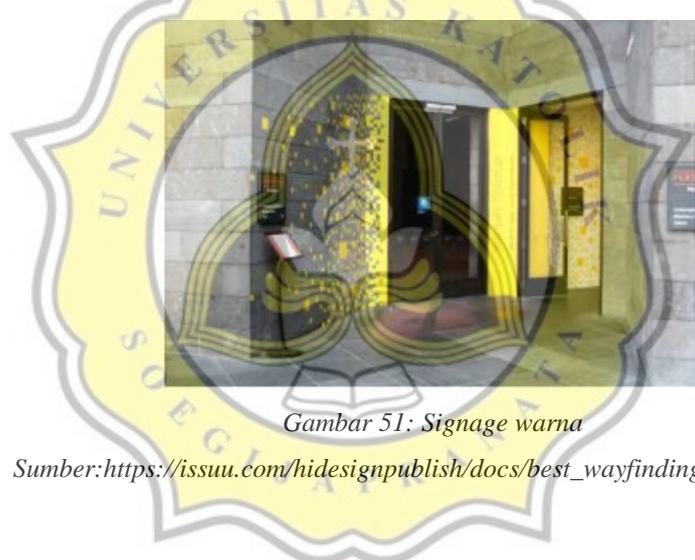
a. Typography/ Teks



Gambar 50: Signage teks

Sumber: https://issuu.com/hidesignpublish/docs/best_wayfinding_design_vol.3

b. Warna



Gambar 51: Signage warna

Sumber: https://issuu.com/hidesignpublish/docs/best_wayfinding_design_vol.3

c. Simbol



Gambar 52: Signage Simbol

Sumber: https://issuu.com/hidesignpublish/docs/best_wayfinding_design_vol.3

d. Panah



Gambar 53: Signage Panah

Sumber: https://issuu.com/hidesignpublish/docs/best_wayfinding_design_vol.3

e. Pencahayaan



Gambar 54: Signage Pencahayaan

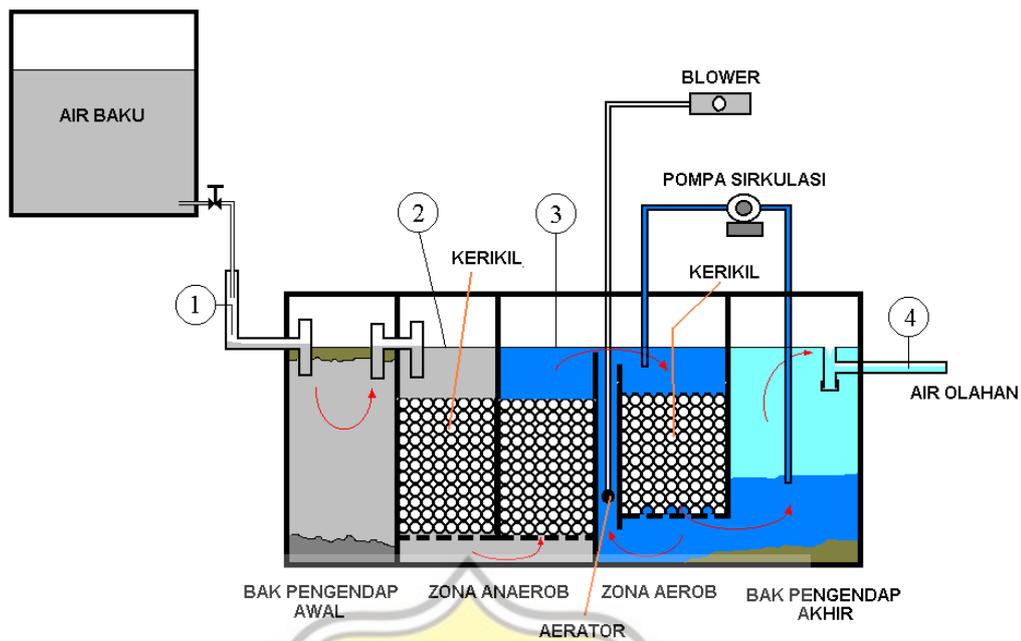
Sumber: https://issuu.com/hidesignpublish/docs/best_wayfinding_design_vol.3

5.3 LANDASAN TEORI LABORATORIUM

5.3.1 LABORATORIUM

Pengolahan Limbah Laboratorium

Limbah yang di berasal dari laboratorium dapat di olah dengan sistem Biofilter Anaerob-Aerob. Terdapat beberapa tahap yaitu, tahap penyaringan, kemudian pengendapan awal, biofilter Anaerob lalu biofilter aerob, hingga bak pengendapan akhir dengan pembunuh bakteri dan mikro-organisme.



Gambar 55: Pengolahan Limbah Anaerob-Aerob

Sumber: <http://www.kelair.bppt.go.id/Sitpa/Artikel/Limbahrs/limbahrs.html>

5.3.2 BIOSAFETY

Terdapat 4 jenis tingkat kelompok yang di klasifikasikan berdasarkan resiko mikroorganismenya yang ditangani, yaitu tingkat 1 (dasar), tingkat 2 (dasar), tingkat 3 (Terkendali), tingkat 4 (pengendalian maksimum).

