

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan tentang Laboratorium

2.1.1. Tinjauan umum tentang laboratorium

2.1.1.1. Deskriptif umum laboratorium

Kata Laboratorium didalam Kamus Besar Bahasa Indonesia ialah suatu kamar atau tempat tertentu yang dilengkapi dengan peralatan untuk mengadakan penyelidikan atau percobaan. Menurut defini kamus *Oxford English Dictionary* laboratorium ialah bangunan yang difasilitasi dengan peralatan untuk melakukan penelitian, percobaan ilmiah, tempat pembuatan bahan-bahan kimia dan obat-obatan.

Menurut Direktorat Pendidikan Menengah Umum (1995), Laboratorium adalah suatu tempat untuk melaksanakan praktikum, percobaan atau penyelidikan ilmiah yang didalamnya memenuhi kompetensi sebagai sarana untuk melatih dan mengembangkan kebiasaan, sikap dan keterampilan.

Menurut Emha (2002), laboratorium diartikan sebagai suatu tempat untuk mengadakan percobaan, penyelidikan, dan sebagainya yang berhubungan dengan ilmu fisika, kimia, dan biologi atau bidang ilmu lain. Menurut Sukarso (2005), laboratorium ialah suatu tempat dimana dilakukan kegiatan kerja untuk menghasilkan sesuatu, Tempat tersebut dapat merupakan suatu ruangan tertutup, kamar, atau ruangan terbuka, misalnya kebun dan lain-lain.

Menurut Slamet (2007), Laboratorium ialah tempat yang difungsikan untuk kegiatan-kegiatan riset ilmiah, eksperimen, pengukuran ataupun pelatihan ilmiah secara terkendali. Menurut definisi PERMENPAN No. 3 Tahun 2010 Laboratorium adalah unit penunjang akademik pada lembaga pendidikan, berupa ruangan tertutup atau terbuka, bersifat permanen atau bergerak, dikelola secara sistematis untuk melakukan kegiatan pengujian, kalibrasi dan produksi dalam skala terbatas, dengan menggunakan peralatan dan bahan berdasarkan metode keilmuan tertentu dalam rangka pelaksanaan pendidikan, penelitian dan pengabdian kepada masyarakat umum. 0

Berdasarkan definisi tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa pengertian laboratorium dapat terbagi menjadi tiga garis besar yaitu :

1. laboratorium ialah suatu ruang atau tempat yang menyediakan kondisi secara struktural untuk kegiatan percobaan, pengukuran serta penelitian, dimana ruang tersebut dapat dikategorikan sebagai ruangan tertutup atau ruangan terbuka seperti kebun dan lain-lain.
2. Laboratorium yang difungsikan untuk kegiatan penelitian ilmiah terdapat berbagai macam jenis karena persyaratan masing-masing jenis memiliki spesifikasi tersendiri tergantung oleh cabang ilmu yang diwadahi, misalnya laboratorium fisika memiliki ruang untuk akselerator partikel atau ruang vakum, laboratorium metalurgi memiliki spesifikasi ruang untuk pengecoran atau pemurniaan logam, dan laboratorium yang difungsikan untuk cabang ilmu kimia dan biologi memiliki persyaratan ruang yang diperuntukkan menyimpan bahan kimia, obat-obatan, materi biologis berupa larutan cair atau fase volatile, dimana ruang ini membutuhkan sistem yang lebih spesifikasi yang diperuntukkan sebagai sirkulasi udara dan sistem utilitas pipa air dan gas
3. Laboratorium berfungsi sebagai sarana untuk melatih dan mengembangkan kebiasaan, sikap dan keterampilan.

2.1.1.2. Berdasarkan kepemilikan

Menurut Daniel watch dalam buku *Building Types Basics for Research Laboratory*, berdasarkan kepemilikannya laboratorium terbagi atas tiga golongan yaitu:

1. Swasta

Laboratoirum di sektor swasta berfokus pada riset dan inovasi dalam memenuhi permintaan pasar. Laboratorium swasta lebih didorong untuk membuat keuntungan dari laboratorium pemerintah atau akademis, lebih inovatif dan bersedia untuk mengeksplorasi lingkungan penelitian baru.

Kecepatan untuk pasar merupakan ciri khas dari laboratorium di sektor swasta. Pengurangan waktu dalam siklus produksi yang disebabkan dari

solusi teknis yang konservatif dan dinamika struktur berorganisasi yang tidak efektif menjadi bagian penting didalamnya laboratorium swasta.

2. Pemerintah

Laboratorium pemerintah serupa dengan laboratorium di sektor swasta yang fokus dalam pada penelitian. Didalam fasilitasnya laboratorium pemerintah biasanya sedikit bahkan tidak ada fasilitas *teaching lab*. Uji sains menjadi fokus didalam laboratorium pemerintah sedangkan dalam inovasi, sebagian besar laboratorium pemerintah mengikuti dari perkembangan laboratorium disektor swasta.

Dalam banyak hal, metode penelitain yang diaplikatifkan dalam laboratorium pemerintah masih berupa metode konservatif, dikarenakan terbatasnya dana yang diterima dari pemerintah.

3. Akademik

Laboratorium akademik mencakup penelitian dan pengajaran laboratorium. Fokus dari laboratorium akademik ialah inovasi akan temuan-temuan baru dan regenerasi mencetak peneliti-peneliti muda. Beberapa tatanan desain didalam laboratorium pengajaran berbeda dengan laboratorium pemerintah dan swasta karena instruksi kerja di dalamnya dan kebutuhan dari *teaching lab* seperti peletakan bangku dan mimbar untuk dosen.

Item-item spesifik didalam laboratorium pengajaran seperti Peralatan komputer, kamera, papan komputer digital, dan Elmo (Overhead projector diikat menjadi komputer) menjadi keharusan dalam fasilitas pembelajaran. Organisasi ruang didalam laboratorium akademik memiliki tatanan kerja kasus seluler, dimana peletakan organisasi ruang penelitian dan teaching lab berada di satu kooridor yang sama.

2.1.1.3. Kategori jenis ruang dalam laboratorium

Fasilitas penelitian secara tipikal meliputi laboratorium basah dan kering. Laboratorium basah terdapat bak cuci, pipa gas, dan cerobong asap. Laboratorium ini membutuhkan area yang tahan kimia dan seratus persen udara luar. Laboratorium kering biasanya merupakan intensif komputer, dengan kebutuhan berupa elektrikal dan kabel data. Laboratorium kering pada dasarnya mempunyai konstruksi yang serupa dengan kantor . Laboratorium basah rata-rata menghabiskan biaya dua kali lebih banyak daripada

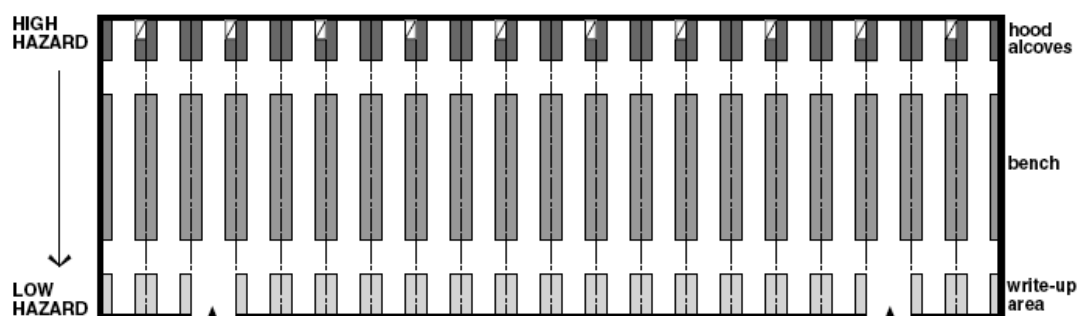
laboratorium kering. Sebuah bangunan dapat dibagi menurut zona untuk laboratorium basah dan area kering (laboratorium kering, kantor, ruang rapat, ruang istirahat).

Laboratorium Terbuka dan Tertutup Jumlah institusi penelitian yang makin meningkat menciptakan laboratorium terbuka untuk mendukung kerja secara tim. Konsep laboratorium terbuka berbeda secara signifikan dari laboratorium tertutup. Dalam laboratorium terbuka, para peneliti berbagi tidak hanya pada ruang itu sendiri namun juga pada peralatan, area tempat duduk, dan staf pendukung.

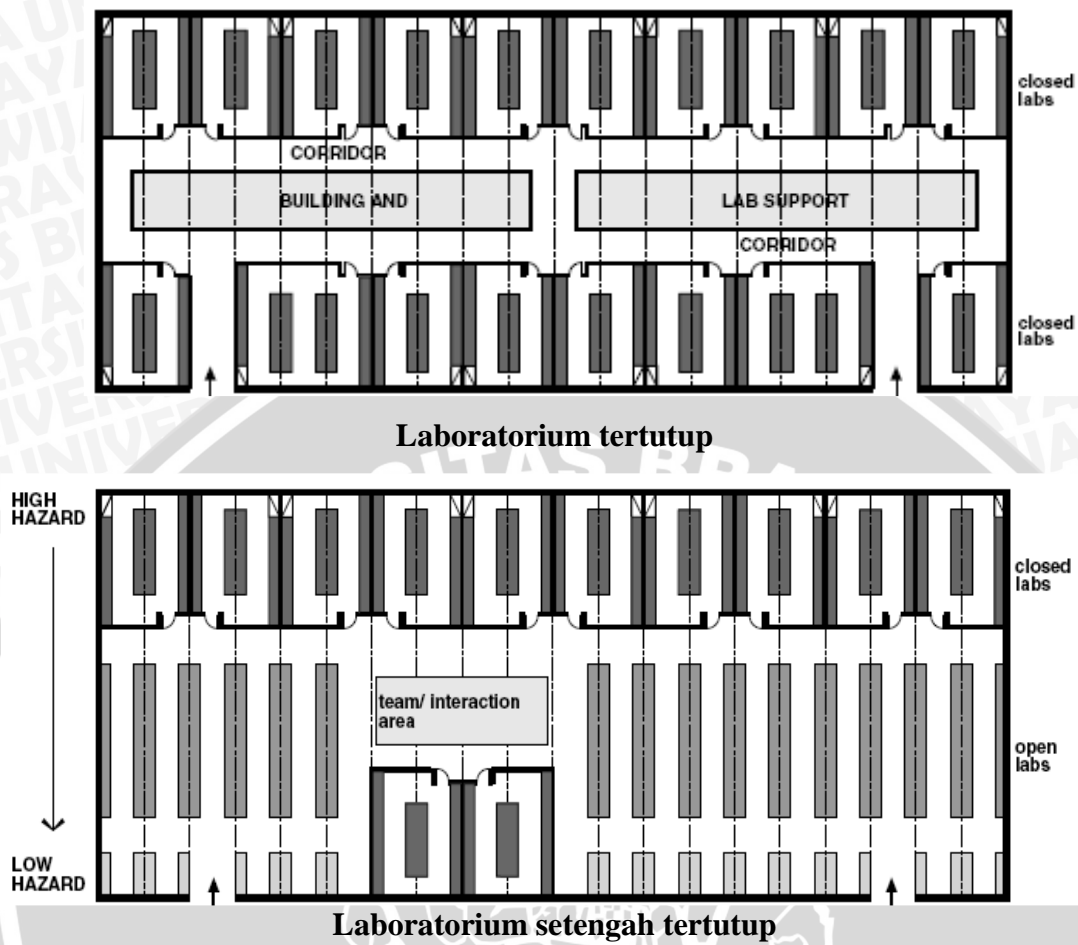
Fasilitas laboratorium akademis mengkombinasikan laboratorium-laboratorium yang berukuran lebih kecil untuk menciptakan ruang yang lebih besar yang mengakomodasi tim antar cabang ilmu pengetahuan dan membolehkan lektur-lektur dan peneliti untuk berada dalam ruang yang sama.

Dapat terdapat dua atau lebih laboratorium terbuka dalam satu lantai, mendorong berbagai tim untuk fokus dalam proyek penelitian yang terpisah. Sistem arsitektural dan insinyur sebaiknya didesain untuk dapat secara memadai mengakomodasi beberapa lantai yang dapat berubah secara mudah menurut kebutuhan tim peneliti. Masih terdapat kebutuhan bagi laboratorium tertutup untuk penelitian jenis-jenis tertentu atau untuk peralatan tertentu.

Peralatan seperti Nuclear Magnetic Resonance (NMR), mikroskop elektron, laboratorium kultur jaringan, ruang gelap, dan ruang pencuci beling, merupakan contoh peralatan, ruang, dan aktivitas yang harus ditempatkan secara terpisah. Beberapa peneliti merasa bahwa sulit untuk bekerja dalam laboratorium yang terbuka karena memerlukan beberapa ruang untuk penelitian secara privat.



Laboratorium terbuka



Gambar 2.1 : Laboratorium setengah terbuka dan setengah tertutup
 Sumber: Building Types Basics for Research Laboratory, Daniel Watch, Perkins & Will

2.1.1.4. Sifat laboratorium

Menurut American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers inc laboratorium dapat dibagi ke dalam beberapa jenis yaitu :

1. laboratorium biologis yang mengandung biologis bahan aktif atau melibatkan manipulasi kimia dari bahan tersebut . Ini termasuk laboratorium yang mendukung disiplin ilmu seperti biokimia , mikrobiologi , biologi sel , bioteknologi , genomik , imunologi , botani, farmakologi, dan toksikologi. kedua bahan kimia lemari asam dan lemari keselamatan biologi umumnya dipasang di laboratorium biologi .
2. laboratorium kimia mendukung sintesis organik dan anorganik dan fungsi analitis. Mereka juga mungkin termasuk laboratorium dalam ilmu material



dan elektronik. laboratorium kimia umumnya mengandung sejumlah lemari asam .

3. laboratorium fisiologis adalah area untuk manipulasi , modifikasi bedah , dan observasi farmakologi hewan laboratorium .
4. laboratorium fisik adalah ruang yang terkait dengan fisika ; mereka umumnya menggabungkan laser , optik , materi suhu rendah , elektronik , dan instrumen analitis .

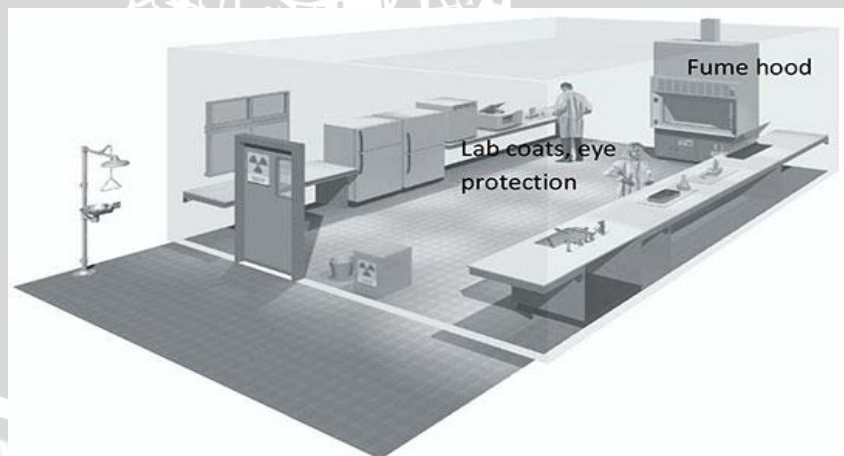
Didalam pemisahannya laboratorium dengan peruntukkan kimia dan biologis digolongkan kedalam *wet lab* dan peruntukkan fisik dan fisiologis dalam golongan *dry lab*.

2.1.1.5. Berdasarkan level *biosafety*

Berdasarkan laboratory biosafety manual (WHO,2004;19) level *biosafety* terbagi atas 4 tingkat yaitu :

1. Tingkatan pertama

Pada tingkatan pertama diperuntukkan bagi penelitian yang diketahui tidak menyebabkan penyakit pada manusia dewasa yang sehat, potensi bahaya yang minimal bagi pekerja laboratorium dan lingkungan.



Gambar 2.2 Laboratorium biosafety tingkat pertama

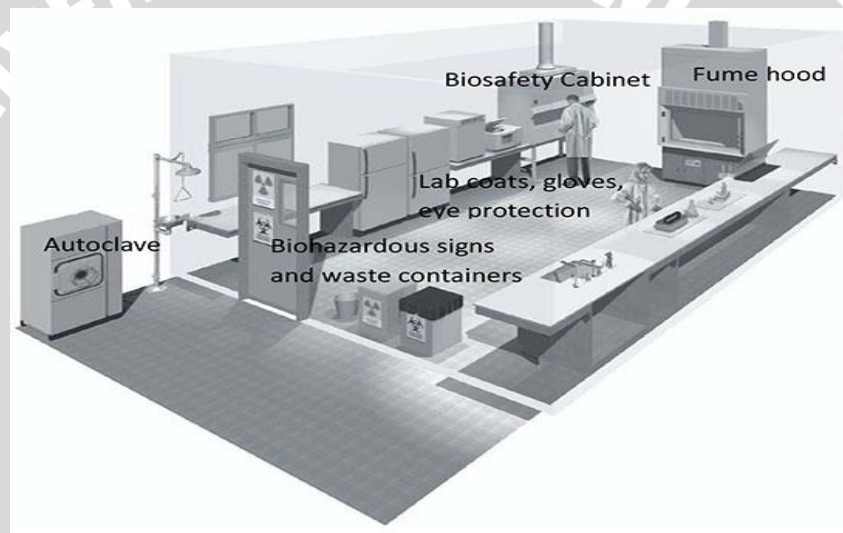
Sumber : <http://www.utexas.edu/research/rsc/ibc/biocontain.html> diakses pada 27-03-2015

Laboratorium pada tingkatan pertama tidak memerlukan lokasi terpisah dari lokasi umum dalam suatu bangunan.

2. Tingkatan kedua

Pada tingkatan kedua memiliki kesamaan dengan tingkat keselamatan pertama. Perbedaannya terletak pada beberapa hal yaitu:

- pekerja laboratorium memiliki pelatihan khusus dalam penanganan agen-agen patogenik dan berada dibawah arahan ilmuwan yang berkompeten.
- akses ke laboratorium dibatasi ketika pekerjaan tengah dilakukan.
- penanganan khusus bagi barang-barang tajam.
- prosedur khusus bagi pekerjaan dengan gas atau tumpahan mengandung agen berinfeksi dilakukan di dalam wadah khusus.