1. Biosafety tingkat 1

Pada tingkat ini, tidak akan mengganggu kesehatan pada pekerja atau hewan. Pada tingkat ini Biological Safety Cabinets (BSCs)

2. Biosafety tingkat 2

Pantogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia tetapi pada tingkatan yang normal.

3. Biosafety tingkat 3

Pantogen yang dapat menyebabkan penyakit yang parah dan dapat menyebabkan dampak pada ekonomi tetapi kecepatan penyebaran dapat menyebar melalui individu-individu.

4. Biosafety tingkat 4

Dapat menyebabkan pengakit yang sanagt serius, biasanya masih belum ada penyembuhnya, menyebar memalui individu-individu, hewan-individu, dan menyebar secara langsung.

Tabel 41: Zoonosis yang berbahaya

| Zoonosis | Hewan sumber | Faktor pendukung | Penularan melalui |
|---|--------------------------------------|--|---|
| Tuberculosis | Sapi, kambing, hewan liar | Ventilasi rumah, pencemaran oleh fezes, kontaminasi peralatan | Susu mentah, daging setengah matang |
| Brucelosis | Sapi | Saat <i>calving</i> , pencemaran oleh fezes, kontaminasi peralatan | Susu mentah |
| Salmonelosis | Sapi, unggas, hewan kesayangan, kuda | Pencemaran fezes | Susu mentah, daging setengah matang |
| Toxoplasmosis | Kucing, domba | Pencemaran oleh fezes, higienik kucing dalam rumah | Tangan dan peralatan makan tercemar, daging setengah matang |
| Campylobacteriosis | Semua hewan terutama unggas | Pemasakan kurang sempurna | Pencemaran pada daging |
| Taeniasis | Sapi | Pencemaran oleh fezes | Bentuk kista terdapat dalam daging |
| <i>Escherichia coli</i> , verocytotoxigenic | Ruminansia, babi | Pencemaran oleh fezes, fezes untuk pupuk | Pencemaran pada daging, susu, tanaman diberi pupuk tercemar |
| Listeriosis | Ruminansia | Pencemaran di tanah, lingkungan | Pencemaran pada susu |
| <i>Bovine Spongiform Encephalopathy</i> (BSE) | Ruminansia | Prion dalam produk ternak yang dihasilkan | Konsumsi produk ternak yang terinfeksi |
| Antraks | Semua hewan | Spora tahan lama dalam tanah Higienik pemotongan | Pemasakan tidak sempurna, kontaminasi alat dan personel |
| <i>Avian influenza</i> atau flu burung | Unggas, babi | Higienitas peternakan dan pemotongan, kontak langsung | Belum dibuktikan dapat terjadi penularan hewan ke manusia |

Sumber: COLLINS dan WALL (2004)

Tabel 42: Mikroorganisme Kelompok Resiko

| Kelompok Resiko | Jenis Mikroorganisme |
|-----------------|---|
| 1 | <i>Escherichia coli</i> K12, <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Asporogenic bacillus</i> , <i>Adenovirus-associated virus</i> (AAV), <i>Boculoviruses</i> , <i>Herpes virus saimiri</i> |
| 2 | <i>Neisseria meningitides</i> , <i>Treponema pallidium</i> , <i>Cryptococcus neoformus</i> , <i>Ascaris</i> sp., <i>Leishmania</i> sp, <i>Adenovirus</i> , <i>Hepatitis A, B, C, D, dan E</i> . |
| 3 | <i>Brucella</i> sp., <i>Coxiella burnetii</i> , <i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>Coccidioides immitis</i> , <i>Hanta virus</i> , <i>Monkey pox</i> . |
| 4 | <i>Lassa virus</i> , <i>Machupo virus</i> , <i>Ebola virus</i> , <i>Marburg virus</i> , <i>Herpes virus simiae</i> , <i>Hemorrhagic fever virus</i> . |

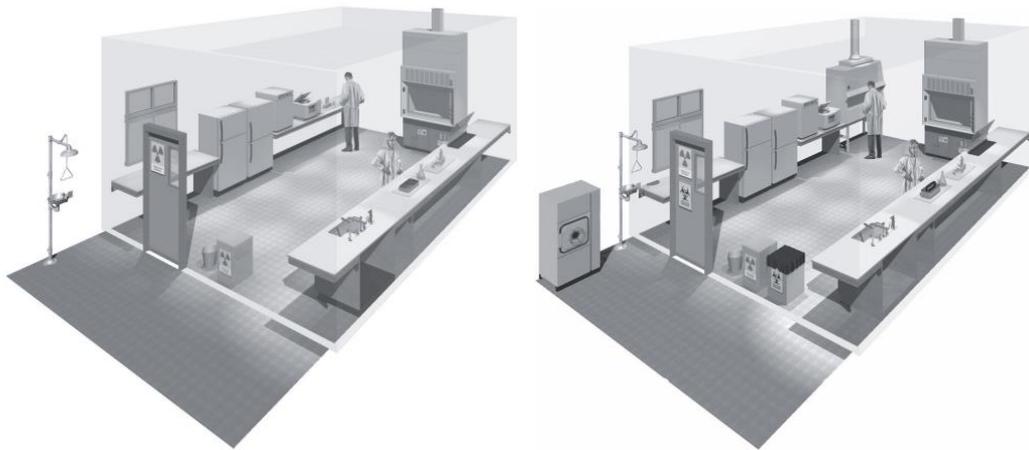
Sumber : Jurnal BioTrends vol 8. No.1 Tahun 2017

Persyaratan Khusus Laboratory Biosafety sebagai berikut:

Tabel 43: Persyaratan Laboratory Biosafety

| Keterangan | Biosafety Level | | | |
|---|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Ruang Isolasi | No | No | Yes | Yes |
| Ruang tertutup untuk Pencegahan Penyebaran | No | No | Yes | Yes |
| Ventilasi: - Angin satu arah - Sistem Kontrol Ventilasi - HEPA- Filter air exhaust | No | - Opsional - Opsional - No | Yes | Yes |
| 2 pintu akses | No | No | Yes | Yes |
| <i>Airlock</i> | No | No | No | Yes |
| <i>Airlock dengan shower</i> | No | No | No | Yes |
| Anteroom | No | No | Yes | Yes |
| Anteroom dengan shower | No | No | Yes/No | No |
| Pengolahan Limbah | No | No | Yes/No | Yes |
| Pengolahan Limbah berbahaya: - Di tempat - Di laboratory - Double-ended | No | - Opsional - No - No | - Yes - Opsional - Opsional | Yes |
| Biological safety Cabinet | No | Opsional | Yes | Yes |
| Pengawasan keamanan | No | No | Opsional | Yes |

Sumber: WHO 2004



Gambar 56: Laboratorium Biosafety 1 dan 2

Sumber: WHO 2004



Gambar 57: Laboratorium Biosafety 3

Sumber: WHO 2004

5.4 LANDASAN SUSTAINABLE ARCHITECTURE

Sustainable Architecture adalah sebuah cara pendekatan untuk mencapai kualitas maksimla dan meminimlakan kerusakan pada lingkungan. Sustainable architecture juga erat hubungannya dengan menciptakan komunitas yang dimana bahagia terhadap hidupnya, tanpa menyebabkan kerusakan pada lingkungan dan pada lingkungan di masa depan.

Sustainable sering di kaitan dengan ‘*green architecture*’, ‘*climate responsive architecture*’, dan ‘*high-performance building*’. Pada dasarnya prinsip utama dari

sustainable architecture adalah segalanya bekerja dengan sebagaimana seharusnya dan tidak melawan alam. Maksudnya adalah sebuah bangunan harus flexible dan adaptive. (Behzad ; 2008)

Di Indonesia, untuk menentukan sebuah bangunan layak disebut Sustainable Architecture adalah dengan menilai lewat *GreenShip Building Council Indonesia*. Dalam penilaiannya terdapat rating tools yang biasa di pakai antar lain :

- i. Appropriate Site Development
 1. Adanya lansekap vegetasi di area bebas struktur bangunan sebanyak kurang lebih 10%
 2. Menghindari pembangunan di lahan hijau
 3. Terdapat fasilitas umum yang dapat di capai sejauh 1500 m dari tapak, jalan setapak 300 m ke tapak, jalan setapak yang aman.
 4. Terdapat halte atau transportasi umum dalam jarak 300 m
 5. Terdapat parkir sepeda sebanyak 1 unit maksimal 100 unit
 6. Menggunakan material yang mengurangi heat island
 7. Mengurangi volume air hujan ke drainase kota sebanyak minimal 50% total volume hujan harian menurut BMKG
- ii. Energy efficiency and conservation
 1. Memasak kWh meter untuk konsumsi listrik
 2. Memperhitungkan OTTV
 3. Menggunakan lampu dengan daya pencahayaan sebesar 30% lebih hemat dari SNI
 4. Menggunakan lift yang telah lolos uji traffic analysis
 5. Menggunakan sensor gerak dan sleep mode untuk hemat energy
 6. Menggunakan AC dengan COP minimal 10%
 7. Penggunaan cahaya alami minimal 30% luas lantai dengan intensitas 300 lux.
 8. Tidak menggunakan AC di ruang WC, tangga, koridor, lobi lift.
 9. Mempertimbangkan emisi CO₂.
 10. Menggunakan sumber energy baru dan terbaru sehingga daya listrik 0.5% dapat di penuhi lewat sumber energy baru.
- iii. Water conservation

1. Pemasangan alat meteran air untuk mengontrol penggunaan air
 2. Konsumsi air bersih maksimal 80% dari sumber primer tanpa mengurangi kebutuhan masing-masing individu
 3. Menggunakan water fixture efisiensi tinggi.
 4. Menyediakan air dari sumber daur ulang air limbah
 5. Menggunakan sumber air alternative yang di proses (air AC, air Hujan, air wudhu)
 6. Mendorong penggunaan air hujan dengan kapasitas 50% dari jumlah air hujan di atas atap.
 7. Air yang digunakan untuk irigasi tidak berasal dari air tanah atau PDAM
- iv. Material resource cycle
1. Tidak menggunakan CFC dan halon sebagai bahan pemadam kebakaran
 2. Menggunakan material bekas untuk bahan struktur utama, fasad, plafon, lantai, partisi, kusen, dan dinding. Minimal 10 %
 3. Menggunakan material yang bersertifikat sistem manajemen lingkungan dalam proses produksi minimal 30%
 4. Menggunakan material kayu yang bersertifikat legal
 5. Desain menggunakan material modular atau prafabrikasi sebesar 30%
 6. Menggunakan material local dan pabrikasinya radius 1.000 km
- v. Indoor health and comfort
1. Ruang dengan kepadatan tinggi minimal $2.3\text{m}^2\text{/orang}$ dilengkapi sensor CO₂ untuk mengatur ventilasi udara
 2. Memasang tanda “Dilarang Merokok di Seluruh Area Gedung”. Tersedia area merokok minimal berjarak 5 m dari pintu masuk
 3. Menggunakan cat dan coating yang memiliki VOCs rendah dan telah di sertifikasi
 4. Menggunakan kayu komposit dan produk agrifiber dan laminating adhesive
 5. Menggunakan material lampu yang mengantung merkurnya pada toleransi maksimum dan telah di setujui GBC Indonesia
 6. Bangunan menghadap pemandangan luar.
 7. Menggunakan lampu dengan tingkat iluminansi 6197-2000