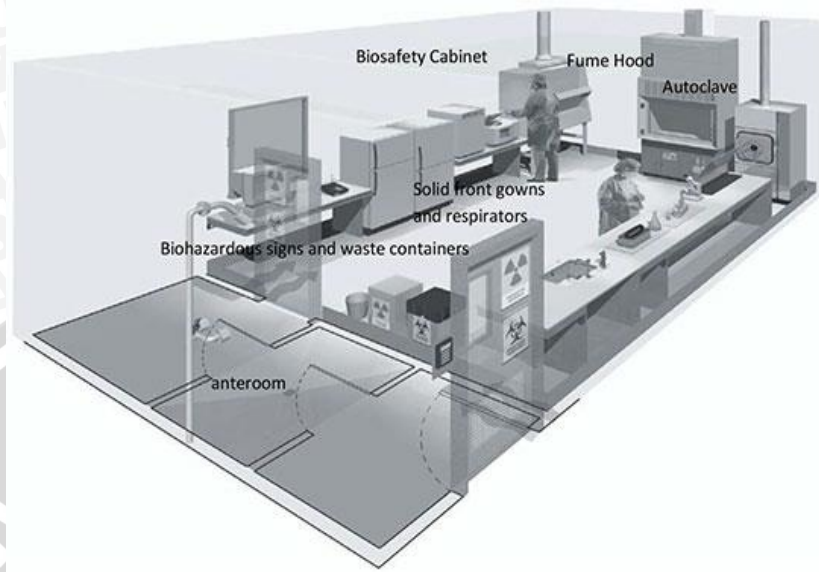
Gambar 2.3 Laboratorium biosafety tingkat kedua

Sumber : <http://www.utexas.edu/research/rsc/ibc/biocontain.html> diakses pada 27-03-2015

3. Tingkatan ketiga

Pada tingkatan ketiga diperuntukkan bagi fasilitas klinis, diagnostik, riset atau produksi yang berhubungan dengan penelitian yang dapat mengakibatkan potensi terkena penyakit berbahaya.

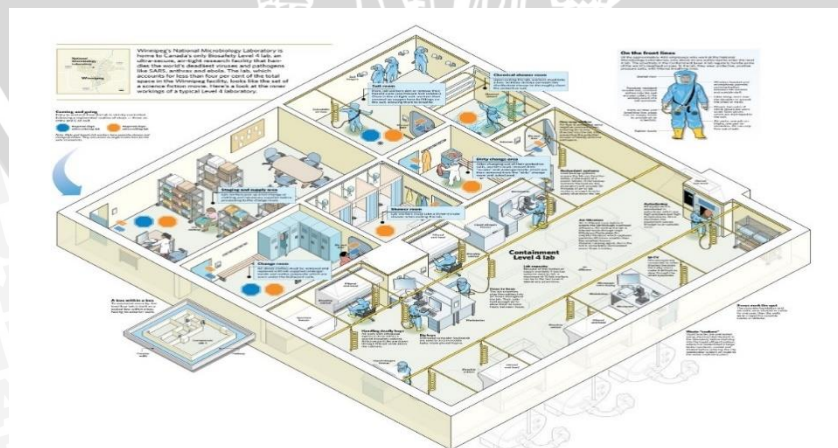
Pekerja laboratorium memiliki pelatihan khusus dalam penanganan agen-agen patogenik berbahaya dan diawasi oleh ilmuwan-ilmuwan berkompetensi yang berpengalaman dalam bekerja dengan agen-agen tersebut. Semua prosedur menyangkut penanganan material berbahaya dilakukan dalam wadah tertutup oleh pekerja yang memakai peralatan dan baju pelindung khusus. Laboratorium memiliki fasilitas dan didisain khusus untuk hal tersebut antara lain pintu akses ganda director.



Gambar 2.4 Laboratorium biosafety tingkat ketiga
 Sumber : <http://www.utexas.edu/research/rsc/ibc/biocontain.html> diakses pada 27-03-2015

4. Tingkatan keempat

Pada tingkatan ketiga diperuntukkan untuk pekerjaan yang berhubungan dengan penelitian yang ekstrem berbahaya, dimana memiliki risiko tinggi penyebaran melalui udara. Staf laboratorium memiliki pelatihan khusus dalam menangani agen-agen berbahaya tersebut. Fasilitas laboratorium terisolasi dari tempat-tempat umum. Semua pekerjaan dalam fasilitas ini dilakukan dalam tempat tertutup khusus. Pekerjanya memakai pakaian pelindung khusus lengkap dengan tabung oksigen yang tersendiri



Gambar 2.5 Laboratorium biosafety tingkat empat
 Sumber : <http://trevorjohnston.com/wp-content/uploads/2014/06/biolab.jpg> diakses pada 27-03-2015

2.1.1.6. Tipe Laboratorium Berdasarkan hukum Republik Indonesia

Menurut payung hukum Republik Indonesia PERMENPAN No. 3 Tahun 2010 laboratorium dibagi atas :

1. Laboratorium Tipe I

Laboratorium ilmu dasar yang terdapat di sekolah pada jenjang pendidikan menengah, atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I dan II, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum untuk melayani kegiatan pendidikan siswa.

2. Laboratorium Tipe II

Laboratorium ilmu dasar yang terdapat di perguruan tinggi tingkat persiapan (Semester I, II), atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I dan II, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum untuk melayani kegiatan pendidikan mahasiswa.

3. Laboratorium Tipe III

Laboratorium bidang keilmuan terdapat di jurusan atau program studi, atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I, II, dan III, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum dan khusus untuk melayani kegiatan pendidikan, dan penelitian mahasiswa dan dosen.

4. Laboratorium Tipe IV

Laboratorium terpadu yang terdapat di pusat studi fakultas atau universitas, atau unit pelaksana teknis yang menyelenggarakan pendidikan dan/atau pelatihan dengan fasilitas penunjang peralatan kategori I, II, dan III, dan bahan yang dikelola adalah bahan kategori umum dan khusus untuk melayani kegiatan penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat, mahasiswa dan dosen.

2.1.2. Tinjauan tentang bioteknologi kelautan

2.1.2.1. Deskriptif bioteknologi

Bioteknologi kelautan adalah teknik penggunaan biota laut atau bagian dari biota laut (seperti sel atau enzim) untuk membuat atau memodifikasi produk, memperbaiki kualitas genetik atau fenotip tumbuhan dan hewan, dan mengembangkan (merekayasa) organisme untuk keperluan tertentu, termasuk perbaikan lingkungan (Lundin and Zilinskas, 1995).

Awalnya ilmu bioteknologi ialah cabang ilmu murni dari bagian keilmuan biologi. Dalam perkembangannya, saat ini keilmuan bioteknologi tidak lagi sebatas dalam lingkup ilmu biologi saja tetapi mulai memanfaatkan ilmu-ilmu terapan dan murni lain seperti biokimia, komputer, biologi molekular, mikrobiologi, genetika, kimia, matematika, dan lain sebagainya (Merck, 2005). Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa cabang ilmu bioteknologi ialah ilmu terapan yang menggabungkan berbagai cabang ilmu dalam menghasilkan sebuah produk.

Secara garis besar, ilmu bioteknologi terbagi atas empat jenis, yaitu:

1. Bioteknologi merah (*red biotechnology*)

Cabang ilmu bioteknologi yang mempelajari aplikasi bioteknologi di bidang medis. Cakupannya meliputi seluruh spektrum pengobatan manusia, mulai dari tahap preventif, diagnosis, dan pengobatan. Contoh penerapannya adalah pemanfaatan organisme untuk menghasilkan obat dan vaksin, penggunaan sel induk untuk pengobatan regeneratif, serta terapi gen untuk mengobati penyakit genetik dengan cara menyisipkan atau menggantikan gen abnormal dengan gen yang normal

2. Bioteknologi putih/abu-abu (*white/gray biotechnology*)

Cabang ilmu bioteknologi yang diaplikasikan dalam industri. Cakupannya meliputi seluruh pengembangan dan produksi dari senyawa baru serta pembuatan sumber energi terbarukan. Bioteknologi putih erat kaitannya dengan manipulasi mikroorganisme seperti bakteri, khamir, ragi, enzim-enzim dan organisme-organisme. Beberapa contoh aplikasi bioteknologi putih ialah untuk produksi dan pengolahan limbah industri, pelinding minyak dan mineral, dan pembuatan fermentasi dengan khamir.

3. Bioteknologi hijau (*green biotechnology*)

Aplikasi bioteknologi di bidang pertanian dan peternakan. Dibidang pertanian, bioteknologi telah berperan dalam rekayasa genetik varietas tanaman tahan hama,meningkatkan kandung gizi tanaman dan menghasilkan varietas jenis baru. Dibidang peternakan, bioteknologi hijau telah berhasil menjadikan binatang-binatang seperti kambing, sapi, domba, dan ayam sebagai bioreaktor dalam antibodi protein protektif, hal ini dapat yang membantu sel tubuh manusia dalam mengenali dan melawan senyawa asing (antigen) yang masuk ke dalam tubuh.

4. Bioteknologi biru (*blue biotechnology*)

Bioteknologi aquatik atau perairan yang mengendalikan proses-proses yang terjadi di lingkungan aquatik. Salah satu contoh pemanfaatan bioteknologi biru yang telah lama diaplikatifkan adalah aquaculture (diperkirakan 30% ikan yang dikonsumsi di seluruh dunia dihasilkan lewat aquaculture). Perkembangan bioteknologi aquatik termasuk rekayasa genetika untuk menghasilkan tiram tahan penyakit, vaksin untuk melawan virus yang menyerang salmon dan ikan yang lain. Contoh lainnya adalah salmon transgenik yang memiliki hormon pertumbuhan secara berlebihan sehingga menghasilkan tingkat pertumbuhan sangat tinggi dalam waktu singkat.

Dalam aplikatifnya ditengah masyarakat, bioteknologi hanya terbagi dalam 2 jenis yaitu bioteknologi agraria/hijau dan biru/kelautan, sedangkan bioteknologi merah dan putih tergabung ke dalam dua jenis tersebut.

2.1.2.2. Tinjauan tentang strategy marine biotecnology

Secara khusus membahas tentang bioteknologi dalam *position paper marine biotecnology : A New Visionand Strategy for European*. Dalam paper tersebut ilmu bioteknologi kelautan diartikan sebagai ilmu yang dikembangkan untuk mengelola lautan sebagai bagian lingkungan binaan. Secara garis besar bioteknologi kelautan terbagi menjadi 5 point, yaitu :

1. *Sustainable supply of high quality and healthy food*
2. *Sustainable alternative sources of energy*

3. *Securing environmental health*
4. *Securing human health and well-being*
5. *Industrial products and processes*

Fokus dari point *sustainable food* ialah meningkatkan produktivitasnya hasil laut yang dapat dikonsumsi sebagai bahan pangan dan memenuhi permintaan produk sehat, baik dari hasil tangkapan laut maupun budidaya. Pemahaman yang lebih baik tentang molekul, dasar fisiologis untuk tumbuh dan reproduksi, manajemen kesehatan serta penyakit hewan secara signifikan akan meningkatkan kontribusi untuk kuantitas dan kualitas hasil laut, baik yang diuntungkan dari sisi pengelola hasil laut dan konsumen hasil laut.

Secara mendetail *action plan* yang diharapkan dalam Sustainable supply of high quality and healthy food, ialah :

1. Riset diagnostik molekuler dan imunisasi, strategi baru yang diharapkan dapat menurunkan dampak dan penyebaran penyakit hasil laut yang dapat dikonsumsi.
2. Riset metode terbaik dalam aquaculture, hasil penelitian terbaru tahun 2014 tentang metode penakaran terbaik di aquaculture sangat mengejutkan banyak pihak, dengan meriset kembali metode penakaran aquaculture masyarakat tradisional hasil pertumbuhan ikan didalam aquaculture mencapai 25 % pergenerasi, hasil yang sebelum belum pernah dicapai didalam metode aquaculture.
3. Mengembangkan pemilahan selektif untuk aquaculture, khususnya melalui integrasi genetika kuantitatif, skrining molekuler dan studi genom
4. Mengembangkan strategi pendekatan ekologis dan genetika dalam rekayasa interaksi biologis antar spesies didalam aquaculture.
5. Mengembangkan mikroba bioremediasi, khususnya yang terdapat di landbased budidaya
6. Memperdalam pemahaman tentang siklus hidup organisme didalam aquaculture, secara khusus yang berhubungan dengan seleksi intensif dan

manajemen penyakit sehingga nantinya diharapkan dari strategi ini dapat meningkatkan kualitas mutu hasil dari aquaculture.

Marine biotechnology for energy supply, Laut menyimpan sumber-sumber bioenergy yang belum dimanfaatkan. Banyak sumber bioenergy dari organisme laut, tetapi produksi bioenergy berupa biofuel yang paling menjanjikan untuk diproduksi massal dan sumber bioenergy yang paling kaya akan biofuel ialah mikroalga. Teoritis produksi minyak yang dihasilkan mikroalga jauh mengungguli produksi minyak dari tanaman terestrial lainnya, tetapi produksi massal mikroalga ini masih menyimpan banyak pekerjaan rumah yang harus diselesaikan seperti tingkat safety dalam produksi, biaya produksi yang masih tinggi, dan ancaman skala panen mikroalga di laut yang berlebihan yang nantinya dikhawatirkan akan merusak keseimbangan alam itu sendiri.

Secara mendetail action plan yang diharapkan dalam Sustainable alternative sources of energy, ialah :

1. Eksploitasi potensi fisiologis mikroalga untuk memproduksi biofuel
2. Meriset cara pemanenan dan pengolahan mikroalga dalam jumlah besar untuk optimalisasi produksi campuran bio-energi dan bioproducts;
3. Meriset kebutuhan energi bersih yang diperlukan dalam rantai produksi konversi mikroalga dari biomassa menjadi biofuel
4. Meriset secara menyeluruh dampak dari sustainable development rantai produksi mikroalga dalam skala regional maupun global.

Secara mendetail pada point human health, action plan yang diharapkan dari bioteknologi berperan dalam :

1. Identifikasi variabilitas kualitas sumber daya laut
2. Skrining senyawa aktif dan dereplication
3. Riset sumber daya laut yang dapat dimanfaatkan sebagai obat .

Pada point *environment*, bioteknologi memainkan peran penting dalam perlindungan dan pengelolaan lingkungan kelautan. Dalam bidang pengelolaan lingkungan selama dekade terakhir peran bioteknologi dirasa kurang substansial., sebagian

besar aplikasinya bioteknologi kelautan digunakan masih mengandalkan metode lama yang didasarkan pada kimia dan mikrobiologi.

Hal ini disebabkan kompleksitas dari ekosistem laut sendiri, kesenjangan antara hasil dalam pendekatan genomik kelautan dan pengembangan produk yang hanya dilihat dari sisi komersil. Secara mendetail yang diharapkan dari point *environment* ialah :

1. Mengembangkan penggabungan rekayasa permukaan dengan senyawa antifouling, atau yang biasa dikenal dengan nama teknologi antifouling non-toksik.
2. Mengembangkan teknologi otomatisasi biosensing dengan resolusi tinggi yang bertujuan untuk prediksi dan deteksi HABs, pemantau kualitas air laut dan dampak kerusakan lingkungan bagi manusia
3. Pengetahuan konsolidasi tentang teknologi berbasis DNA untuk organisme dan identifikasi populasi dasar dalam semua aspek ilmu laut yang berkontribusi terhadap pengetahuan tentang interaksi biotik, termasuk kehidupan sosial mikroba, interaksi mikroba dengan invertebrata dan konektivitas antara ekologi dengan bahan kimia.
4. Mengembangkan pendekatan Bioteknologi Kelautan dalam mereduksi tumpahan pengeboran minyak laut.

Selama dekade terakhir, peran bioteknologi dalam point industri berkembang dengan pesat karena dilihat dari sisi komersil point bioteknologi kelautan berbasis industri paling menjanjikan dibandingkan point-point sebelumnya. Secara mendetail peran bioteknologi kelautan berbasis industri terbagi atas dua *action plan*, yaitu :



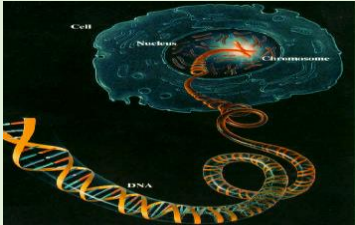
1. Meriset pengembangan teknologi tingkat tinggi untuk throughput screening enzim dan ekspresi protein laut
2. Meriset biopolimer laut sebagai kompetitif baru dalam komersialisasi produk makanan, kosmetik maupun kesehatan.


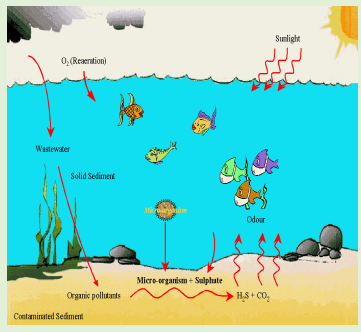
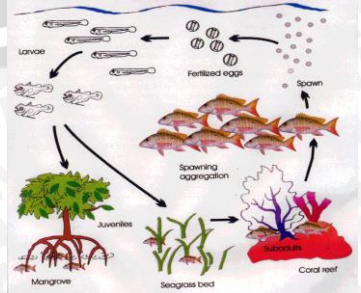
Bioteknologi secara umum berarti meningkatkan kualitas suatu organisme melalui aplikasi teknologi. Aplikasi teknologi tersebut dapat memodifikasi fungsi biologis suatu organisme dengan menambahkan gen dari organisme lain atau merekayasa

gen pada organisme tersebut. Perubahan sifat biologis melalui rekayasa genetika tersebut menyebabkan "lahirnya organisme baru" dan sifat - sifat baru organisme yang dapat menguntungkan bagi manusia disebut produk bioteknologi (Smith.J.E,2004).


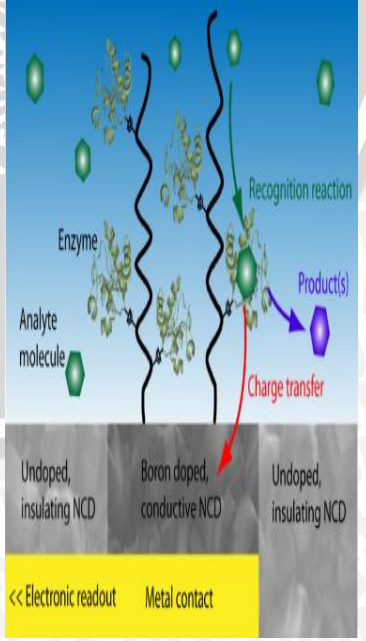
Disajikan dalam bentuk tabel, secara garis besar action plan yang dikembangkan benua Eropa dalam mengembangkan bioteknologi ialah :

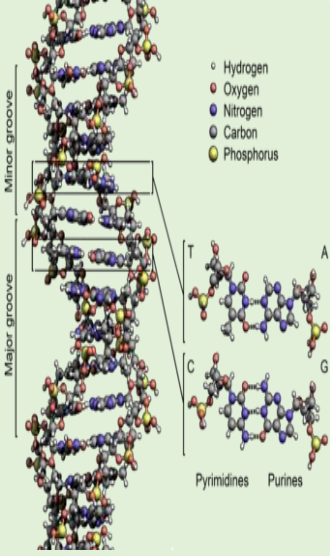
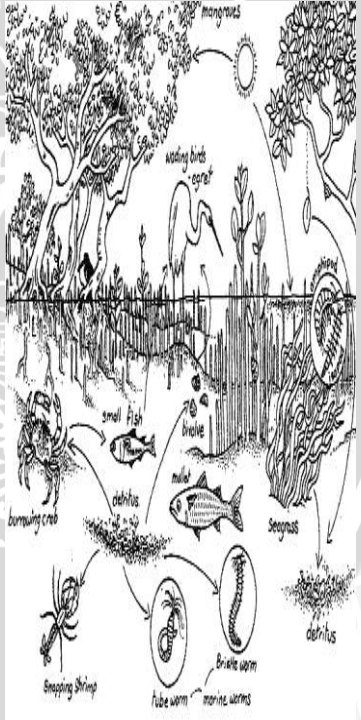

Tabel 2.1 *Action plan marine biotecnology*

PROGRAM MAKRO	PROGRAM MIKRO	PENGERTIAN	GAMBAR
<i>LABORATORY FOOD</i>	R.Diagnosa Molekuler dan Imunisasi	Ilmu yang diaplikasikan untuk menurunkan dampak penyakit dan transmisi pada makanan	
	Aquaculture spesies	Ilmu yang diaplikasikan untuk meningkatkan pertumbuhan pada budidaya ikan	
	Proyek genomik	Ilmu yang diaplikasikan untuk seleksi DNA peternakan , khususnya melalui integrasi genetika kuantitatif dan skrining molekuler	

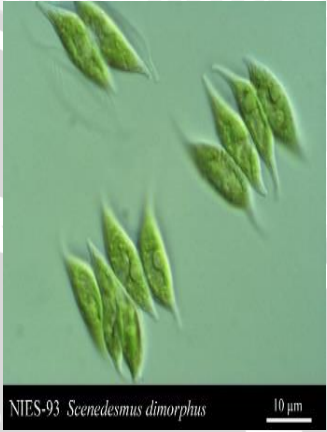
	<p>Pendekatan ekologis lingkungan binaan</p>	<p>Ilmu yang diaplikasikan untuk memberikan kontribusi terhadap penilaian yang lebih baik dari segi kimia dan interaksi biologis antara akuakultur dan lingkungan hidup. Pembangkan ilmu ini juga diaplikasikan untuk mengurangi dampak lingkungan yang berbahaya dari sistem produksi <i>aquaculture</i></p>	
	<p>Mikroba bioremediasi</p>	<p>Khususnya di landbased budidaya ikan, ilmu ini diaplikasikan untuk meningkatkan sistem produksi dan mikroba pengurai untuk menciptakan lingkungan perairan yang lebih baik</p>	
	<p>Research sirkus hidup kelautan</p>	<p>ilmu yang diaplikasikan untuk meningkatkan kemampuan untuk mendukung akuakultur berkelanjutan</p>	



		<p>melalui perbaikan gizi , intensif seleksi dan manajemen penyakit, sehingga meningkatkan kualitas makanan produk kelautan</p>	
<p><i>LABORTARY ENVIRONMENT</i></p>	<p>antifouling non-toksik teknologi</p>	<p>ilmu yang diaplikasikan untuk menanggulangi permasalahan biota penempel yang terdapat di dasar kapal dengan menggunakan biota yang telah ada di dalam laut sendiri sebagai agen antifouling.</p>	
	<p>Teknologi biosensing</p>	<p>ilmu yang diaplikasikan untuk pemantauan kualitas air laut, termasuk prediksi dan deteksi HABs dan risiko kesehatan lingkungan</p>	

	<p>Teknologi berbasis DNA</p>	<p>Konsolidasi pengetahuan tentang teknologi berbasis DNA untuk organisme dan populasi identifikasi dan mendukung pengembangan alat komersial dan platform untuk analisis rutin</p>	
<p>Interaksi biotik laut</p>	<p>Penelitian dasar dalam semua aspek laut, ilmu ini diaplikasikan untuk menghadirkan pengetahuan yang lebih baik tentang interaksi biotik, termasuk didalamnya kehidupan sosial mikroba, interaksi invertebrata, ekologi kimia, dan konektivitasnya.</p>		
	<p>Bioteknologi untuk kelautan</p>	<p>Memasukkan pendekatan baru melalui bioteknologi Kelautan dalam rencana aksi untuk permasalahan</p>	



		tumpahan minyak laut berdasarkan bioteknologi kelautan produk atau proses.	
LABORATORY ENERGY SUPPLY	Eksplorasi potensi fisiologis mikroalga	Eksplorasi potensi fisiologis mikroalga untuk memproduksi biofuel	 <p>NIES-93 <i>Scenedesmus dimorphus</i> 10 μm</p>
	bio-energi dan bioproducts mikroalga	Pemanenan dan pengolahan dalam jumlah besar mikroalga untuk produksi campuran optimal bio-energi dan bio-product's	
	konversi mikroalga biomassa menjadi biofuel	Pencapaian keuntungan energi bersih sepanjang keseluruhan rantai produksi yang diperlukan untuk mengkonversi mikroalga biomassa menjadi biofuel	



<p><i>LABORATOR HUMAN HEALTH</i></p>	<p>Kualitas sumber daya laut</p>	<p>identifikasi dan variabilitas dari Kualitas sumber daya laut</p>	
	<p>skrining senyawa aktif dan dereplication</p>	<p>Proses pengujian sampel dari campuran yang aktif dalam proses penyaringan, sehingga dapat mengenali dan menghilangkan dari zat-zat aktif yang sudah dikenali</p>	
	<p>Produk obat-obatan kelautan</p>	<p>Ilmu yang diaplikasikan untuk mencari produk alami bioaktif dengan aplikasi biomedis potensial dan beberapa produk alam laut yang dianggap sebagai agen terapi yang potensial untuk pengobatan penyakit</p>	
<p><i>LABORTARY INDUSTRY</i></p>	<p>screening enzim dan ekspresi protein laut</p>	<p>aktif mendukung teknologi tinggi untuk screening enzim dan ekspresi protein laut untuk pengembangan industri</p>	

	<p>biopolimer laut</p>	<p>biopolimer dihasilkan secara bioteknologis atau fermentasi dengan mikroba genus <i>Alcaligenes</i> . Biopolimer jenis ini diantaranya polihidroksi butirat (PHB), polihidroksi valerat (PHV). Bahan ini dapat terdegradasi secara penuh oleh bakteri, jamur dan alga.</p>	
--	------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

Sumber: *Position paper marine biotechnology : A New Vision and Strategy for Europe*, 2013 hal 81.

2.1.2.3. Alat-alat laboratorium Bioteknologi

Garis besar sejumlah peralatan yang ada di dalam laboratorium bioteknologi ialah:

1. Biosafety cabinets

Alat ini difungsikan sebagai lemari penyimpanan alat-alat laboratorium yang sterilisasi tinggi.



Gambar 2.6: Laboratorium biosafety tingkat empat

Sumber : <http://trevorjohnston.com/wp-content/uploads/2014/06/biolab.jpg> diakses pada 27-03-2015

2. Fume Hoods

Alat ini difungsikan sebagai Lemari asam didalam laboratorium, peletakkan alat ini biasanya dekat dengan jendela agar bahaya asap yang ditimbulkan akibat alat ini segera ternetralisir.



Gambar 2.7 : Laboratorium biosafety tingkat empat

Sumber : <http://trevorjohnston.com/wp-content/uploads/2014/06/biolab.jpg> diakses pada 27-03-2015

3. Autoclave

Alat yang digunakan untuk strelisasi alat-alat yang akan digunakan untuk uji kalibrasi.



Gambar 2.8 : Laboratorium biosafety tingkat empat

Sumber : <http://trevorjohnston.com/wp-content/uploads/2014/06/biolab.jpg> diakses pada 27-03-2015

2.1.3. Pertimbangan arsitektural (umum) dalam perancangan laboratorium

2.1.3.1. Sirkulasi Dalam

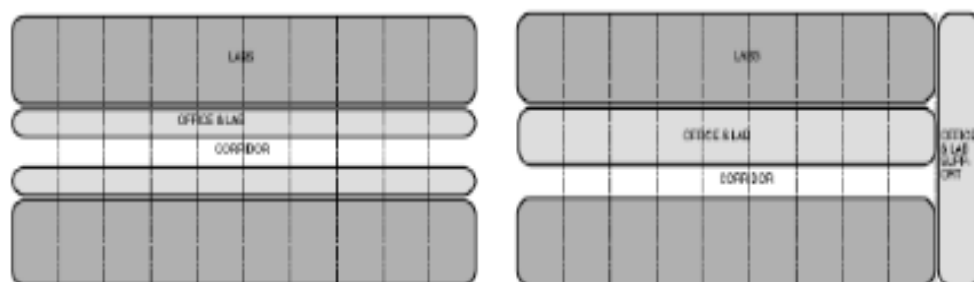
Jarak minimum antar meja kerja harus dipertimbangkan untuk kenyamanan dalam melakukan kegiatan laboratorium. Posisi meja kerja sedapat mungkin tidak mengganggu kegiatan personel lain. Adapun jarak antar meja kerja, disarankan sebagai berikut:

1. pekerja di salah satu sisi meja, tidak ada pekerja lain yang lewat
2. dibelakangnya maka jarak minimum 1020 mm;
3. pekerja di salah satu sisi meja, namun ada pekerja lain yang lewat
4. dibelakangnya maka jarak minimum 1200 mm;
5. pekerja di salah satu sisi meja pada dua meja yang sejajar, tidak ada
6. pekerja lain yang lewat dibelakangnya maka jarak minimum 1350 mm;
7. pekerja di salah satu sisi meja pada dua meja yang sejajar, namun ada
8. pekerja lain yang lewat dibelakangnya maka jarak minimum 1800 mm.

Koridor adalah elemen kunci dalam organisasi laboratorium. Koridor memberikan kesempatan untuk orang-orang untuk saling melihat dan bertukar pikiran. Area duduk dapat dibuat berdekatan dengan atau pada ujung koridor untuk menyediakan kesempatan bagi orang-orang untuk saling melakukan percakapan di luar area laboratorium. Koridor, tangga, dan elevator, membuat sistem sirkulasi publik pada bangunan, harus dapat ditemukan dengan mudah dan nyaman, menyenangkan. Terdapat tiga cara untuk menyusun koridor:

1. Koridor tunggal

Kebanyakan koridor tunggal diletakkan di tengah-tengah bangunan, dengan pencahayaan alami yang sedikit atau tidak sama sekali.

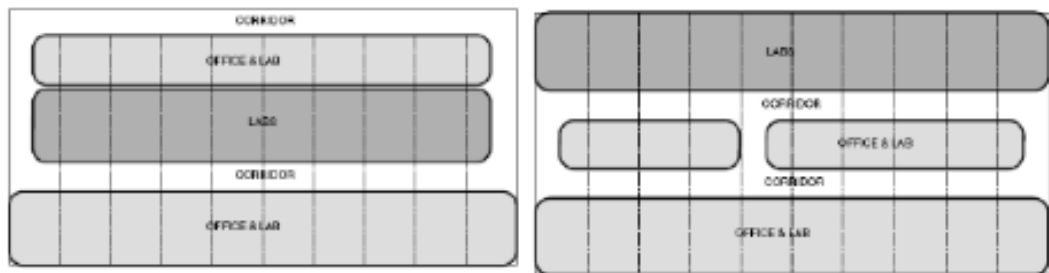


Gambar 2.9: Laboratorium dengan koridor tunggal

Sumber: Building Types Basics for Research Laboratory, Daniel Watch, Perkins & Will

2. Dua Koridor

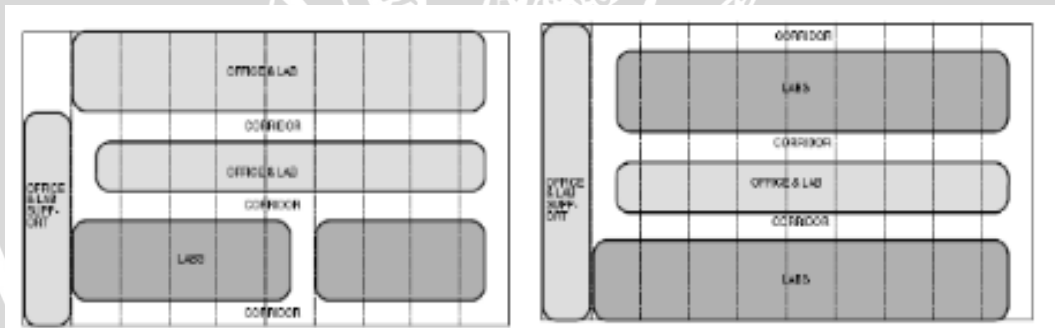
Penyusunan dua koridor biasanya dikembangkan untuk menciptakan denah lantai yang lebih lebar dan besar.



Gambar 2.10 : Laboratorium dengan koridor ganda
 Sumber: Building Types Basics for Research Laboratory, Daniel Watch, Perkins & Will

3. Tiga koridor

Penyusunan tiga koridor dapat membagi antara koridor publik dan koridor servis.



Gambar 2.11 : Laboratorium dengan tiga koridor
 Sumber: Building Types Basics for Research Laboratory, Daniel Watch, Perkins & Will

2.1.3.2. Modular planning

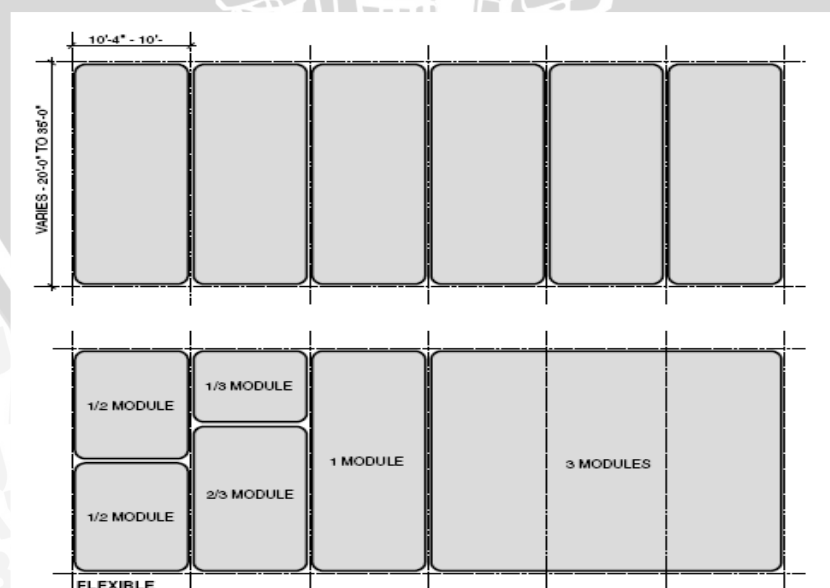
Penelitian yang terus berkembang mengintegrasikan perubahan kebutuhan kegiatan operasi penelitian dan program ruang laboratorium. Dengan demikian, perencanaan awal program ruang laboratorium harus didesain agar fleksibel dan mudah beradaptasi. Selain itu, sebagai catatan penting untuk mengakomodasi kebutuhan perubahan didalam laboratorium diharapkan perancang bangunan juga memikirkan

bahwa perubahan perancangan ini nantinya tidak terlalu banyak memodifikasi infrastruktur awal.

Misalnya, desain sistem utilitas yang cukup fleksibel untuk kebutuhan penambahan pendingin untuk mengakomodasi perubahan penambahan peralatan penghasil panas tanpa terlalu banyak modifikasi pada sistem HVAC secara signifikan. Desain yang mudah beradaptasi harus disesuaikan dengan batas infrastruktur bangunan dengan kebutuhan mengakomodasi perubahan penelitian didalam laboratorium, misalnya jika diperlukan penambahan fume hood didalam ruangan arsitek harus memikirkan bahwa penambahan ini tidak mengurangi standart ukuran workspace peneliti didalam ruangan.

Rancangan laboratorium yang mengaplikasikan faktor fleksibilitas dan adaptasi harus ditentukan dari diskusi dengan para peneliti, perencana operasi programmer dan tim insiyur perancangan laboratorium. Perancang HVAC harus memiliki pemahaman yang jelas tentang persyaratan adaptasi dan flesibilitas laboratarium.

Program ruang desain laboratorium biasanya menerapkan sistem modular sebagai dasar rencana lantai. Ukuran dari modular perancangan laboratorium biasanya lebarnya 3-35 m dan panjangnya 6-9 m. *Modular laboratory* biasanya diaplikatifkan sebagai satu station ruangan kerja atau dapat dikombinasikan sebagai multi-station. Sistem utilitas menjadi pertimbangan utama dalam menentukan ukuran modular.



Gambar 2.12 : Laboratorium setengah terbuka dan setengah tertutup
Sumber: Building Types Basics for Research Laboratory, Daniel Watch, Perkins & Will

2.1.3.3. Cover membran inflastruktur dengan kualitas tinggi

Laboratorium memiliki persyaratan ketat untuk mengontrol suhu, kelembaban, tekanan udara, dan perhitungan jumlah partikel yang ditangkap secara umum memerlukan beberapa fitur cover membran inflastruktur bangunan agar sistem HVAC yang dioperasikan dapat berjalan dengan baik dan benar.