8. Suhu termal di bangunan 25oC dan kelembapan 60%
 9. Kebisingan pada tingkat yang optimal.
- vi. Building Enviroment Management
1. Adanya instalasi pemilah sampah
 2. Melibatkan tenaga ahli yang telah tersertifikasi untuk mengarahkan sejak perencanaan
 3. Limbah padat terdapat tempat pemilihan tersendiri, limbah cair dipisahkan sehingga tidak mencemari drainase kota
 4. Adanya instalasi pengolahan limbah organik

5.1.1 PENGOLAHAN LAHAN

Sekitar 50% energy yang digunakan pada bangunan adalah untuk menciptakan kondisi yang nyaman di dalam bangunan lewat pendinginan, ventilasi, dan pencahayaan. Dengan teknologi yang telah ada saat ini dapat memangkas konsumsi energy hingga 60%. Sementara untuk penghematan air dan konservasi air dapat mengurangi konsumsi hingga 30%.

Pengolahan dan pengembangan lahan.

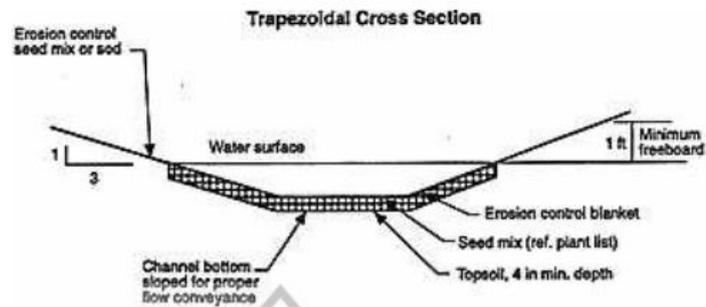
Lahan yang dipilih perlu melewati beberapa analisis sehingga dapat menciptakan sustainable desain yang maksimal. Hasil dari analisis yang dapat berpengaruh pada bentuk, material, sistem struktur hingga sistem mechanical. Dengan mengetahui pergerakan angin, pergerakan matahari, hingga topografi di tapak dapat memaksimalkan penghawaan di dalam bangunan.

5.1.2 AIR

Memaksimalkan area terbuka sehingga air dapat filter alami dari alam dapat menghemat penggunaan energy dalam proses penyaringan air. Mengurangi penggunaan pestisida dan pupuk pada area yang akan di lewati air. Mengurangi area perkerasan, lebih baik menggunakan material yang dapat meresapkan air.

Menata drainase sehingga pergerakan air lebih dapat di atur. Terdapat infiltrasi untuk mengelola air lewat tanah sehingga air dapat

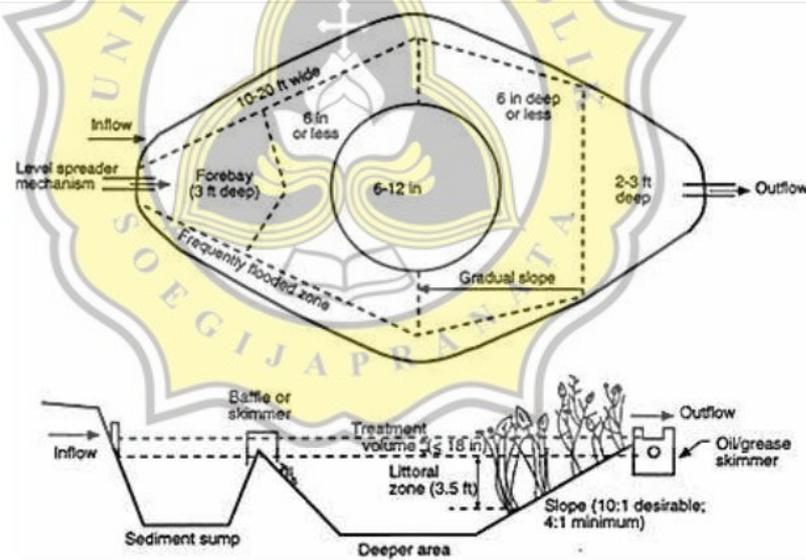
kembali ke tanah. Selain itu juga adanya kolam resapan yang membantu pengurangan air ke drainase kota dan dapat di resapkan kedalam tanah. Lokasi kolam resapan ini jangan terletak di dekat fondasi bangunan atau di area lereng yang curam. Bak resapan juga dekat dengan sumber air buangan.