Terutama dalam design cover laboratorium diperuntukkan untuk mengontrol tingkat level kelembaban relatif dan meminimalis pengaruh tekanan udara yang menyebabkan kondensasi uap air dan infiltrasi yang berlebihan . Beberapa point penting cover inflastruktur yang masuk ke dalam perancangan laboratorium ialah :

1. Penghambat uap air-posisi, lokasi, dan jenis
2. Insulation -lokasi, tahan panas, dan baik
3. Bingkai jendela dan kaca
4. Bahan mendempul dinding
5. Partisi-mengintegritas dalam kaitannya dengan tekanan udara,hambatan uap, Insulation
6. Finishing-pengaruhnya pada permeabilitas dan pengaruh pelepasan partikel uap air kedalam ruangan
7. Pintu
8. Membran yang berhubungan dengan sistem air

2.1.3.4. Material Safety

Menurut panduan pengujian bakar bahan bangunan untuk mencegah bahaya kebakaran pada bangunan dan gedung (Teubner,1990) penggolongan material tahan api dapat dibedakan antara material bangunan yang tidak dapat dimakan api (Kelas A) dan bahan yang dapat dihanguskan (Kelas B) yaitu :

Tabel 2.2 : kategori material safety laboratorium

Klasifikasi bahan bangunan di Indonesia	Klasifikasi bahan bangunan Internasional	Penilaian tahannya bahan bangunan terhadap api			Kelas Ketahanan	Jenis material
M1	A	Bahan yang tidak dapat dimakan api	Bahan yang tidak terbakar	Tahan api	T240 (Ketahanan api lebih dari 240 menit)	Kaca
M2	B1	Bahan yang dapat dihanguskan	Bahan yang dapat terbakar	Sulit dihanguskan	T90/T120/T180 (Ketahanan api lebih dari 90/120/180 menit)	Beton
M3	B2			Agak sulit dihanguskan	T30 atau T60 (Ketahanan api lebih dari 30/60 menit)	Bahan Kayu
M4				Mudah dihanguskan	T10 atau T20 (Ketahanan api lebih dari 10/20 menit)	Bahan Metal
M5	B3		Bahan yang mudah terbakar	Sangat mudah dihanguskan	T0 atau T10 (Ketahanan api lebih dari 0/10 menit)	Bahan sintesis

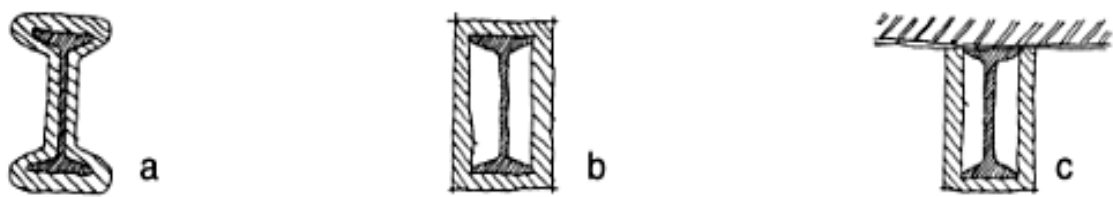
Sumber : (Teubner,1990)

Dari table diatas dijelaskan per-material berdasarkan penggolongan material tahan api yaitu :

1. Baja

Sifat bahan baja dan khususnya sifat mengubah bentuknya oleh pengaruh panas dapat dipengaruhi oleh campuran logam yang lain. Krom(Cr), Molibdan (Mo), Nikel (Ni), atau Vanadium (V) menghasilkan baja yang memiliki daya tahan yang lebih tinggi terhadap panas. Walaupun demikian, untuk baja canaian atau baja tulangan beton logam campuran tersebut terlalu mahal.

Baja canaian yang digunakan untuk konstruksi baja tidak memiliki selimut beton seperti baja tulangan. Oleh karena itu, dalam hal kebakaran kekuatan bahan baja Canadian agak cepat gagal. Untuk menghindari masalah tersebut konstruksi baja canaian yang tidak memiliki ketahanan terhadap perpindahan kalor, maka profil tersebut diselimuti sebagai berikut :



Keterangan :

- Baja profil I yang diselimuti mortar khusus tahan api
- Baja profil I yang diselimuti pelat gipskarton berbentuk kotak
- Baja profil I yang diselimuti pelat gipskarton berbentuk U dibawah pelat lantai beton bertulang

Gambar 2.13 : Jenis Baja

Sumber : (Frick, H. 2008. Hal 150)

2. Beton

Beton merupakan bahan bangunan yang tahan api. Walaupun demikian, ketahanan api tergantung pada bahan tambahan yang digunakan dan apakah ada tulangan baja atau tidak. Selain itu, kecepatan pemanasan beton dan turunnya suhu didalamnya mempengaruhi pemanasan beton dan turunnya suhu didalamnya mempengaruhi terjadinya tekanan uap di dalam konstruksi beton oleh air yang terkandung. Beton yang terkena kebakaran melampaui suhu kritis di dalamnya harus dibongkar karena kekuatannya berkurang.

Karena tulangan baja memiliki sifat penyaluran panas (konduksi) yang jauh lebih tinggi daripada beton, maka kebanyakan tulangan dan tebalnya penyaluran sangat mempengaruhi ketahanan terhadap kebakaran. Makin besar garis tengah tulangan baja dan banyaknya lapisan tulangan, makin tebal penyaluran minimal yang harus diterapkan terhadap kebakaran.

3. Kaca

Kaca merupakan bahan bangunan yang tidak menyala. Walaupun demikian, kaca bukan merupakan bahan yang tahan api karena kaca memungkinkan radiasi kalor tembus. Selain itu, kaca sangat peka terhadap perubahan tegangan kalor. Akibat kebakaran kaca cukup cepat pecah.

Dengan menggunakan kaca bertulang (*reinforced glass*) di mana kawat logam dimasukkan ke dalam massa kaca cair pada waktu menuang kaca, maka dapat dihindari bahaya pecah. Jika kaca tersebut merupakan kaca-R (kaca yang agak tahan api), maka kaca ini dapat digunakan sebagai pintu atau jendela pada bagian gedung yang tahan api pintu jalan keluar darurat, dan sebagainya. Kaca-R yang tahan api harus diproduksi sesuai ukuran yang dibutuhkan karena tidak dapat dipotong.

4. Kayu.

Pembakaran kayu merupakan oksidasi (penguraian) atas unsur asalnya, yaitu air dan karbondioksida dengan menggunakan oksigen. Proses pembakaran merupakan kebalikan dari asimiliasi.

Walupun kayu merupakan bahan yang mudah terbakar dan sering juga dinilai bersifat mudah terbakar sebenarnya kayu memiliki beberapa keuntungan karena api hanya dapat melalap lapisan luar. Sesudah itu, lapisan arang yang terjadi akan mencegah kayu cepat-cepat dimakan api. Struktur gedung dari kayu, walaupun dalam keadaan terbakar, akan tahan lebih lama dibandingkan bahan bangunan lain seperti logam, bahan sintetik, beton bertulang, dan sebagainya, dan memberi peluang kepada penghuni untuk menyelamatkan diri.

Kemungkinan lain untuk membuat konstruksi kayu lebih tahan terhadap kebakaran yaitu penggunaan lapisan cat khusus yang agak tahan api, boraks silikat soda, atau pilihan jenis kayu kelas kuat I yang cukup tahan terhadap api (sulit dinyalakan). Karena kayu hanya terbakar pada permukaan, maka makin besar penampang lintang balok kayu, makin lama daya tahannya terhadap api.

5. Bahan sintetis

bahan bangunan sintesis (plastik) diolah dengan memanfaatkan senyawa bahan organik molekul bahan plastik. Oleh karena itu, semua bahan sintetis tersebut menyala. Dalam keadaan menyala banyak bahan sintetis mengakibatkan tetes cairan yang sulit dipadamkan, menghasilkan asap tebal dan juga melepaskan gas beracun. Bahan sintetis berdasarkan sifat-sifat tersebut yang buruk tidak dapat digunakan sebagai bahan bangunan structural maupun bagian bangunan yang harus tahan kebakaran.

2.1.3.5. Pengelolaan Limbah

Pengelola limbah dalam laboratorium terbagi atas tiga hal, yaitu :

1. Pengolahan limbah padat

- a. Limbah padat dari hasil aktivitas uji kalibrasi didalam laboratorium berupa organ-organ anatomi hewan air (limbah ini padat ini sudah tercampur oleh bahan-bahan kimia, yang kemungkinan berbahaya bagi lingkungan jika dibuang langsung ke riol kota)
- b. Limbah padat dari pemakaian toilet, hasil dari limbah ini masih dapat dipakai kembali untuk pakan ikan (biasanya disebut kue belatung) pada living lab dan kotoran manusia juga dapat dimanfaatkan untuk biogas serta pupuk.

2. Pengolahan limbah gas

Peralatan mechanical ruangan yang berhubungan dengan pipa keluar dan lokasi pembuangan udara yang terkontaminasi harus dilokasikan pada sebuah area tertentu, dimana area tersebut difungsikan sebagai netralisir partikel berbahaya dari udara yang terkontaminasi. Secara umum seperti pada perencanaan bangunan selain laboratorium, lokasi pembuangan udara

yang terkontaminasi difungsikan untuk meminimalkan asap dari loading dock, menara pendingin, lalu lintas kendaraan, dll.

3. Pengelolaan limbah cair

- a. Limbah cair hasil aktivitas uji kalibrasi didalam laboratorium. (limbah ini air sudah tercampur oleh bahan-bahan kimia, yang kemungkinan berbahaya bagi lingkungan jika dibuang langsung ke riol kota)
- b. Limbah cair dari pemakaian toilet, hasil dari limbah ini masih dapat dipakai kembali untuk menyiram tanaman

2.1.4. Pedoman Teknis perancangan Laboratorium

Pada tinjauan pedoman teknis perancangan laboratorium akademik bioteknologi kelautan ini diadaptasi dari standart laboratorium dalam rumah sakit akademik dan data-data literature yang *laboratory biosafety type II*.

2.1.4.1. Persyaratan lokasi pembangunan laboratorium antara lain

1. tidak terletak pada arah angin yang menuju bangunan lain atau pemukiman
2. Bangunan laboratorium tidak berdekatan dengan bangunan lainnya
3. Lokasi laboratorium harus mudah dijangkau untuk pengontrolan dan memudahkan tindakan lainnya, misalnya apabila terjadi kebakaran, mobil kebakaran harus dapat menjangkau bangunan laboratorium.
4. Bangunan laboratorium tidak berdekatan atau dibangun pada lokasi sumber air

2.1.4.2. Prasarana/Sarana Umum.

1. Guna memberikan kemudahan bagi pengguna bangunan Laboratorium untuk beraktivitas di dalamnya, setiap bangunan Laboratorium untuk kepentingan umum harus menyediakan kelengkapan prasarana dan sarana pemanfaatan bangunan Laboratorium, meliputi: ruang ibadah, toilet, tempat parkir, tempat sampah, serta fasilitas komunikasi dan informasi.
2. Penyediaan prasarana dan sarana disesuaikan dengan fungsi dan luas bangunan Laboratorium, serta jumlah pengguna bangunan Laboratorium.

2.1.4.3. Persyaratan teknis umum laboratarium

1. Atap

Atap harus kuat, tidak bocor, tahan lama dan tidak menjadi tempat perindukan serangga, tikus, dan binatang pengganggu lainnya.

A. Penutup atap.

- a. Apabila menggunakan penutup atap dari bahan beton harus dilapisi dengan lapisan tahan air.
- b. Penutup atap bila menggunakan genteng keramik, atau genteng beton, atau genteng tanah liat (plentong), pemasangannya harus dengan sudut kemiringan sesuai ketentuan yang berlaku.
- c. Mengingat pemeliharannya yang sulit khususnya bila terjadi kebocoran, penggunaan genteng metal sebaiknya dihindari.

B. Rangka atap.

- c. Rangka atap harus kuat memikul beban penutup atap.
- d. Apabila rangka atap dari bahan kayu, harus dari kualitas yang baik dan kering, dan dilapisi dengan cat anti rayap.
- e. Apabila rangka atap dari bahan metal, harus dari metal yang tidak mudah berkarat, atau di cat dengan cat dasar anti karat.

2. Ceiling

Langit-langit harus kuat, berwarna terang, dan mudah dibersihkan. Persyaratan langit-langit pada laboratorium meliputi :

- a. Tinggi langit-langit di ruangan, minimal 2,80 m, dan tinggi di selasar (koridor) minimal 2,40 m.
- b. Rangka langit-langit harus kuat.
- c. Bahan langit-langit antara lain gipsum, acoustic tile, GRC (Grid Reinforce Concrete), bahan logam/metal.

3. Dinding dan Partisi.

Dinding harus keras, rata, tidak berpori, tidak menyebabkan silau, tahan api, kedap air, tahan karat, tidak punya sambungan (utuh), dan mudah dibersihkan.

Persyaratan dinding pada laboratorium meliputi :

- a. Dinding harus mudah dibersihkan, tahan cuaca dan tidak berjamur.

- b. Pemilihan penutup dinding dengan lapisan yang non porosif (tidak terdapat pori-pori).
- c. Pemilihan cat dinding dengan warna-warna cerah.
- d. Khusus pada ruangan-ruangan yang berkaitan dengan aktivitas anak, pelapis dinding warna-warni dapat diterapkan untuk merangsang aktivitas anak.
- e. Pada daerah tertentu, dindingnya harus dilengkapi pegangan tangan (handrail) yang menerus dengan ketinggian berkisar 80 ~ 100 cm dari permukaan lantai. Pegangan harus mampu menahan beban orang dengan berat minimal 75 kg yang berpegangan dengan satu tangan pada pegangan tangan yang ada.
- f. Bahan pegangan tangan harus terbuat dari bahan yang tahan api, mudah dibersihkan dan memiliki lapisan permukaan yang bersifat non-porosif (tidak mengandung pori-pori).
- g. Pada area-area yang mudah terbakar khususnya ruangan yang terkontaminasi dengan bahan kimia maka material yang diaplikasikan untuk dinding harus tahan api, cairan kimia dan benturan.
- h. Pada ruang yang menggunakan peralatan yang menggunakan gelombang elektromagnetik (EM), seperti Short Wave Diathermy atau Micro Wave Diathermy, penggunaan penutup dinding yang mengandung unsur metal atau baja sedapat mungkin dihindarkan.
- i. Khusus untuk daerah tenang, maka bahan dinding menggunakan bahan yang kedap suara atau area/ruang yang bising (misalkan ruang mesin genset, ruang pompa, dll) menggunakan bahan yang dapat menyerap bunyi.

4. Lantai.

Lantai harus terbuat dari bahan yang kuat, kedap air, permukaan rata, tidak licin, warna terang, dan mudah dibersihkan. Komponen lantai meliputi :

- a. Tidak terbuat dari bahan yang memiliki lapisan permukaan dengan porositas yang tinggi yang dapat menyimpan debu.
- b. Mudah dibersihkan dan tahan terhadap gesekan.
- c. Penutup lantai harus berwarna cerah dan tidak menyilaukan mata.

- d. Pada daerah dengan kemiringan kurang dari 70° , penutup lantai harus dari lapisan permukaan yang tidak licin (walaupun dalam kondisi basah).
- e. Khusus untuk daerah perawatan pengunjung (daerah tenang) bahan lantai menggunakan bahan yang tidak menimbulkan bunyi atau area/ruang yang bising menggunakan bahan yang dapat menyerap bunyi.
- f. Pada ruang-ruang khusus yang menggunakan peralatan (misalkan ruang bedah), maka lantai harus cukup konduktif, sehingga mudah untuk menghilangkan muatan listrik statik dari peralatan dan petugas, tetapi bukan sedemikian konduktifnya sehingga membahayakan petugas dari sengatan listrik.

2.1.4.4. Persyaratan Struktur Bangunan.

1. Persyaratan pembebanan Laboratorium.

A. Umum.

- a. Setiap bangunan laboratorium, strukturnya harus direncanakan dan dilaksanakan agar kuat dan kokoh dalam menahan beban dan memenuhi persyaratan keselamatan serta memenuhi persyaratan kelayakan operasional dalam periodesasi perkiraan umur layanan dengan pertimbangan dari fungsi Laboratorium, lokasi, keawetan, dan kemungkinan pelaksanaan konstruksinya.
- b. Dalam perencanaan struktur bangunan laboratorium terhadap pengaruh gempa, semua unsur struktur laboratorium, baik bagian dari sub struktur maupun struktur gedung, harus diperhitungkan memikul pengaruh gempa rencana sesuai dengan zona gempanya.
- c. Struktur bangunan laboratorium harus direncanakan secara detail sehingga pada kondisi pembebanan maksimum yang direncanakan, apabila terjadi keruntuhan, kondisi strukturnya masih dapat memungkinkan pengguna bangunan laboratorium menyelamatkan diri.
- d. Untuk menentukan tingkat keandalan struktur bangunan, harus dilakukan pemeriksaan keandalan bangunan secara berkala sesuai dengan Pedoman Teknis atau standar yang berlaku.

- e. Perbaikan atau perkuatan struktur bangunan harus segera dilakukan sesuai rekomendasi hasil pemeriksaan keandalan bangunan laboratorium, sehingga bangunan laboratorium selalu memenuhi persyaratan keselamatan struktur.
- f. Pemeriksaan keandalan bangunan laboratorium dilaksanakan secara berkala sesuai dengan pedoman teknis atau standar teknis yang berlaku, dan harus dilakukan atau didampingi oleh ahli yang memiliki sertifikasi sesuai.

B. Persyaratan Teknis.

- a. Analisis struktur harus dilakukan untuk memeriksa respon struktur terhadap beban-beban yang mungkin bekerja selama umur kelayakan struktur, termasuk beban tetap, beban sementara (angin, gempa) dan beban khusus.
- b. Penentuan mengenai jenis, intensitas dan cara bekerjanya beban harus sesuai dengan standar teknis yang berlaku seperti SNI 03-1726-1989 atau edisi terbaru tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk rumah dan gedung dan SNI 03-1727-1989 atau edisi terbaru tata cara perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung.

2. Struktur Atas

Konstruksi atas bangunan laboratorium dapat terbuat dari konstruksi beton, konstruksi baja, konstruksi kayu atau konstruksi dengan bahan dan teknologi khusus

A. Konstruksi beton

Perencanaan konstruksi beton harus memenuhi standar teknis yang berlaku, seperti :

- a. SNI 03-2847-1992 atau edisi terbaru; Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung.
- b. SNI 03-3430-1994 atau edisi terbaru; Tata cara perencanaan dinding struktur pasangan blok beton berongga bertulang untuk bangunan rumah dan gedung.

- c. SNI 03-1734-1989 atau edisi terbaru; Tata cara perencanaan beton dan struktur dinding bertulang untuk rumah dan gedung.
- d. SNI 03-2834 -1992 atau edisi terbaru; Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.
- e. SNI 03-3976-1995 atau edisi terbaru; Tata cara pengadukan dan pengecoran beton.
- f. SNI 03-3449-1994 atau edisi terbaru; Tata cara rencana pembuatan campuran beton ringan dengan agregat ringan.

B. Konstruksi Baja

Perencanaan konstruksi baja harus memenuhi standar yang berlaku seperti :

- a. SNI 03-1729-1989 atau edisi terbaru; Tata cara perencanaan bangunan baja untuk gedung.
- b. Tata Cara dan/atau pedoman lain yang masih terkait dalam perencanaan konstruksi baja .
- c. Tata Cara Pembuatan atau Perakitan Konstruksi Baja.
- d. Tata Cara Pemeliharaan Konstruksi Baja Selama Pelaksanaan Konstruksi.

C. Konstruksi Kayu

Perencanaan konstruksi kayu harus memenuhi standar teknis yang berlaku, seperti:

- a. Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu untuk Bangunan Gedung.
- b. Tata cara/pedoman lain yang masih terkait dalam perencanaan konstruksi kayu.
- c. Tata Cara Pembuatan dan Perakitan Konstruksi Kayu
- d. SNI 03 – 2407 – 1991 atau edisi terbaru tentang tata cara pengecatan kayu untuk rumah dan gedung.

D. Konstruksi dengan Bahan dan Teknologi Khusus

- a. Perencanaan konstruksi dengan bahan dan teknologi khusus harus dilaksanakan oleh ahli struktur yang terkait dalam bidang bahan dan teknologi khusus tersebut.
- b. Perencanaan konstruksi dengan memperhatikan standar teknis padanan untuk spesifikasi teknis, tata cara, dan metoda uji bahan dan teknologi khusus tersebut.

3. Struktur Bawah

A. Pondasi Langsung

- a. Kedalaman pondasi langsung harus direncanakan sedemikian rupa sehingga dasarnya terletak di atas lapisan tanah yang mantap dengan daya dukung tanah yang cukup kuat dan selama berfungsinya bangunan tidak mengalami penurunan yang melampaui batas.
- b. Perhitungan daya dukung dan penurunan pondasi dilakukan sesuai teori mekanika tanah yang baku dan lazim dalam praktek, berdasarkan parameter tanah yang ditemukan dari penyelidikan tanah dengan memperhatikan nilai tipikal dan korelasi tipikal dengan parameter tanah yang lain.
- c. Pelaksanaan pondasi langsung tidak boleh menyimpang dari rencana dan spesifikasi teknik yang berlaku atau ditentukan oleh perencana ahli yang memiliki sertifikasi sesuai.
- d. Pondasi langsung dapat dibuat dari pasangan batu atau konstruksi beton bertulang.

B. Pondasi Dalam

- a. Dalam hal penggunaan tiang pancang beton bertulang harus mengacu pedoman teknis dan standar yang berlaku.
- b. Dalam hal lokasi pemasangan tiang pancang terletak di daerah tepi laut yang dapat mengakibatkan korosif harus memperhatikan pengamanan baja terhadap korosi memenuhi pedoman teknis dan standar yang berlaku.

- c. Dalam hal perencanaan atau metode pelaksanaan menggunakan pondasi yang belum diatur dalam SNI dan/atau mempunyai paten dengan metode konstruksi yang belum dikenal, harus mempunyai sertifikat yang dikeluarkan instansi yang berwenang.
- d. Dalam hal perhitungan struktur menggunakan perangkat lunak, harus menggunakan perangkat lunak yang diakui oleh asosiasi terkait)
- e. Pondasi dalam pada umumnya digunakan dalam hal lapisan tanah dengan daya dukung yang cukup terletak jauh di bawah permukaan tanah, sehingga penggunaan pondasi langsung dapat menyebabkan penurunan yang berlebihan atau ketidakstabilan konstruksi.
- f. Perhitungan daya dukung dan penurunan pondasi dilakukan sesuai teori mekanika tanah yang baku dan lazim dalam praktek, berdasarkan parameter tanah yang ditemukan dari penyelidikan tanah dengan memperhatikan nilai tipikal dan korelasi tipikal dengan parameter tanah yang lain.
- g. Umumnya daya dukung rencana pondasi dalam harus diverifikasi dengan percobaan pembebanan, kecuali jika jumlah pondasi dalam direncanakan dengan faktor keamanan yang jauh lebih besar dari faktor keamanan yang lazim.
- h. Percobaan pembebanan pada pondasi dalam harus dilakukan dengan berdasarkan tata cara yang lazim dan hasilnya harus dievaluasi oleh perencana ahli yang memiliki sertifikasi sesuai.
- i. Jumlah percobaan pembebanan pada pondasi dalam adalah 1% dari jumlah titik pondasi yang akan dilaksanakan dengan penentuan titik secara random, kecuali ditentukan lain oleh perencana ahli serta disetujui oleh instansi yang bersangkutan.

4. Keselamatan Struktur

- a. Untuk menentukan tingkat keandalan struktur bangunan, harus dilakukan pemeriksaan keandalan bangunan secara berkala sesuai dengan ketentuan dalam Pedoman Teknis Tata Cara Pemeriksaan Keandalan Bangunan Gedung.

- b. Perbaikan atau perkuatan struktur bangunan harus segera dilakukan sesuai rekomendasi hasil pemeriksaan keandalan bangunan laboratorium, sehingga laboratorium selalu memenuhi persyaratan keselamatan struktur.
- c. Pemeriksaan keandalan bangunan laboratorium dilaksanakan secara berkala sesuai klasifikasi bangunan, dan harus dilakukan atau didampingi oleh ahli yang memiliki sertifikasi sesuai.

5. Keruntuhan Struktur

Untuk mencegah terjadinya keruntuhan struktur yang tidak diharapkan, pemeriksaan keandalan bangunan harus dilakukan secara berkala sesuai dengan pedoman/petunjuk teknis yang berlaku.

6. Persyaratan Bahan

- a. Bahan struktur yang digunakan harus sudah memenuhi semua persyaratan keamanan, termasuk keselamatan terhadap lingkungan dan pengguna bangunan, serta sesuai pedoman teknis atau standar teknis yang berlaku.
- b. Dalam hal masih ada persyaratan lainnya yang belum mempunyai SNI, dapat digunakan standar baku dan pedoman teknis yang diberlakukan oleh instansi yang berwenang.
- c. Bahan yang dibuat atau dicampurkan di lapangan, harus diproses sesuai dengan standar tata cara yang baku untuk keperluan yang dimaksud.
- d. Bahan bangunan prefabrikasi harus dirancang sehingga memiliki sistem hubungan yang baik dan mampu mengembangkan kekuatan bahan-bahan yang dihubungkan, serta mampu bertahan terhadap gaya angkat pada saat pemasangan/pelaksanaan.

2.1.4.5. Persyaratan utilitas

1. Sistem Kelistrikan

Sistem instalasi listrik dan penempatannya harus mudah dioperasikan, diamati, dipelihara, tidak membahayakan, tidak mengganggu dan tidak merugikan lingkungan, bagian bangunan dan instalasi lain, serta

perancangan dan pelaksanaannya harus berdasarkan PUIL/SNI.04-0225 edisi terakhir dan peraturan yang berlaku.

A. Pembagian sumber daya listrik

Sumber daya listrik dibagi menjadi 3, yaitu :

a. Sumber Daya Listrik Normal

Sumber daya listrik utama gedung harus diusahakan untuk menggunakan tenaga listrik dari Perusahaan Listrik Negara.

b. Sumber Daya Listrik Siaga

i. Bangunan, ruang atau peralatan khusus yang pelayanan daya listriknya disyaratkan tidak boleh terputus putus, harus memiliki pembangkit/ pasokan daya listrik siaga yang dayanya dapat memenuhi kelangsungan riset dengan persyaratan tersebut.

ii. Sumber listrik cadangan berupa diesel generator (Genset). Genset harus disediakan 2 (dua) unit dengan kapasitas minimal 40% dari jumlah daya terpasang pada masing-masing unit. Genset dilengkapi sistem AMF dan ATS.

c. Sumber Daya Listrik Darurat

i. Sistem instalasi listrik pada laboratorium harus memiliki sumber daya listrik darurat yang mampu melayani kelangsungan pelayanan seluruh atau sebagian beban pada bangunan laboratorium apabila terjadi gangguan sumber utama.

ii. Sumber/Pasokan daya listrik darurat yang digunakan harus mampu melayani semua beban penting termasuk untuk perlengkapan pengendali kebakaran, secara otomatis.

iii. Pasokan Daya Listrik Darurat berasal dari Peralatan UPS (*Uninterruptable Power Supply*) untuk melayani kamar anatomi hewan dan *baby care* hewan

B. Jaringan Distribusi Listrik

a. Jaringan distribusi listrik terdiri dari kabel dengan inti tunggal atau banyak dan/atau *busduct* dari berbagai tipe, ukuran dan kemampuan.

- b. Tipe dari penghantar listrik harus disesuaikan dengan sistem yang dilayani.
- c. Peralatan pada papan hubung bagi seperti pemutus arus, sakelar, tombol, alat ukur dan lain-lain harus ditempatkan dengan baik sehingga memudahkan pengoperasian dan pemeliharaan oleh petugas.
- d. Jaringan yang melayani beban penting, seperti pompa kebakaran, lif kebakaran, peralatan pengendali asap, sistem deteksi dan alarm kebakaran, sistem komunikasi darurat, dan beban penting lainnya harus terpisah dari instalasi beban lainnya, dan dilindungi terhadap kebakaran atau penggunaan penghantar tahan api, dan mengikuti ketentuan yang berlaku.
- e. Bagian jaringan yang disebut pada butir (3) di atas, pasokan daya listriknya harus dijamin dan mempunyai sumber/pasokan daya listrik darurat sesuai ketentuan yang berlaku.

C. Persyaratan Teknis

Persyaratan sistem kelistrikan harus memenuhi:

- a. SNI 04-0227-1994 atau edisi terbaru; Tegangan standard.
- b. SNI 04-0225-2000 atau edisi terbaru; Persyaratan Umum Instalasi Listrik (PUIL edisi terakhir).
- c. SNI 04-7018-2004 atau edisi terbaru; Sistem pasokan daya listrik darurat dan siaga.
- d. SNI 04-7019-2004 atau edisi terbaru; Sistem pasokan daya listrik darurat menggunakan energi tersimpan.
- e. Dalam hal masih persyaratan lainnya, atau yang belum mempunyai SNI, dapat digunakan standar baku dan pedoman teknis yang diberlakukan oleh instansi yang berwenang.

2. Sistem Fasilitas Sanitasi

Persyaratan Sanitasi Laboratorium dapat dilihat pada Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor 1204/MENKES/SK/X/2004, tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Laboratorium.

A. Persyaratan Air Bersih

- a. Harus tersedia air bersih yang cukup dan memenuhi syarat kesehatan, atau dapat mengadakan pengolahan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
- b. Tersedia air bersih minimal 200 lt/perorang/hari
- c. Air minum dan air bersih tersedia pada setiap tempat kegiatan yang membutuhkan secara berkesinambungan.
- d. Tersedia penampungan air (*reservoir*) bawah atau atas.
- e. Distribusi air minum dan air bersih di setiap ruangan/kamar harus menggunakan jaringan perpipaan yang mengalir dengan tekanan positif.
- f. Penyediaan Fasilitas air panas dan uap terdiri atas Unit Boiler, sistem perpipaan dan kelengkapannya untuk distribusi ke daerah laboratorium yang membutuhkan.
- g. Dalam rangka pengawasan kualitas air maka laboratorium harus melakukan inspeksi terhadap sarana air minum dan air bersih minimal 1 (satu) tahun sekali.
- h. Pemeriksaan kimia air minum dan atau air bersih dilakukan minimal 2 (dua) kali setahun (sekali pada musim kemarau dan sekali pada musim hujan), titik sampel yaitu pada penampungan air (*;reservoir*) dan keran terjauh dari *reservoir*.
- i. Kualitas air yang digunakan di ruang khusus, seperti ruang operasi.
- j. Laboratorium yang telah menggunakan air yang sudah diolah seperti dari PDAM, sumur bor dan sumber lain untuk keperluan anatomi hewan dapat melakukan pengolahan tambahan dengan *cartridge filter* dan dilengkapi dengan desinfeksi menggunakan *ultra violet*.
- k. Tersedia air bersih untuk keperluan pemadaman kebakaran dengan mengikuti ketentuan yang berlaku.

3. Sistem Penghawaan (Ventilasi) dan Pengkondisian Udara (HVAC)

A. Sistem Penghawaan Umum (Ventilasi)

- a. Setiap bangunan laboratorium harus mempunyai ventilasi alami dan/atau ventilasi mekanik/buatan sesuai dengan fungsinya.
- b. Bangunan laboratorium harus mempunyai bukaan permanen, kisi-kisi pada pintu dan jendela dan/atau bukaan permanen yang dapat dibuka untuk kepentingan ventilasi alami.

B. Persyaratan Teknis

- a. Jika ventilasi alami tidak mungkin dilaksanakan, maka diperlukan ventilasi mekanis seperti pada bangunan fasilitas tertentu yang memerlukan perlindungan dari udara luar dan pencemaran.
- b. Pada ruang-ruang khusus seperti Ruang Isolasi, Ruang Laboratorium maupun Ruang Farmasi, diperlukan Fasilitas Pengelolaan Limbah Udara Infeksius Paparan Udara.
- c. Sistem Tata Udara harus ditempatkan agar memudahkan dalam pemeriksaan dan pemeliharaan.
- d. Sebagai ventilasi, udara segar harus dimasukkan ke dalam ruangan untuk menjaga kesegaran dan kesehatan ruangan, sesuai ketentuan dalam standar ASHRAE tentang Indoor Air Quality.
- e. Udara segar harus dimasukkan langsung dari luar dan bukan udara yang berasal dari lobi atau koridor tertutup.
- f. Untuk instalasi tata udara sentral, udara segar harus dimasukkan melalui mesin pengolah udara sentral.
- g. Untuk sistem tata udara individu, seperti unit jendela dan unit split, udara segar boleh dimasukkan langsung ke dalam ruangan.
- h. Kebutuhan udara segar untuk penggunaan umum pada ruangan yang dikondisikan dengan sistem tata udara dapat digunakan nilai minimum 280 Liter/menit untuk setiap penghuni, atau minimum 160 Liter/menit per m² luas lantai, dipilih mana yang memberikan nilai lebih besar.
- i. Ruangan yang dilengkapi dengan ventilasi mekanik harus diberikan pertukaran udara minimal 6 (enam) kali per jam.

- j. Tata udara untuk ruangan yang dapat menimbulkan pencemaran atau penularan penyakit ke ruangan lainnya, harus langsung dibuang ke luar.
- k. Ruang perawatan penyakit hewan menular yang berbahaya, pembuangan udaranya harus ke tempat yang tidak membahayakan lingkungan laboratorium.
- l. Ruang pengolahan bahan obat, proses foto, dan proses kimia lainnya yang dapat mencemari lingkungan, pembuangan udaranya harus melalui penyaring dan pemroses untuk menetralsir bahan yang terkandung di dalam udara buangan tsb sesuai ketentuan yang berlaku.
- m. Persyaratan teknis sistem ventilasi, kebutuhan ventilasi, mengikuti.

C. Persyaratan Teknis berikut:

- a. SNI 03 – 6572 - 2000 atau edisi terbaru; Tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung.
- b. SNI 03 – 6390 - 2000 atau edisi terbaru; Konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung.

4. **Sistem Pencahayaan**

Berdasarkan acuan standart internasional yang diterapkan Republik Indonesia *Green building council Indonesia*, standart kuat penerangan didalam laboratorium ialah :

Tabel 2.3 Standart kuat penerangan didalam laboratorium

Ruangan	Besar kuat penerangan yang dianjurkan (Lux)
Tangga	60
Serambi depan	60
Ruang makan	120-250
Ruang tamu	120-250
Kantor	250
Ruang Rapat	250
Laboratorium kering	500

Pekerjaan Mesin	250
Laboratorium basah	500
Perpustakaan	500
Hall	120
Toilet	60
Kooridor	60
Gudang	120
Ruang pameran	250
Kamar	120

Sumber: *Green building council Indonesia*

2.1.4.6. Sarana Evakuasi

1. Umum.

Setiap bangunan Laboratorium harus menyediakan sarana evakuasi bagi orang yang berkebutuhan khusus termasuk penyandang cacat yang meliputi:

- a. sistem peringatan bahaya bagi pengguna,
- b. pintu keluar darurat, dan
- c. jalur evakuasi yang dapat menjamin pengguna bangunan Laboratorium untuk melakukan evakuasi dari dalam bangunan Laboratorium secara aman apabila terjadi bencana atau keadaan darurat.

2. Persyaratan Teknis.

- a. Untuk persyaratan sarana evakuasi pada bangunan Laboratorium harus dipenuhi standar tata cara perencanaan sarana evakuasi pada bangunan gedung.
- b. Dalam hal masih ada persyaratan lainnya yang belum mempunyai SNI, dapat digunakan standar baku dan pedoman teknis yang diberlakukan oleh instansi yang berwenang.

2.1.4.7. Aksesibilitas Penyandang Cacat

1. Umum.
Setiap bangunan Laboratorium harus memenuhi aksesibilitas dalam fasilitas kemudahan bagi pengunjung lanjut usia dan cacat.
2. Persyaratan Teknis.
 - a. Fasilitas dan aksesibilitas meliputi toilet, tempat parkir, telepon umum, jalur pemandu, rambu dan marka, pintu, ramp, tangga, dan lif bagi penyandang cacat dan lanjut usia.
 - b. Penyediaan fasilitas dan aksesibilitas disesuaikan dengan fungsi, luas, dan ketinggian bangunan Laboratorium.

2.1.5. Parameter laboratorium

Kriteria legal operasional laboratorium menurut HVAC *application's-chapter laboratories* (ASHRAE, 2007) yang harus diperhatikan kedalam perancangan ruangan laboratorium:

1. Monitoring kualitas udara dari dalam maupun luar untuk faktor keselamatan dan uji kalibrasi
2. Penanganan polusi gas akibat aktivitas biologi, didalamnya termasuk kebutuhan untuk penyaringan udara dan perlakuan khusus (misalnya pembakaran arang ,HEPA, pembuangan udara atau filtrasi pasokan gas lainnya)
3. Peralatan dan proses pembuangan udara dari dalam ke luar
4. Lokasi simulasi netralisasi pembuangan udara dari dalam ke luar
5. Penanganan limbah cair hasil uji kalibrasi
6. Suhu dan kelembaban konstant, baik itu indoor maupun outdoor
7. Memiliki standart kuat penerangan untuk kenyamanan saat beraktivitas didalam laboratorium
8. Memiliki view-view positif untuk mengurangi tingkat stress didalam laboratorium
9. Rekomendasi untuk penghematan pemakaian listrik
10. Rekomendasi untuk penghematan pemakaian air
11. Memakai energy terbarukan

12. Bangunan laboratorium harus direncanakan untuk pengembangan 10 tahun ke depan

2.2. Tinjauan Sustainable development

2.2.1. Tinjauan umum konsep sustainable

2.2.1.1. Terminalogi lahirnya konsep sustainable

Konsep ekonomi global dimulai pada tahun 1950 dengan digulirnya wacana ekonomi global yang berhubungan dengan biodegradation lingkungan hidup dan tingkat kemiskinan yang terus meningkat. Wacana ini menjadi salah satu perdebatan yang cukup signifikan dibicarakan pada tataran akademis, filsuf, pengusaha dan sampai pelaku pemangku kebijakan ketata negaraan dibelahan dunia global, mulai dari abad modern sampai pada era post-modern saat ini. Garis besar pembicaraan ini terus berusaha melahirkan konsep solusi yang dapat mengatasi perbedaan antara si-kaya dan si-miskin dan respon pemenuhan kebutuhan dasar secara holistik (alam-manusia).