Source: R. Horner, "Biofiltration Systems for Urban Runoff Water Quality Control" (Seattle: Washington State University, 1988), in U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, *Urban Runoff Pollution Prevention and Control Planning*, EPA/625/R-93/004 (Washington, D.C.: GPO, 1993).

Gambar 58: Drainase yang terarah

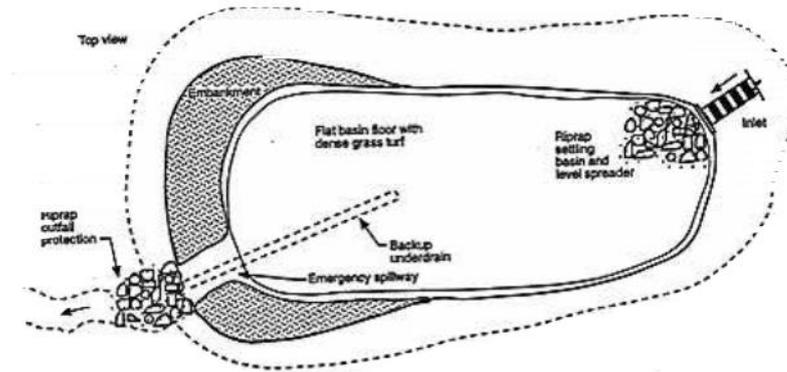
Sumber: Sustainable Building Technical Manual



Source: Maryland Department of Natural Resources (1987), in U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, *Urban Runoff Pollution Prevention and Control Planning*, EPA/625/R-93/004 (Washington, D.C.: GPO, 1993).

Gambar 59: pengolahan air limbah

Sumber: Sustainable Building Technical Manual



Source: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, *Urban Runoff Pollution Prevention and Control Planning*, EPA/625/R-93/004 (Washington, D.C.: GPO, 1993).

Gambar 60: Infiltrasi alami

Sumber: *Sustainable Building Technical Manual*

Rainwater harvesting

Air hujan dikumpulkan dari atap atau daerah penangkapan air hujan lain. Kualitas air yang didapat perlu di perhatikan karena bisa saja air hujan yang di dapat berkualitas rendah seperti mengandung asam dan asam tanat dari tanaman. Sehingga perlu di check terlebih dahulu kandungan airnya untuk menentukan perlu adanya pengolahan lebih lanjut atau tidak. Untuk membuat sistem rainwater harvesting di perlu kan beberapa hal sebagai berikut:

- Penggunaan bahan atap yang sesuai (logam, tanah liat, beton, ubin, fiber semen)
- Memasang talang dengan penyaring agar tidak ada kotoran yang ikut ke dalam bak.
- Terdapat penyimpanan tangki dari bahan prefabrikasi seperti baja, beton, semen besi, batu, tanah atau fiberglass. Area dalam kedap air dan dipastikan tidak menjadi tempat pengembang biakan nyamuk atau alga.
- Bila akan digunakan untuk keperluan air bersih atau air minum perlu adanya proses lebih lanjut.

Gray water and Blackwater Systems

Pemisahan air kotor seperti bekas pencucian baju, air mandi, dan air dari pencucian piring. Air limbah bekas ini dapat di gunakan kembali untuk

menyiram toilet, menyiram area rumput, dan area tanaman tetapi tidak untuk air minum.

Black Water adalah air yang berasal dari WC. Air limbah jenis ini dapat di gunakan kembali setelah di olah untuk menyiram toilet menggunakan beberapa cara sebagai berikut:

- Memanfaatkan lahan basah untuk memfilter air lewat kerikil dan tanaman.
- Menggunakan tangki aerobic dengan filter pasir.
- Menggunakan toilet komposan. Toilet ini tidak berbau menggunakan limbah berbahan organic.

5.1.3 DESAIN BANGUNAN

1. Passive Solar Design

Tujuan dari penggunaan Passsive Solar Design adalah untuk meminimalkan penggunaan energy listrik, pendingin udara, dan pencahayaan dengan menggunakan elemen pasif seperti perletakkan bangunan, pembungkus bangunan yang efektif, penggunaan pencahayaan alami, dan memperkirakan masa thermal di dalam bangunan. Ide dasarnya adalah dengan menggunakan sinar matahari, panas, dan udara untuk menjadi keuntungan di bangunan.

a. Pencahayaan alami

Pencahayaan alami adalah salah satu pilihan untuk efisiensi energy pada bangunan dan meningkatkan kenyamanan. pencahayaan alami membutuhkan penempatan bukaan yang tepat pada selubung bangunan. Bila di rancang dengan baik maka dapat menghindari pencerahan yang berlebihan yang dapat menyebabkan ketidak nyamanan. Umumnya, untuk mengendalikan kecerahan yang berlebihan seringkali menggunakan elemen tambahan seperti tirai. Oleh karena itu di perlukan intergrasi antara penggunaan pencahayaan alami dan pencahayaan buatan untuk memaksimlakna penghematan penggunaan energy pencahayaan.

- i. Menstabilkan penggunaan pencahayaan alami dan persyaratan yang dibutuhkan.