Meskipun realitas ini dihadapi sebagian besar negara diseluruh belahan dunia, solusi dari fenomena ini selalu bertentangan dengan pola konsumtif masyarakat dan pelaku dunia bisnis yang pada umumnya hanya berorientasi pada pemenuhan permintaan pasar. Hal ini yang menyebabkan wacana sustainable development sejak tahun 1950 sampai saat ini cukup signifikan dibicarakan para ahli-ahli dibidangnya, yang diikuti dengan manivesto problem solving yang silih berganti bergulir mengkerangkan konsep sustainable development yang lebih holistic pada setiap era-nya.

Berikut ialah table dari rangkaian periode manivest filsafat *deep ecology* :

Tabel 2.4 : Periodisasi filsafat deep ecology

Nama	Manivesto	Tahun
Arne Næss	Deep Ecology	1950
Aurelio Peccei	Limits to Growth	1960

James Lovelock	Gaia Theory	1970
Lynn Margulis	5 Kingdoms of Nature	1970
Fritjof	Capra Tao of Physics	1970
Bill Mollison	Permaculture	1970
George Chan	Integrated Farming Systems	1970
Robert Ayres	Industrial Metabolism	1980
Gunter Pauli	Zero Emissions	1980
Michael Braungart And William McDonough	Cradle to Cradle	1990
C. K. Prahalad	Bottom of the Pyramid	2000
Mathis Wackernagel and William Reed	Ecological Footprint / Green economy	2000
Gunter Pauli	The Blue Economy	2010

■ Nature economy ■ Brown economy ■ Green economy ■ Blue economy

Sumber :from Deep Ecology to The Blue Economy,Gaunter pauli 2011



Ada tiga bentuk ekonomi dalam evolusi peradaban : Brown Economy , Hijau Economy dan Blue Ekonomi. Brown Ekonomi ialah suatu konsep ekonomi yang sepenuhnya bergantung pada petrokimia seperti batu bara , minyak bumi dan gas alam . Salah satu impact dari konsep brown economy ialah maraknya pembangunan industry dalam jumlah besar, dimana didalam proses akhir dari industry ialah pelepasan karbon dioksida dan sisa jelaga dalam jumlah besar ke atmosfer . Pembangunan melalui konsep brown economy bergantung pada sumber daya alam yang terbatas dan mempunyai dampak negative berupa biodegradation.

Green Economy menunjukkan kepada masyarakat bahwa didalam pemenuhan ekonomi dapat berjalan bersama dengan konsep perbaikan lingkungan hidup. Konsep green economy menawarkan sebuah konsep ekonomi yang mampu menekan jumlah emisi carbon, konsumsi sumber daya yang berlebihan dan perbaikan lingkungan hidup yang lebih baik. Garis besar pembangunan green economy ialah korelasi antara pertumbuhan ekonomi dengan perbaikan lingkungan sosial manusia dan alam.

Ekonomi Biru ialah konsep pembangunan ekonomi yang berkelanjutan dengan memanfaatkan sumberdaya alam yang ada secara maksimal melalui penerapan teknologi inovatif dari hulu ke hilir untuk menghasilkan sesuatu yang memiliki nilai tambah secara ekonomi dan dalam waktu yang bersamaan berperan dalam menjaga kelestarian lingkungan.

Garis besar mengapa konsep economy silih berganti pada setiap periodenya didasari oleh dua permasalahan yaitu *biodegradation lingkungan hidup dan tingkat kemiskinan yang terus meningkat* sehingga per-periode terus menyempurnakan konsep sebelumnya sesuai dengan dinamika yang terjadi pada periode tersebut. Pada periode 1950-1970 difokuskan pada pemulihan biodegradation lingkungan hidup pasca perang dunia II yang secara signifikan telah merusak sebagian pola tatanan lingkungan hidup.

Pada periode 1980-2000, dinamika sebagian besar belahan dunia mulai bergeser dengan pesatnya perkembangan teknologi yang mempermudah kerja manusia, dilihat dari manivesto pada periode ini lebih melihat pada solusi mengatasi permasalahan tingkat kemiskinan yang terus meningkat. Pada periode 2000-2010 merupakan *anti-thesis* dari

kedua periode sebelumnya, dengan mengkerangka sebuah konsep yang lebih *holistic* dengan *manivesto* keseimbangan antara dinamika lingkungan hidup dengan tingkat kemiskinan.

2.2.1.2. Definisi sustainable development

Istilah pembangunan berkelanjutan menurut Brundtland Report dari PBB ialah proses dalam pembangunan yang batasan cakupannya sampai ke dalam urusan mikro seperti bisnis, pola aktivitas masyarakat, dan sebagainya yang berintikan pada pemenuhan kebutuhan sekarang tanpa menimbulkan efek domino bagi kebutuhan generasi selanjutnya. Menurut Todaro (1998), *sustainable development* ialah rekaman proses dalam terbentuknya perubahan sosial ditengah masyarakat, tanpa mengorbankan keragaman dari kebutuhan dasar dan keinginan dalam menghadirkan peri peri kehidupan yang lebih baik.

Dalam laporan yang dikeluarkan oleh Brundtland Commission Per-serikatan Bangsa-Bangsa pada tahun 1987 yang menjadi tonggak pembangunan berkelanjutan dirumuskan pengertian pembangunan berkelanjutan sebagai “pembangunan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengabaikan hak generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka”.

Selanjutnya, menurut Prof. Dr. Emil Salim konsep *sustainable development* terbentuk oleh lima dasar ide pokok, yaitu :

1. Dalam terminaloginya konsep *sustainable development* harus dilakukan secara terus-menerus, dimana dalam perjalanan pengulangan tersebut harus didukung oleh SDA, kondisi lingkungan yang berkualitas, dan pola pikir manusia yang terus berkembang
2. Kepercayaan bahwa sumber alam seperti tanah,air dan udara, jika dikonsumsi dengan serampangan lambat laun akan habis
3. Kualitas gaya hidup yang berhubungan dengan kualitas lingkungan alam.
4. Solidaritas transgenerasi menjadi latar belakang dalam proses penerapan *sustainable development* sehingga pembangunan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan sekarang tanpa mengabaikan hak generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka

5. Selalu berpikir bahwa selalu ada opsi lain dalam penggunaan sumber daya alam yang tidak *renewable*.

Secara ideal pembangunan berkelanjutannya membutuhkan pencapaian, beberapa hal yaitu :

1. Berkelanjutan ekologis, yakni akan menjamin berkelanjutan eksistensi bumi. Hal-hal yang perlu diupayakan antara lain,
 - a. memelihara (mempertahankan) integrasi tatanan lingkungan, dan keanekaragaman hayati;
 - b. memelihara integrasi tatanan lingkungan agar sistem penunjang kehidupan bumi ini tetap terjaga;
 - c. memelihara keanekaragaman hayati, meliputi aspek keanekaragaman genetika, keanekaragaman species dan keanekaragaman tatanan lingkungan.
2. Berkelanjutan ekonomi; dalam perpektif ini pembangunan memiliki dua hal utama, yakni, berkelanjutan ekonomi makro dan ekonomi sektoral. Berkelanjutan ekonomi makro, menjamin ekonomi secara berkelanjutan dan mendorong efisiensi ekonomi melalui reformasi struktural dan nasional. Berkelanjutan ekonomi sektoral untuk mencapainya;
 - a. sumber daya alam dimana nilai ekonominya dapat dihitung harus diperlakukan sebagai kapital yang “tangible” dalam rangka akunting ekonomi
 - b. koreksi terhadap harga barang dan jasa perlu diintroduksikan. Secara prinsip harga sumber daya alam harus merefleksikan biaya ekstraksi/pengiriman, ditambah biaya lingkungan dan biaya pemanfaatan.
3. Berkelanjutan sosial budaya; berkelanjutan sosial budaya, meliputi:
 - a. Stabilitas penduduk,
 - b. Pemenuhan kebutuhan dasar manusia,
 - c. Mempertahankan keanekaragaman budaya

- d. Mendorong partisipasi masyarakat lokal dalam pengambilan keputusan.
4. Berkelanjutan politik; tujuan yang akan dicapai adalah,
 - a. respek pada human rights, kebebasan individu dan sosial untuk berpartisipasi di bidang ekonomi, sosial dan politik, dan
 - b. demokrasi, yakni memastikan proses demokrasi secara transparan dan bertanggung jawab.
 5. Berkelanjutan pertahanan dan keamanan. Keberlanjutan kemampuan menghadapi dan mengatasi tantangan, ancaman dan gangguan baik dari dalam maupun dari luar yang langsung maupun tidak langsung yang dapat membahayakan integrasi, identitas, kelangsungan bangsa dan negara.



Gambar 2.14: konsep sustainable

Sumber : http://interplanetarycolonisation.weebly.com/uploads/2/2/6/5/22651544/8734760_orig.jpg

2.2.1.3. Pilar dasar konsep sustainable development

Pembangunan berkelanjutan berkonsentrasi pada tiga pilar yaitu pembangunan ekonomi, sosial, dan lingkungan. John Elkinton menyatakan konsep tersebut dengan P3 Concept, yaitu people, planet, and profits. John Elkington melalui konsep "3p" (profit, people dan planet) yang dituangkan dalam bukunya "Cannibals with Forks, the Triple Bottom Line of Twentieth Century Business" yang di release pada tahun 1997. Ia

berpendapat bahwa jika perusahaan ingin sustain, maka ia perlu memperhatikan 3P, yakni, bukan cuma profit yang diburu, namun juga harus memberikan kontribusi positif kepada masyarakat (people) dan ikut aktif dalam menjaga kelestarian lingkungan (planet).

People menekankan pentingnya praktik bisnis suatu perusahaan yang mendukung kepentingan tenaga kerja. Lebih spesifik konsep ini melindungi kepentingan tenaga kerja dengan menentang adanya eksplorasi yang mempekerjakan anak di bawah umur, pembayaran upah yang pantas, lingkungan kerja yang aman dan jam kerja yang manusiawi. Bukan hanya itu, konsep ini juga meminta perusahaan memperhatikan kesehatan dan kemajuan pendidikan bagi tenaga kerja-nya.

Planet berarti mengelola dengan baik penggunaan energi terutama atas sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui. Mengurangi hasil limbah produksi dan mengolah kembali menjadi limbah yang aman bagi lingkungan, mengurangi emisi CO₂ ataupun pemakaian energi, merupakan praktik yang banyak dilakukan oleh perusahaan yang telah menerapkan konsep ini. The Body Shop, dalam Values Report 2005, mencantumkan salah satu target inisiatif Protect Our Planet untuk tahun 2006 dengan mengurangi hingga 5% emisi CO₂ dari listrik yang digunakan di gerainya. Starbucks memiliki program Coffee and Farmer Equity (CAFE) untuk memperoleh dan mengolah kopi dengan memperhatikan dampak ekonomi, sosial dan lingkungan. Starbucks mendefinisikan sustainability sebagai model yang layak secara ekonomis untuk menjawab kebutuhan sosial dan lingkungan dari semua partisipan dalam rantai pasokan dari petani sampai konsumen.

Profit di sini lebih dari sekadar keuntungan. Profit di sini berarti menciptakan fair trade dan ethical trade dalam berbisnis. Untuk mendapatkan keuntungan diperlukan sebuah etika. Etika yang dimaksud yaitu tidak menekan harga serendah-rendahnya kepada supplier, ikut pada program pemberdayaan produsen misalnya petani Starbucks dan The Body Shop selalu mengaplikasikan fair trade – bukan mencari harga termurah – dalam mencari bahan bakunya.

Menurut Surya T. Djajadiningrat, agar proses pembangunan dapat berkelanjutan harus bertumpu pada beberapa pilar yaitu :

1. kondisi sumber daya alam, agar dapat menopang proses pembangunan secara berkelanjutan perlu memiliki kemampuan agar dapat berfungsi secara berkesinambungan. Sumber daya alam tersebut perlu diolah dalam batas kemampuan pulihnya. Bila batas tersebut terlampaui, maka sumber daya alam tidak dapat memperbaharui dirinya, Karena itu pemanfaatannya perlu dilakukan secara efisien dan perlu dikembangkan teknologi yang mampu mensubsitisi bahan substansinya.
2. kualitas lingkungan, semakin tinggi kualitas lingkungan maka akan semakin tinggi pula kualitas sumber daya alam yang mampu menopang pembangunan yang berkualitas.
3. faktor kependudukan, merupakan unsur yang dapat menjadi beban sekaligus dapat menjadi unsur yang menimbulkan dinamika dalam proses pembangunan. Karena itu faktor kependudukan perlu dirubah dari faktor yang menambah beban menjadi faktor yang dapat menjadi modal pembangunan.

Pembangunan berkelanjutan harus diletakkan sebagai kebutuhan dan aspirasi manusia kini dan masa depan. Karena itu hak-hak asasi manusia seperti hak-hak ekonomi, sosial, budaya, dan hak atas pembangunan dapat membantu memperjelas arah dan orientasi perumusan konsep pembangunan yang berkelanjutan.

Secara lebih kongkrit tidak bisa disangkal bahwa hak manusia atas lingkungan hidup yang sehat dan baik menjadi kebutuhan mendesak sebagai bagian dari hak asasi manusia. Hak atas pembangunan tidak lepas dari ketentuan bahwa proses pembangunan haruslah memajukan martabat manusia, dan tujuan pembangunan adalah demi kemajuan yang terus menerus secara berkelanjutan untuk kesejahteraan manusia secara adil merata.

Dari pendapat John Elkington dan Surya T. Djajadiningrat, dapat disimpulkan bahwa prinsip pilar dasar pembangunan berkelanjutan meliputi,

1. pemerataan dan keadilan sosial. Dalam hal ini, pembangunan berkelanjutan harus menjamin adanya pemerataan untuk generasi sekarang dan yang akan datang, berupa pemerataan distribusi sumber lahan, faktor produksi dan ekonomi yang berkeimbangan (adil), berupa kesejahteraan semua lapisan masyarakat.
2. Menghargai keaneragaman (diversity). Perlu dijaga berupa keanekaragaman hayati dan keanekaragaman budaya. Keanekaragaman hayati adalah prasyarat untuk memastikan bahwa sumber daya alam selalu tersedia secara berkelanjutan untuk masa kini dan yang akan datang. Pemeliharaan keanekaragaman budaya akan mendorong perlakuan merata terhadap setiap orang dan membuat pengetahuan terhadap tradisi berbagai masyarakat dapat lebih dimengerti oleh masyarakat.
3. Menggunakan pendekatan integratif. Pembangunan berkelanjutan mengutamakan keterkaitan antara manusia dengan alam. Manusia mempengaruhi alam dengan cara bermanfaat dan merusak. Karena itu, pemanfaatan harus didasarkan pada pemahaman akan kompleksnya keterkaitan antara sistem alam dan sistem sosial dengan cara-cara yang lebih integratif dalam pelaksanaan pembangunan.
4. Perspektif jangka panjang, dalam hal ini pembangunan berkelanjutan seringkali diabaikan, karena masyarakat cenderung menilai masa kini lebih utama dari masa akan datang. Karena itu persepsi semacam itu perlu dirubah.

2.2.1.4. Dinamika penerapan konsep sustainable development

Konsep pembangunan berkelanjutan meluas dari definisi sebelumnya sebagai isu pelestarian lingkungan menjadi berbagai isu pembangunan yang saling bersifat komplementer. Dokumen Perserikatan Bangsa-Bangsa dalam World Summit tahun 2005 menyatakan pembangunan berkelanjutan terdiri atas tiga pilar yaitu pembangunan ekonomi, pembangunan sosial, dan pelestarian lingkungan yang saling berkaitan dan memperkuat (*interdependent and mutually reinforcing pillars of sustainable development as economic development, social development, and environmental protection*).

Ketiga aspek tersebut tidak bisa dipisahkan satu sama lain, karena ketiganya menimbulkan hubungan sebab-akibat. Aspek yang satu akan mengakibatkan aspek yang lainnya terpengaruh. Istilah berkelanjutan menjadi umum pada berbagai isu pembangunan seperti pertanian berkelanjutan, teknologi, ekonomi berkelanjutan, politik berkelanjutan, kota berkelanjutan, produksi berkelanjutan, dan sebagainya.

Ketiga tujuan pembangunan tersebut tidak memiliki prinsip atau rasionalitas yang selalu selaras sehingga seringkali ditemui konflik tujuan dalam pembangunan. Banyak ragam rasionalitas dalam pembangunan yang mengarahkan pilihan kebijakan pembangunan. Rasionalitas tersebut yaitu: rasionalitas ekonomi, rasionalitas legal, rasionalitas sosial, dan rasionalitas substantif sebagai rasionalitas yang mempertimbangkan semua bentuk rasionalitas.

Rasionalitas ekonomi berdasarkan prinsip efisiensi, rasionalitas sosial berdasarkan nilai sosial seperti keadilan dan pemerataan, rasionalitas lingkungan berdasarkan nilai manfaat ekologi. Apa yang efisien secara ekonomi belum tentu selaras dengan nilai sosial dan nilai ekologi dan sebaliknya memprioritaskan nilai ekologi bisa saja menimbulkan konflik dengan nilai sosial dan nilai ekonomi.

Konsep pembangunan berkelanjutan yang prinsipnya terdiri dari hubungan yang saling mendukung antara pembangunan ekonomi, sosial dan pelestarian lingkungan. Konsep *sustainable development* sebenarnya akan selalu berubah-ubah sesuai dengan konteks waktu dan tempatnya, maka tidak mengherankan apabila konsep ini disertakan dalam konsep perencanaan akan selalu menghadapi adanya konflik tujuan dan kepentingan dalam pengambilan kebijakan arah perubahan pembangunan.

2.2.1.5. Implementasi konsep sustainable pemerintah

Sebagai tindak lanjut dari implementasi pembangunan berkelanjutan, pemerintah Indonesia telah memprakarsai melakukan Kesepakatan nasional dan Rencana Tindak Pembangunan Berkelanjutan. Kesepakatan nasional tersebut berisi:

1. Penegasan komitmen bagi pelaksanaan dan pencapaian pembangunan berkelanjutan sesuai dengan peraturan perundangan dan sejalan dengan komitmen global;

2. Perlunya keseimbangan yang proporsional dari tiga pilar pembangunan berkelanjutan (ekonomi, sosial, dan lingkungan) serta saling ketergantungan dan saling memperkuat;
3. Penanggulangan kemiskinan, perubahan pola produksi dan konsumsi, serta pengelolaan sumber daya alam dan lingkungan yang berkelanjutan.
4. Peningkatan kemandirian nasional.
5. Penegasan bahwa keragaman sumber daya alam dan budaya sebagai modal pembangunan dan perekat bangsa.
6. Perlunya melanjutkan proses reformasi sebagai prakondisi dalam mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan.
7. Penyelenggaraan tata pemerintahan yang baik, pengelolaan sumber daya alam, pola produksi dan konsumsi yang berkelanjutan, dan pengembangan kelembagaan merupakan dimensi utama keberhasilan pembangunan berkelanjutan.
8. Perwujudan dalam pencapaian rencana pelaksanaan pembangunan berkelanjutan bagi seluruh masyarakat, khususnya kelompok perempuan, anak-anak, dan kaum rentan.
9. Perwujudan sumber daya manusia terdidik untuk dapat memahami dan melaksanakan pembangunan berkelanjutan.
10. Kesepuluh, pengintegrasian prinsip pembangunan berkelanjutan ke dalam strategi dan program pembangunan nasional.