- ii. Menganalisis penggunaan pencahayaan
 - Analisis *solar-path* atau jalur matahari
 - Melakukan studi pengoptimalan bukaan
 - Menentukan tingkat iluminasi desain
 - Menetapkan parameter pencahayaan
 - ✓ Menetapkan lokasi, bentuk, dan orientasi bangunan
 - ✓ Menetapkan pencahayaan buatan berdasarkan tingkat desain iluminasi
 - ✓ Melakukan studi pencahayaan alami dengan model simulasi computer
 - ✓ Menetapkan strategi control pencahayaan.

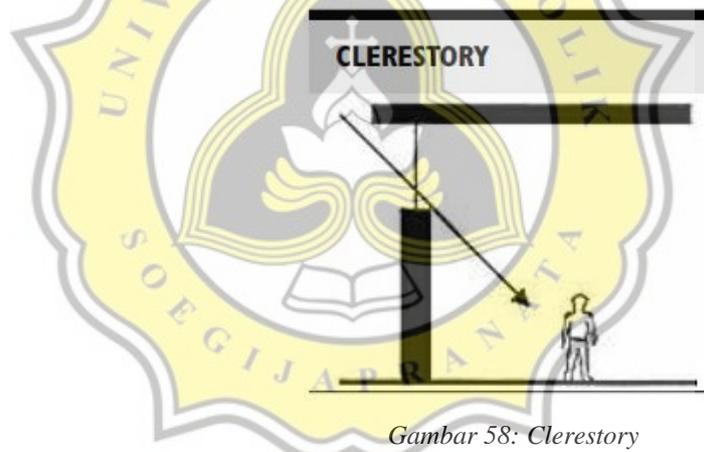
Sistem pencahayaan

- i. Prinsip umum pencahayaan alami
 - Penghindari matahari langsung pada area yang khusus. Sinar matahari langsung di area tidak khusus dapat membantu menyediakan informasi tentang kondisi cuaca dan waktu secara langsung. Selain itu juga dapat menghindari stress setelah bekerja di ruang tanpa jendela pada waktu yang lama. Pada area khusus pencahayaan matahari langsung dapat menyebabkan ketidak nyamanan karena terjadi silau, atau refleksi pada layar alat elektronik seperti computer.
 - Memasukkan pencahayaan matahari pada tempat yang tinggi. Terdapat 4 tipe umum arah datangnya pencahayaan alami yaitu jendela, skylight, roof monitors, dan clerestories. Penggunaan skylight, roof monitors, dan clerestories jauh lebih efektif ketimbang jendela karena sering di tutup dengan tirai sehingga menghilangkan fungsi utamanya. Letaknya yang tinggi jauh lebih efisien karena dapat mencapai bagian inti bangunan.
 - Saring pencahayaan alami. Penggunaan pencahayaan alami juga perlu di kurangi atau di saring sehingga lebih nyaman dan dapat di terima pengguna. Pohon, tanaman, tirai, kasa, kaca dan penghambur cahaya bisa menjadi salah satu alternative

- Pantulkan cahaya. Rak cahaya, kisi-kisi, sekat vertikal dapat memantulkan cahaya ke seluruh ruangan atau bangunan. Semakin besar cahaya semakin baik kualitas visual dan semakin nyaman untuk pengguna. Cahaya yang di pantulkan secara berlebihan sebaiknya di hindari.
- Mengintegrasikan pencahayaan alami dengan sistem lain dalam bangunan. Pencahayaan alami yang bekerja efektif tidak akan mengganggu kinerja sistem bangunan lainnya.

ii. Strategi tradisional pencahayaan alami

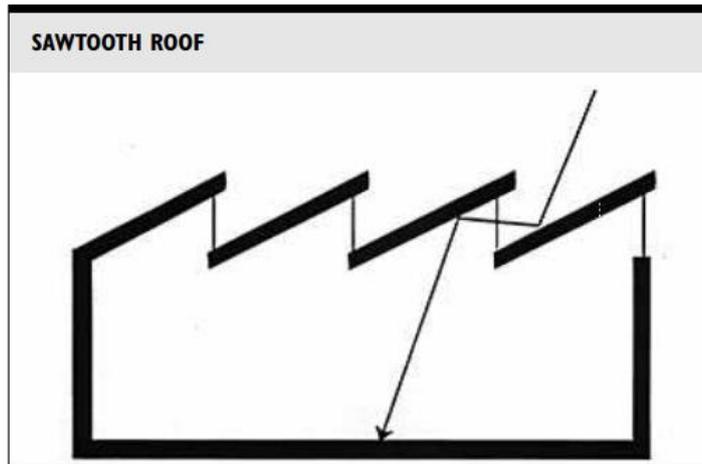
- Memperkirakan ratio antar ukuran ruang, ketinggian plafond, dan ukuran jendela.
- Memperkirakan area akan merefleksi
- Menambahkan Clerestories



Gambar 58: Clerestory

Sumber: Sustainable Building Technical Manual

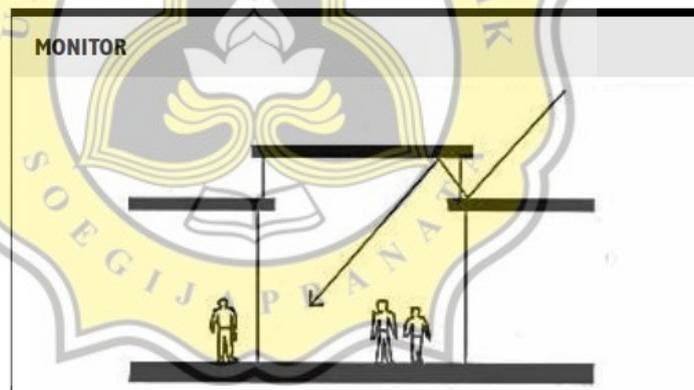
- Mempertimbangkan penggunaan atap bergerigi.