Agar pembangunan memungkinkan dapat berkelanjutan maka diperlukan pokok-pokok kebijaksanaan sebagai berikut :

1. Pengelolaan sumber daya alam perlu direncanakan sesuai dengan daya dukung lingkungannya. Dengan mengindahkan kondisi lingkungan (biogeofisik dan sosekbud) maka setiap daerah yang dibangun harus sesuai dengan zona peruntukannya, seperti zona perkebunan, pertanian dan lain-lain. Hal tersebut memerlukan perencanaan tata ruang wilayah (RTRW), sehingga diharapkan akan dapat dihindari pemanfaatan ruang yang tidak sesuai dengan daya dukung lingkungannya.

2. Proyek pembangunan yang berdampak negatif terhadap lingkungan perlu dikendalikan melalui penerapan analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL) sebagai bagian dari studi kelayakan dalam proses perencanaan proyek. Melalui studi AMDAL dapat diperkirakan dampak negatif pembangunan terhadap lingkungan.
3. Penanggulangan pencemaran air, udara dan tanah mengutamakan.
4. Pengembangan keanekaragaman hayati sebagai persyaratan bagi stabilitas tatanan lingkungan.
5. Pengembangan kebijakan ekonomi yang memuat pertimbangan lingkungan.
6. Pengembangan peran serta masyarakat, kelembagaan dan ketenagaan dalam pengelolaan lingkungan hidup
7. Pengembangan hukum lingkungan yang mendorong peradilan menyelesaikan sengketa melalui penerapan hukum lingkungan.
8. Pengembangan kerja sama luar negeri.

2.2.2. Enam Logics dalam metode desain “Sustainable”

Penerapan konsep eko-arsitektur nyatanya tidak terbatas pada fitur yang didukung oleh teknologi semata, sebagaimana yang terjadi pada negara-negara maju tersebut. Guy dan Farmer (2001) dalam Olga (2011) mengemukakan setidaknya ada enam *logics* (yang disebutnya sebagai *the six competing logics of sustainable architecture*) yang berhubungan dengan pembangunan arsitektur berkelanjutan. Guy dan Farmer (2001) melihat *logics* dalam hal ini ini bukanlah sebagai sesuatu yang terpisahkan satu dengan yang lain namun lebih merupakan sekumpulan sistem ide, gagasan dan pengelompokan yang dihasilkan, dihasilkan kembali atau mengalami transformasi.

Environmental logics dalam hal ini menggambarkan isu yang mendominasi permasalahan dalam lingkungan tersebut, sehingga masing – masingnya memiliki pendekatan yang berbeda. Keenam *logics* ini adalah *eco – technic, eco – centric, eco – centric, eco – aesthetic, eco – cultural, eco – medical, eco – social*.

Dalam penerapannya kemudian, *environmental logics* tersebut bukanlah sesuatu yang sangat kaku, namun dapat menyesuaikan dengan isu, permasalahan dan konsep

lingkungan yang ada *Eco-technic* misalnya, menekankan pada ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai alat untuk memecahkan permasalahan lingkungan yang ada.

Salah satu contoh pendekatan *eco-technic* dalam suatu bangunan dapat terlihat pada penggunaan *intelligent facades*, *photovoltaic*, *translucent insulation* dan pendekatan – pendekatan teknologi lainnya, yang secara garis besar tingkat keberhasilannya dapat terukur secara kuantitatif, antara lain seperti adanya penurunan jumlah konsumsi energi pada bangunan, sampah dan sebagainya.

Hal ini berbeda dengan pendekatan *eco-centric* yang melihat bahwa permasalahan lingkungan terlalu kompleks untuk hanya diselesaikan dengan pendekatan ilmu pengetahuan dan teknologi. Pendekatan ini lebih menekankan pada sistem dan ilmu ekologi dalam hubungan dinamis yang tidak terlepas antara makhluk hidup dan tak hidup. Keberhasilan dengan pendekatan ini terlihat dengan berkurangnya ecological footprint dari bangunan tersebut dan berkurangnya dampak negatif terhadap lingkungan.

Lain halnya dengan pendekatan *eco-aesthetic* yang menekankan pada adanya kreativitas individu dan percaya bahwa keselamatan dunia manusia berpusat pada hati manusia. *Eco-aesthetic* sendiri mengarah pada *organicism*, *expressionism*, *chaotic* dan *non-linear*, yang keseluruhannya berdasarkan pada ecological model.

Sedangkan *eco-cultural* sendiri menekankan adanya perhatian pada masalah lingkungan dan kebudayaan secara bersama-sama, pelestarian pada keberagaman dari budaya – budaya yang ada berdasarkan pada budaya lokal, yang terekspresikan dalam transformasi dan penggunaan kembali teknik – teknik konstruksi tradisional, termasuk di dalamnya adanya penyesuaian terhadap iklim mikro maupun makro.

Lebih lanjut, *eco-medical* menekankan bahwa kesehatan individu memiliki peranan penting dalam kesehatan lingkungan. Pendekatan ini melihat bahwa penggunaan teknologi pada bangunan, pemisahan manusia dari lingkungan alam dan hilangnya kontrol manusia atas lingkungan sekitarnya merupakan akar permasalahan. Dalam prinsip ini, kesehatan dapat membantu menciptakan lingkungan kehidupan yang lebih baik.

Dalam pendekatan yang keenam, *eco-social* melihat bahwa kerusakan lingkungan merupakan suatu bentuk dominasi manusia yang mendominasi lingkungan. *Eco-social* lebih menggunakan strategi yang bersifat sosial, desentralisasi unit – unit sosial menjadi

unit yang lebih kecil, adanya communal unit, penggunaan teknologi menengah yang memegang prinsip – prinsip ekologi, yang tujuan utamanya untuk menciptakan masyarakat yang sehat, mandiri dan bertanggung jawab terhadap lingkungannya

2.2.3. Parameter Sustainable Architecture

Beberapa kerangka “*Sustainable Architecture*” telah disampaikan berbagai pihak, tetapi mungkin yang terdekat dengan keilmuan arsitektur ialah yang diungkapkan oleh UIA (*Union internationale des Architectes*) pada Deklarasi Copenhagen pada 7 Desember 2009. UIA adalah organisasi asosiasi arsitek non-profit yang mewakili lebih dari satu juta arsitek di 124 negara. Dalam Deklarasi Copenhagen tersebut, UIA menyampaikan bahwa bangunan dan industri konstruksi berdampak kepada perubahan iklim yang terjadi saat ini. Dan berbagai dampak ini dapat dikurangi dengan menentukan bentuk sistem lingkungan binaan.

Konsep Strategi Desain Berkelanjutan UIA ini dapat didefinisikan lebih detail dalam 9 butir, yaitu :

1. *Include all stackholder's*

Sustainable by Design dimulai pada tahapan awal proyek dan melibatkan komitmen seluruh pihak termasuk klien, desainer, insinyur, pemerintah, kontraktor, pemilik, pengguna, dan komunitas untuk melakukan pembangunan dengan visi sustainable yang searah.

2. *Life cycle building's*

Metode berbasis cradle to grave (analisis keseluruhan siklus dari proses produksi hingga proses daur ulang) digunakan untuk mengevaluasi sebuah produk yang paling baik dalam pemakaian jumlah energy, biaya, dan dampak lingkungan

3. *Social Interaction*

Perancangan arsitektur harus memuat sistem interaktif yang kompleks untuk stimulan-stimulan interaksi sosial

4. *Efficiency energy*

Sustainable by Design harus mengoptimalkan efisiensi melalui desain. Penggunaan energi terbarukan, teknologi modern dan ramah lingkungan harus terintegrasi dalam praktek penyusunan konsep arsitektural

5. *Healthy material's*

Pemilihan material pada perancangan arsitektur harus mencari “healthy materials” untuk menciptakan tatanan ekologis yang sehat antara manusia dengan lingkungan serta dapat memberi kesan estetik yang menginspirasi.

6. *Reduction carbon imprints*

Permasalahan global warming merupakan masalah seluruh umat manusia. Konsep pada perancangan arsitektur, sebisa mungkin harus membantu mengurangi tingkat pemanasan global.

7. *Upgrading people economic*

Konsep sustainable harus terus mengusahakan untuk meningkatkan kualitas hidup, mempromosikan kesetaraan baik lokal maupun global, memajukan kesejahteraan ekonomi, serta menyediakan kesempatan – kesempatan untuk kegiatan bersama masyarakat dan pemberdayaan masyarakat;

8. *Intergration urban dan rural*

Point ini berbicara tentang sistem desa-kota yang terintergrasi, pengolahan tapak yang tidak merusak tatanan lingkungan sekitar (dapat berpengaruh pada sistem kerja alam) serta keterikatan antara populasi urban dalam akses penyediaan air bersih, udara, makanan, tempat tinggal, pekerjaan, pendidikan, kesehatan, kebudayaan dan lain – lain.

9. *Appreciate local-culture*

Terakhir, Sustainable by Design mendukung pernyataan UNESCO mengenai pengakuan akan kekayaan kearifan lokal.

2.2.3.1. **Healthy material**

Salah satu parameter perancangan sustainable by design ialah *healthy material*. Pemilihan bahan bangunan dapat berpengaruh pada kesehatan Anda, karena dari bahan bangunan, dapat timbul pencemaran udara dan gangguan kesehatan akibat terlepasnya gas beracun, bahan-bahan karsinogenik (penyebab kanker), dan sebagainya. Beberapa *Paper: The International Living Future Institute's Living Building Challenge* bahan material yang dapat mengganggu kesehatan yaitu :

1. Chlorinated Plastics (PVC)

PVC sering digunakan dalam pembuatan pipa, cat, kabel, karpet, lantai vilil. PVC berbahaya karena berpotensi menghasilkan dioxin yang bersifat karsinogen dan berbahaya bagi kesehatan ginjal dan reproduksi. Bahan yang dapat digunakan sebagai pengganti PVC adalah Polyurethane.

2. Formaldehid

Formaldehid dapat banyak ditemukan pada berbagai bagian dan bahan bangunan seperti wallpaper, *finishing* lantai, jenis-jenis kain tertentu, dan berbagai alat rumah tangga. Proses *finishing* lantai dengan resin yang diolah dengan asam akan menghasilkan zat formaldehid hingga lantai mengering. Wallpaper juga berpotensi mengeluarkan zat formaldehid, terlebih ketika belum ditempel, wallpaper dalam mengeluarkan 700 mikrogram formaldehid per meter persegi tiap jamnya. Paparan formaldehid dalam jangka lama dapat meningkatkan risiko kanker otak dan leukemia.

3. Heavy Metal

Beberapa heavy metal yang berbahaya adalah Timbal, Merkuri, Cadmium serta Kromium. Timbal (Pb) sering dijumpai pada berbagai bahan atap dan beberapa produk PVC. Kromium (Cr) sering dijumpai pada produk stainless steel yang sering terdapat pada berbagai furnitur rumah tangga. Timbal dan Merkuri berpotensi mengakibatkan kerusakan syaraf, ginjal, reproduksi dan mengganggu pertumbuhan anak-anak. Sedangkan Cadmium dan Kromium berbahaya bagi kesehatan ginjal, paru-paru dan bersifat karsinogen.

4. Asbestos

Asbes tersusun dari fiber-fiber mineral alami yang sangat tipis. Asbes termasuk bahan atap yang murah, ringan dan tahan lama namun ternyata beberapa jenis fiber yang terkandung dalam asbes dapat membahayakan manusia. Fiber yang terkandung dalam asbes bila terhirup paru-paru tidak akan dapat dikeluarkan kembali oleh tubuh. Fiber ini akan berada didalam paru-paru selamanya, dan akan memunculkan berbagai penyakit bagi manusia, seperti penyakit asbestosis dan kanker.

5. Cadmium

Kandungan zat cadmium pada produk cat. Produk tersebut mengandung polutan berbahaya yang disebut Persistent Bioaccumulative and Toxic (PBT). Dalam studi Universitas Brown di Amerika Serikat menunjukkan bahwa wanita dalam kategori usia subur mengalami gangguan perkembangan otak janin akibat polutan tersebut

Selain bahan-bahan diatas masih terdapat banyak bahan bangunan yang berbahaya bagi kesehatan antara lain ter (konstruksi kayu yang diawetkan), politur dan melamin (finishing konstruksi kayu), hidrokarbon (lapisan kedap air), strytol (pelindung termal), gas radon (tanah), amoniak, tinner, plumbum oksida dan etil alkohol (pengecatan), *Chlorofluorocarbons [CFCs]*, *Chloroprene [Neoprene]*, *Halogenated Flame Retardants*, *Hydrochlorofluorocarbons [HCFCs]*, *Lead [added]*, *Mercury*, *Petrochemical Fertilizers*, *Pesticides*⁴⁵, *Phthalates*, *Wood treatments containing Creosote*, *Arsenic* dan *Pentachloropheno*

Pada saat ini banyak dikembangkan bahan-bahan finishing berbahan dasar air, yang lebih ramah lingkungan karena kandungan bahan kimia organik yang mudah menguap lebih rendah. Berbagai bahan material rumah tinggal yang baik digunakan sebenarnya tersedia cukup banyak. Bahan material ini biasanya langsung berasal dari alam dan tidak melalui industri yang melibatkan bahan kimia berbahaya. Contoh material bangunan yang sehat menurut *Paper: The International Living Future Institute's Living Building Challenge* antara lain:

Tabel 2.5 : material healthy

Bahan material dari <i>natural</i>	Bahan material dari <i>non-natural</i>
Batu alam	Beton
Tanah liat	Batako
Berbagai macam Kayu	Conblok
Bambu	Kaca

Atap Rumbia	Baja Ringan
Ijuk	Aluminium
Alang-alang	Kalsiboard
Berbagai material dari tanah	fiberglass
Rammed Earh	vinyl
Wool	Steel
	Fiberglass

Sumber : Paper: The International Living Future Institute's Living Building Challenge

2.2.3.2. Life cycle analysis

Life cycle analysis atau biasanya disebut juga *life cycle assessment* merupakan sebuah metode berbasis *cradle to grave* (analisis keseluruhan siklus dari proses produksi hingga proses daur ulang) digunakan untuk mengevaluasi sebuah produk yang paling baik dalam pemakaian jumlah energy, biaya, dan dampak lingkungan. Tahap daur hidup produk dimulai dari pengambilan bahan baku sampai dengan produk itu selesai digunakan oleh konsumen, bahkan pengolahan limbah. Garis besar *life cycle building* terbagi menjadi tiga point yaitu :

1. *The product life cycle*
2. *Life cycle of waste*
3. *Life cycle of energy*

Penerapan LCA sejak kelahirannya di tahun 1960 sampai dengan awal 1990 belum begitu luas, namun sejak 1990 setelah dilakukan pengembangan beberapa metodologi yang dapat diterima secara luas penerapan LCA mengalami kemajuan yang sangat pesat sehingga meraih pengakuan sejumlah standar internasional seperti ISO 14040 – 14043. Tahun 1993 ISO membentuk *Technical Committee (TC) 207* untuk memantapkan ISO 14000 sebagai standar manajemen lingkungan yang terdiri atas 6 (enam) isu lingkungan 6 yaitu:

3 (tiga) isu pertama berkaitan dengan penilaian atas organisasi:

1. Environmental Management Systems (EMS) –sertifikasi ISO 14001.
2. Environmental Auditing (EA) – sertifikasi ISO 14010 – 12.
3. Environmental Performance Evaluation (EPE) - sertifikasi ISO 14031.

3 (tiga) isu kedua berkaitan dengan standar penilaian atas produk:

4. Environmental Labeling (EL) – sertifikasi ISO 14020 – 24.
5. Life Cycle Analysis (LCA) – sertifikasi ISO 14040 – 43.
6. Environmental Aspects In Product Standards (EAPS).

Keunggulan LCA sebagai instrumen evaluasi yang sudah dipraktekkan sejak awal tahun 1970-an, dapat digunakan baik sebagai alat evaluasi atas proses-proses konseptual maupun alat evaluasi kuantitatif, selain dapat membantu menciptakan suatu proses yang konsisten dalam skala global melalui tiga komponen dasarnya:

1. Inventarisasi Efek
2. Analisis Dampak
3. Analisis Perbaikan

Di masa mendatang perhitungan atas proses produksi barang dan jasa serta pengendalian limbah menjadi bagian dari seluruh tanggung jawab dan bukan menjadi bahan pemikiran kedua di kemudian hari. Untuk itu diperlukan perhatian besar atas daur–hidup–produk, artinya tidak hanya memperdulikan penciptaan dan penggunaan material dalam manufaktur akan tetapi juga memperdulikan apa yang akan terjadi pada produk di akhir kegunaannya (Frosch, Robert.1995). Saat ini para ahli rekayasa telah menambahkan *design for disassembly* atau desain yang dapat dibongkar kembali, *design for recycling* atau desain yang dapat didaur ulang, dan *design for environment* atau desain yang mempertimbangkan aspek lingkungan ke dalam perbendaharaan desain mereka.

Hal senada dikemukakan oleh Brenda dan Robert Vale melalui “*Green Architecture*”-nya: “Paradigma arsitektur berubah”, pernyataan ini dilontarkan karena terdapat kecenderungan perubahan arah desain ke arah desain-desain yang: hemat energi, senantiasa bekerja dengan iklim, meminimasi penggunaan sumber-sumber daya baru, menghargai pengguna, menghargai tapak, dan holisme.

Demikian pula halnya, melalui *Designing With Nature*, Ken Yeang menawarkan konsep rancangan arsitektur melalui pendekatan ekologi. Pendekatan ekologi Yeang meliputi tahap-tahap analisis, sintesis, dan evaluasi yang didasari teori Value in Building T.Markus tahun 1973. Pada tahap penilaian Yeang telah memperhatikan daur-hidup setiap tahap pada kriteria evaluasi yaitu proses produksi, konstruksi, konsumsi, dan proses pemulihan. Pada tahap tersebut Yeang memandang hasil rancangan arsitektur sebagai system siklik yang memperhatikan from *source to sink* yang dapat dianalogikan dengan *cradle-to-grave* yaitu mulai dari pengambilan sumber daya sampai dengan kondisinya yang tidak berharga.