Gambar 59: Sawtooth Roof

Sumber: Sustainable Building Technical Manual

- Mempertimbangkan penggunaan roof monitors. Roof monitors adalah salah satu tipe clerestory, sinar matahari dapat masuk kedalam bangunan dari 2 arah atau lebih di saat bersamaan. Monitor cocok di di pasang mengarah selatan, timur, dan barat.



Gambar 60: Monitor

Sumber: Sustainable Building Technical Manual

- Menggunakan skylights. Strategi adalah yang paling sering digunakan dan merupakan salah satu strategi yang efisien untuk memasukkan cahaya secara maksimal di bangunan. Akan tetapi penggunaan skylight juga memiliki kelemahan yaitu berpotensi mengalami kebocoran air, terjadinya panas berlebihan di area skylight, dan tingginya biaya konstruksi atap. Untuk menggunakan skylight di perlukan beberapa strategi seperti:

- ✓ Arah cahaya datang
- ✓ Menggunakan sekat di bawah skylight sehingga cahaya dari skylight tidak terlalu besar
- ✓ Mempertimbangkan desain atap. Penggunaan skylight pada permukaan atap yang miring akan mengurangi efisiensi penggunaan skylight.

Strategi Kontrol

Mengintegrasikan pencahayaan alami dengan sistem kontrol. Untuk mengontrol dan mengurangi penggunaan energi dari pencahayaan diperlukan beberapa hal:

- Kontrol waktu dan jadwal
- Menggunakan sensor
- Perbaikan berkala.

Teknologi Menghalau Silau

Pemilihan kaca yang tepat menjadi salah satu solusi yang dapat mengurangi silau yang dihasilkan oleh matahari yang digunakan sebagai pencahayaan alami.

- *Photochromic Glass*. Kaca yang dapat menggelap dan sensitif terhadap intensitas cahaya
- *Thermochromic glass*. Kaca yang sensitif terhadap panas dan dapat memasukkan cahaya pada suhu tertentu
- *Electrochromic glass*. Terdapat pelapis elektrik yang menjadi gelap bila terkena sinyal elektrik untuk mengurangi ketidaknyamanan.
- *Liquid crystal (LCD)*. Jenis kaca yang dapat di buramkan dan di transparankan lewat tombol.

5.1.4 PEMBUNGKUS BANGUNAN

Pembungkus Bangunan atau kulit bangunan terdiri dari bahan struktural dan lapisan penutup yang menutupi ruang dan merupakan bagian yang memisahkan ruang dalam dan luar. Kulit bangunan termasuk dinding, jendela, atap, dan pintu. Salah satu faktor terpenting dan akan berpengaruh pada desain kulit bangunan adalah iklim. Material dan desain yang spesifik akan memberikan keuntungan dan solusi mengatasi iklim. Faktor kedua yang penting adalah apa

yang ada di dalam bangunan. Aktivitas dan segala hal di dalam bangunan dapat secara umum meningkatkan panas di dalam bangunan.

Bukaan di pembungkus bangunan dapat berupa akses masuk ke bangunan, membuat akses melihat view keluar bangunan, memasukkan cahaya matahari dan juga sebagai suplai angin masuk kedalam bangunan. bentuk, ukuran, lokasi bukaan tergantung pada fungsi kulit bangunan. Jendela penghalau silau bisa membantu mengontrol dan mengurangi kebutuhan kenyamanan di dalam bangunan dengan control cahaya dan panas yang lewat di jendela.

Iklim

Mengenali lingkungan tempat bangunan sangatlah penting karena akan berpengaruh pada material bangunan dan desain bangunan. iklim panas atau lembab menggunakan material dengan kapasitas panas yang rendah. iklim panas/lembab yang mana suhu malam hari turun dibanting suhu siang hari yang panas. Sehingga material seperti pasangan bata yang berfungsi sebagai pengering. Atap dan dinding harus di lindungi oleh tanaman atau overhang. Bukaan yang besar harus dilindungi dan ditempatkan di arah utara dan selatan dengan adanya penangkap angin.

Bentuk bangunan dan Orientasi

Memilih bentuk bangunan yang paling ringkas dan yang paling sesuai dengan persyaratan pencahayaan alami. Desain denah persegi lebih efisien secara termal daripada persegi panjang karena mengandung sedikit luas permukaan yang dapat menyerap panas. Tetapi bentuk persegi belum tentu adalah bentuk paling efisien karena perlu adanya pertimbangan lain seperti arah pencahayaan matahari, kebutuhan suhu, dan pola pergerakan penghuni.

Pintu, Jendela, dan Bukaan

- Ukuran dan posisi pintu, jendela, dan bukaan pada pembungkus bangunan. Ukuran, bentuk, dan lokasi bukaan tergantung pada pengaruhnya pada kulit bangunan. Jendela yang tidak ditujukan untuk ventilasi angin lebih baik

tidak dibuka. Jendela tinggi untuk pencahayaan alami akan lebih baik bila di rancang dengan baik sehingga tidak menyebabkan silau.

- Menggunakan penghalang pada bukaan di kulit bangunan untuk mengurangi sinar cahaya matahari langsung pada bagian dalam bangunan. Dapat menggunakan overhang atau tanaman gantung dengan orientasi kearah selatan.
- Memilih jendela yang dapat mengurangi silau dengan baik. Pemilihan dan penggunaan jendela yang sesuai dapat mengurangi panas di dalam bangunan.

Efisiensi Thermal

- Menentukan fungsi bangunan dan jenis kegiatan yang akan ada di dalam bangunan.
- Dinding, atap, dan lantai memiliki ketahanan termal yang memadai. Atap sangat rentan terhadap sinar matahari sehingga menggunakan bahan seperti CFCs atau HCFCs karena dapat merusak ozon. Mempertimbangkan menggunakan bahan yang terbuat dari daur ulang atau wol mineral.
- Mempertimbangkan efek refleksi di kulit bangunan
- Memperhatikan kelembapan yang akan muncul di kulit bangunan
- Menggunakan material yang spesifik untuk membantu mengurangi pertukaran panas. Kulit bangunan pasti akan terjadi pertukaran panas, dan radiasi. Material bangunan memiliki tingkat konduksi panas yang berbeda. Metal memiliki tingkat tertinggi dalam konduksi termal. Pasangan bata memiliki tingkat yang rendah dalam konduksi bahkan kayu lebih rendah.
- Menggabungkan solar panel pada eksterior bangunan
- Mempertimbangkan penggunaan tanggul tanah untuk mengurangi transmisi panas dan beban radiasi pada kulit bangunan.

Bangunan Luar

Mengkornasi bangunan dengan landscaping. Landscape atau elemen di luar bangunan seperti overhangs perlu di interated dengan bangunan. selain itu juga

perlu di lakukan pemilihan material dan warna khusus pada tata di luar bangunan seperti paving.

Photovoltaics

Teknologi Photovoltaics mengubah cahaya matahari menjadi listrik dengan alat semi-konduktor yang bernama solar cells. Penggunaan photovoltaics tidak menghasilkan polusi dan dapat menggunakan energy matahari yang gratis. Photovoltaics di gunakan untuk area tempat yang tidak dapat di capai oleh utilitas utama. Photovoltaics dapat di pasang pada atap atau dinding yang terkena cahaya matahari. Photovoltaics dapat di pasang untuk memenuhi kebutuhan cahaya di parkir.

5.1.5 MATEIAL DAN SPESIFIKASI

Life-cycle

Life cycle building adalah siklus terjadinya proses kehidupan bangunan mulai dari proses konstruksi hingga operasi penghancuran akhir. Pada siklus ini terjadi juga terdapat perubahan akibat dampak pembangunan. Dampak lingkungan yang terjadi dapat berupa hasil penggunaan material, hingga proses pengambilan dan pengembalian material tersebut. Selain itu life-cycle juga mencakup energy yang digunakan di bangunan, utilitas bangunan, hingga keadaan lingkungan di sekitar bangunan.

Material

Dalam pemilihan material terdapat beberapa kriteria sebagai berikut:

- Kuantitas sumberdaya. Menggunakan lebih sedikit sumber daya untuk meminimalkan sampah konstruksi
- Penggunaan kembali material.
- Material daur ulang.
- Material baru dan berkelanjutan.
- Material local. Menghemat transportasi pengantaran sehingga tidak banyak mengkonsumsi energi. Selain itu, material local lebih cocok untuk wilayah tertentu.

- Daur ulang dan pemulihan sumberdaya. Beberapa material yang memiliki potensi untuk di pulihkan kembali adalah logam, plastic, kayu, kaca, dan batu bata.
 - a. Logam. Material yang memiliki nilai daur ulang tinggi.
 - b. Plastik. Material yang sulit di daur ulang karena sulit dipisahkan
 - c. Kaca. Sedikit yang dapat melakukan daur ulang kaca.
 - d. Kayu berat. Dapat di daur ulang dengan rekayasa ulang
 - e. Beton, tanah liat, produk batu bata dan keramik. Hasil daur ulang sulit di selamatkan dan lebih sering untuk pengisi jalan dan trotoar.

a. Beton

Beton membutuhkan energy yang cukup besar dalam proses pembuatannya. Sehingga perlu adanya alternative saat penggunaannya.

- Penggunaan fly-ash sebagai campuran dapat mengurangi 30% semen.
- Menggunakan material daur ulang seperti beton, batu bata, atau kaca yang telah di hancurkan.
- Menggunakan berkistik limbah yang berkualitas rendah sehingga mengurangi limbah.

b. Pasangan Batu

Pasangan Batu dapat terbuat dari beton, tanah liat, kaca, hingga batu krikil yang ringan. Beberapa alternative yang dapat di terapkan pada pasangan batu.

- Menggunakan beton ringan dan batu bata dari agregat
- Menggunakan glass block yang berasal dari daur ulang.

Metal

Besi adalah salah satu material yang paling sering di gunakan di bangunan. Metal dapat di daur ulang dan masih memiliki nilai yang baik. Alumunium adalah material yang paling mudah di daur ulang.

- Besi dengan sertifikasi daur ulang 30%
- Alumunium yang tersertifikasi daur ulang 20%