Dari beberapa amatan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa memandang arsitektur sebagai sistem yang berarti memperhitungkan daur hidup bangunan dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur merupakan pemikiran yang sangat tepat bagi arsitektur dalam turut bertanggungjawab atas semakin menipisnya sumber-sumber daya khususnya sumber daya energi yang tidak terbarukan.

Dalam hal membangun gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur, LCA dapat memberi gambaran tentang dampak lingkungan yang akan terjadi akibat proses daur-hidup-gedung bersangkutan, yaitu :

1. *Cradle* atau kelahiran suatu gedung diawali dengan pengambilan bahan baku, akan membutuhkan sejumlah energi dan biaya serta mengakibatkan dampak lingkungan.
2. *Product manufacture transportation* atau transportasi manufaktur produk juga akan mengalami hal yang sama dengan butir 1.
3. *Construction and fitting out* atau pembangunan dan penyesuaian juga akan mengalami hal yang sama dengan butir 1.
4. *Operation and maintenance* atau operasi dan pemeliharaan akan memerlukan energi operasional dan biaya serta mengakibatkan dampak lingkungan.
5. *Grave* atau kematian: renovation and demolition yaitu proses perbaikan dan penghancuran juga akan mengalami hal yang sama dengan butir 1.

Dalam kontes arsitektur, instrumen sejenis LCA atau sistem arsitektur bukanlah strategi perancangan arsitektur karena tidak menawarkan metodologi baru sebagai

arahan-arahan bagi proses perancangan arsitektur. Di satu sisi desain arsitektur yang relatif baik senantiasa difokuskan kepada integrasi antara faktor-faktor fungsi dan bentuk, estetika, teknik, dan seterusnya, di sisi lain instrument sejenis LCA justru dihubungkan dengan isu-isu kualitas dan keandalan.

Desain arsitektur yang selama ini kita mengerti sebagai hasil dari proses mengganti ide-ide bentuk dan estetika secara konstan dengan menggunakan kemampuan teknik untuk memanipulasi material dan bentuk, telah terbukti menjadikan penampilan desain arsitektur lebih sebagai suatu isu yang kompleks dan multi dimensional. Artinya penampilan arsitektur lebih dikaitkan dengan penciptaan makna bagi para penggunanya, merefleksikan nilai-nilai budaya, hal yang berhubungan dengan isu-isu ketidakpastian seperti identitas, status, serta segala hasrat manusiawi para pengguna yang ditujukan untuk menggugah emosi dan kepekaan melalui sentuhan, penciuman, warna, dan perabaan.

Adapun LCA dalam konteks arsitektur sebagai desain yang memperhatikan daur-hidup bangunannya tidak akan merubah satu pun hal-hal tersebut di atas akan tetapi justru menambah dimensi lain berupa penekanan pada kualitas yaitu sesuatu yang lebih jelas, nyata, dan dapat didefinisikan. Memperhitungkan daur-hidup-gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur, tidak lain sebagai upaya untuk menciptakan taraf kehidupan yang lebih baik di dalam tekanan ekonomi yang semakin keras sebagai akibat semakin merosotnya kualitas lingkungan serta semakin menipis dan terbatasnya sumber-sumber daya khususnya sumber daya energi yang tidak terbarukan.

Sebagai bagian dari industri konstruksi yang senantiasa melibatkan *energy producing*, arsitektur tidak lagi dapat berdiam diri dan hal ini terbukti dari keperdulian para teoritis dan praktisi arsitektur atas permasalahan tersebut. Mungkin akan timbul kekhawatiran pada sebagian arsitek dengan hadirnya wacana ini, namun hal ini tidak perlu terjadi karena seperti yang telah diuraikan di atas memperhitungkan daur-hidup-gedung dalam sistem arsitektur dengan cara menganalisis energi, biaya, dan dampak-dampak lingkungan lain yang akan terjadi dengan menggunakan instrumen sejenis LCA yang berbasis paradigm cradle-to-grave, sama sekali bukan paradigm shifting atas strategi-strategi atau metoda perancangan arsitektur yang sudah ada selama ini namun lebih bersifat paralel, beriringan, dan komplementer.

Pada dasarnya proses perencanaan dan perancangan arsitektur masih dapat menghasilkan desain yang selama ini senantiasa dikaitkan dengan penciptaan makna bagi para penggunanya yang ditujukan untuk menggugah emosi dan kepekaan mereka, sedangkan di sisi lain memperhitungkan daur–hidup–gedung dalam sistem arsitektur menawarkan desain yang lebih meminimasi dampak-dampak lingkungan akibat daur–hidup–gedung dalam konteks gedung sebagai produk sistem arsitektur atau lebih tepat menawarkan desain yang berhubungan dengan isu-isu kualitas dan keandalan.

2.3. Konteks lokalitas

Lokalitas dalam hal ini adalah juga sebuah `perbedaan` yang secara spatiality memang terbentuk dari dimana Lokalitas itu tumbuh atau ditumbuhkan. Ini membawa pengertian bahwa ada perbedaan antara Lokalitas yang satu dengan yang lain. Meminjam Lewis Mumford, maka ada lima point dalam kita memandang nilai ke-lokalitas-an :

1. Lokalitas bukan hanya terpaku dari kebesaran sejarah, seperti misalnya banyak bangunan bersejarah yang diidentifikasi sebagai `vernacular brick tradition`.

Bagi Mumford bahwa bentuk-bentuk yang digunakan masyarakat sepanjang peradabannya telah membentuk struktur koheren yang melekat dalam kehidupannya. Sebuah kekeliruan ketika mencoba meminjam sejarah dari sebuah tradisi yang langsung ditranfer dalam sebuah ruang yang kosong – ruang yang dihasilkan adalah ruang yang tidak memiliki jiwa.

Mumford menekankan bahwa tugas kita tidak hanya membuat imitasi sebuah masa lampau tetapi mencoba mengerti dan memahaminya, lalu mungkin suatu saat kita berhadapan dan menyetujuinya dalam kesamaan semangat kekreatifan.

Tugas kita bukan hanya meminjam material atau meng-copy sebuah contoh kontruksi dari sesuatu satu atau dua abad yang lalu, tetapi seharusnya mulai mengetahui tentang diri kita, tentang lingkungan untuk mengkreasikan sebuah arsitektur yang bertradisi lokal.

2. Lokalitas adalah tentang bagaimana melihat bahwa seharusnya sebuah tempat memiliki sentuhan personal, untuk sebuah keindahan yang tidak terduga.

Yang terpenting dari semua yang kita lakukan adalah membuat orang-orang merasa seperti di rumah dalam lingkungannya. Lokalitas harus dimunculkan karena memang dibutuhkan sebagai sebuah jawaban terhadap kebutuhan manusia. Ada kebutuhan social – ekonomi bahkan politik serta lingkungan dalam jiwa Lokalitas itu sendiri.

3. Lokalitas dalam perkembangannya harus memanfaatkan teknologi yang berkelanjutan, dan ini menjadi penting dalam membangun sebuah tradisi baru.

Dalam dunia yang semakin carut-marut ini, sebuah tradisi harus selalu ditempatkan dalam konteks tentang hidup di dunia. Sebuah tradisi adalah tinggal kenangan apabila tradisi itu tidak dapat bernegosiasi dengan mesin-mesin teknologi yang memang menebarkan candu. Membuat Lokalitas menjadi pintar adalah membuat Lokalitas yang dapat berkelanjutan dalam teknologi yang tepat guna.

4. Lokalitas harus memberikan kegunaan terhadap penggunanya, modifikasi terhadap Lokalitas harus dibuat bukan hanya sekedar memenuhi kebutuhan.

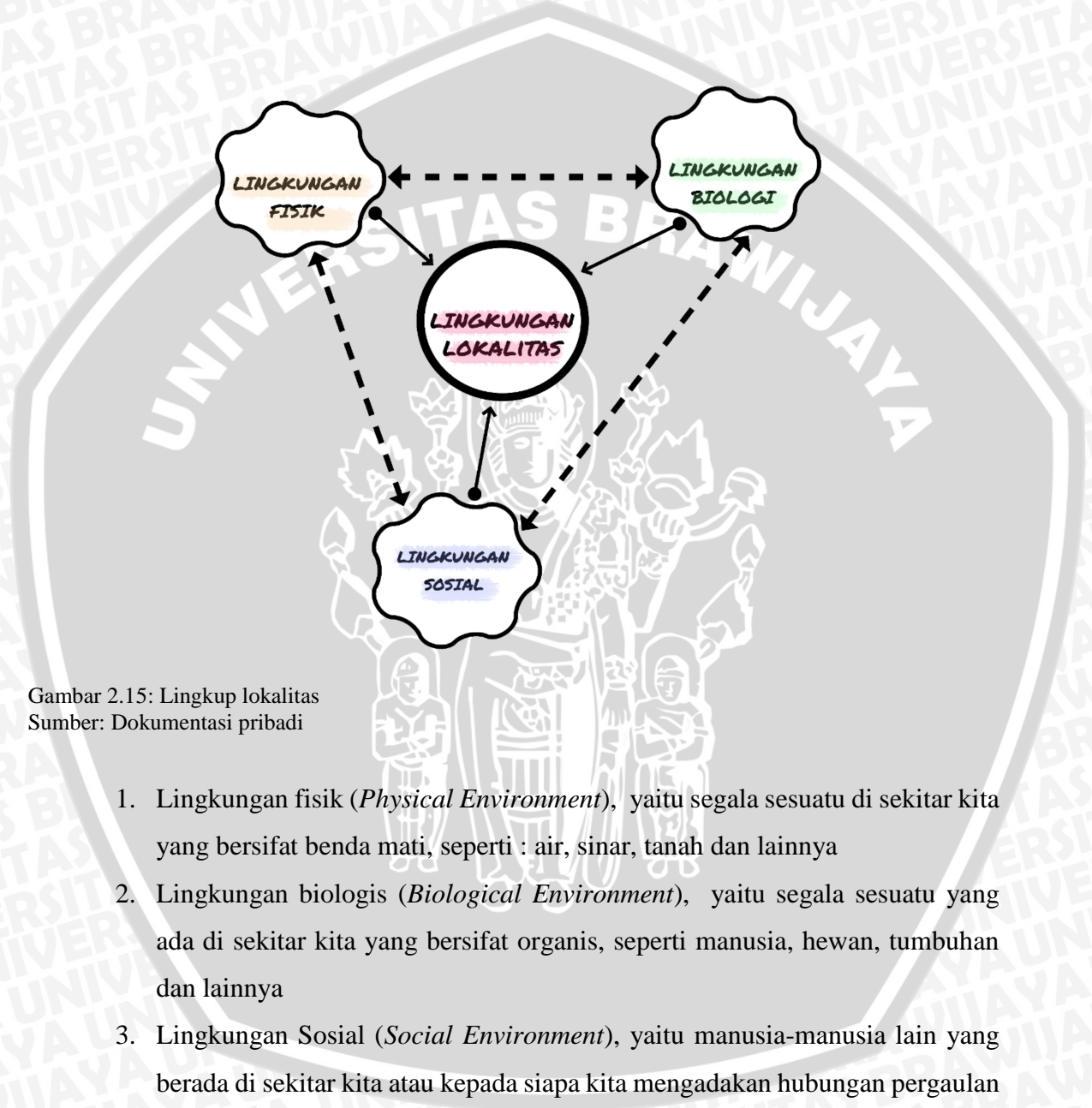
Lokalitas setidaknya harus dapat dikaji dalam nilai keteraturannya, kooperatif, kekuatannya, kesensifitasannya, juga terhadap karakter dari komunitas dimana Lokalitas ingin ditempatkan.

5. Global dan Lokalitas bukanlah sesuatu yang harus dipertentangkan tetapi mereka saling melengkapi, Mumford menekankan perlu ada keseimbangan diantara mereka. Keseimbangan dimana Global men-print mesin-mesin kapitalis sedang Lokal mem- print komunitas.

6. Lokalitas perlu menempatkan dirinya sebagai sesuatu yang utama dalam nilai keuniversalan. Memaknai Lokalitas artinya memaknai tentang bagaimana kita melakukan pembelajaran tentang sejarah bangunan, material, latar belakang social, isu-isu konservasi, konstruksi bangunan. yang pada akhirnya keunikan sebuah Lokalitas dalam arsitektur adalah

tentang bagaimana material lokal – teknologi dan formasi social dapat ditransfers dalam bahasa arsitektur yang segar

Untuk mempermudah pembagian konteks lokalitas pada perancangan ini, secara garis besar pembagian konteks lokalitas dibagi atas 3 hal yaitu :



Gambar 2.15: Lingkup lokalitas
Sumber: Dokumentasi pribadi

1. Lingkungan fisik (*Physical Environment*), yaitu segala sesuatu di sekitar kita yang bersifat benda mati, seperti : air, sinar, tanah dan lainnya
2. Lingkungan biologis (*Biological Environment*), yaitu segala sesuatu yang ada di sekitar kita yang bersifat organis, seperti manusia, hewan, tumbuhan dan lainnya
3. Lingkungan Sosial (*Social Environment*), yaitu manusia-manusia lain yang berada di sekitar kita atau kepada siapa kita mengadakan hubungan pergaulan

2.3.1. Lingkungan fisik

2.3.1.1. Gambaran umum

Kawasan pesisir adalah daerah transisi antara daratan dan lautan. Kawasan pesisir dipengaruhi oleh sifat-sifat laut, seperti pasang surut, angin laut, dan perembesain air asin,

begitu pula oleh proses alami daratan seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang bersifat destruktif seperti pencemaran tanah dan air.

1. Resiko pembangunan kawasan pesisir
 - a. Terganggunya kehidupan lingkungan yang ada disana sebelumnya
 - b. Terjadinya kerusakan-kerusakan tapak sejarah pertumbuhan awal kawasan
 - c. Tercemarnya lingkungan akibat sisa-sisa aktivitas yang terjadi
 - d. Terhalangnya nilai intrinsik laut oleh fasilitas-fasilitas yang terbangun

Resiko-resiko tersebut dapat diminimalisir atau bahkan dihindari melalui perencanaan penataan lahan yang tepat, pembuatan tempat-tempat penampungan limbah secara merata, serta tata bangunan yang baik (Suwandono, 2000).













2. Pengembangan kawasan pesisir yang berwawasan lingkungan
 - a. Menciptakan keterkaitan tata air, tata hijau, tata ruang dan tata peruntukan lahan pesisir dalam skala kota besar yang terpadu
 - b. Udara, tanah, sedimen, dan air di pesisir harus bersih dari pencemaran yang dapat mengancam keselamatan manusia dan makhluk hidup lainnya
 - c. Sejauh mungkin keragaman dan produktivitas vegetasi pesisir dilestarikan, demikian pula proteksi dan pemulihan atas ekosistem alam dan masyarakat
 - d. Perlu dikembangkan suatu jaringan ruang terbuka hijau untuk menghubungkan habitat alam dengan masyarakat lokal
 - e. Kepadatan dan desain bangunan di kawasan pesisir harus menghindari hambatan visual (visual barrier) ke arah laut atau mengganggu pandangan ke laut
 - f. Desain dan landscape kawasan pesisir harus memproteksi pemandangan, penekanan diberikan pada desain yang sensitif. Massa bangunan harus mempertimbangkan hubungan laut, bangunan dan ruang terbuka, penggunaan warna, tekstur dan material yang harmonis. Terdapat publik nodes berupa plaza, taman, pedestrian, dan fasilitas rekreasi untuk kepentingan umum

2.3.1.2. Iklim

Karakteristik iklim site berada digaris ekuator, beriklim tropis basah dengan 2 musim yaitu musim kemarau dan musim hujan. Menurut BMKG pada tahun 2012 provinsi Gorontalo pada bulan juni sampai september mengalami musim kemarau dan

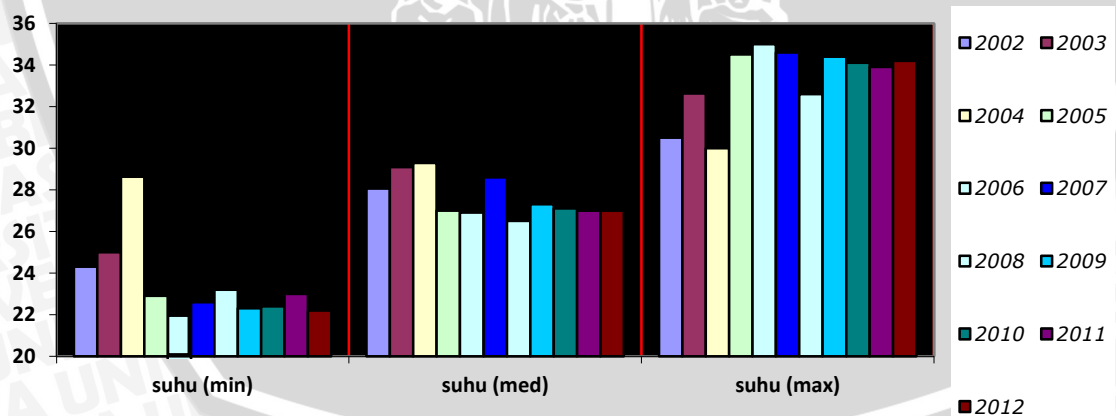
pada bulan november sampai dengan april memasuki musim hujan, sedangkan dua masa peralihan musim terjadi pada bulan mei untuk memasuki musim kemarau dan pada bulan oktober untuk memasuki masa peralihan musim penghujan.

Tabel 2.6 Suhu bulanan Provinsi Gorontalo

	JAN U ARI (C°)	FEB U ARI (C°)	MARE T (C°)	APRI L (C°)	MEI (C°)	JUNI (C°)	JULI (C°)	AGU S TUS (C°)	SEPT E MBE R (C°)	OKT O BER (C°)	NOVE M BER (C°)	DESE M BER (C°)
JENIS SUHU												
SUHU (MAX)	32,7	32,5	31,9	33	32,9	33,6	33,9	34,1	33,7	33,1	32,5	32,5
SUHU (MEDIA N)	27,1	26,7	26,5	26,8	27,6	28	28,2	27,8	28,3	27,2	26,5	26,8
SUHU (MIN)	22,6	22,8	22,7	22,9	23,2	23,5	23,2	23,8	22,8	23,2	23,7	22,6

Sumber: Data BMKG Jallaludin

Dalam periodisasi waktu 10 tahun terakhir (2002-2012), karakteristik iklim Provinsi Gorontalo naik turun diambang $\pm 1-3$ °C pada tahun 2002-2008 dan cenderung stabil pada tahun 2008-2012 dengan suhu minimum 22.6-23.4 °C, suhu rata-rata 26.8-27.8 °C dan suhu maksimal 32.1-34.4 °C



Gambar 2.16 diagram batang suhu tahunan

Sumber : Data BMKG Jallaludin

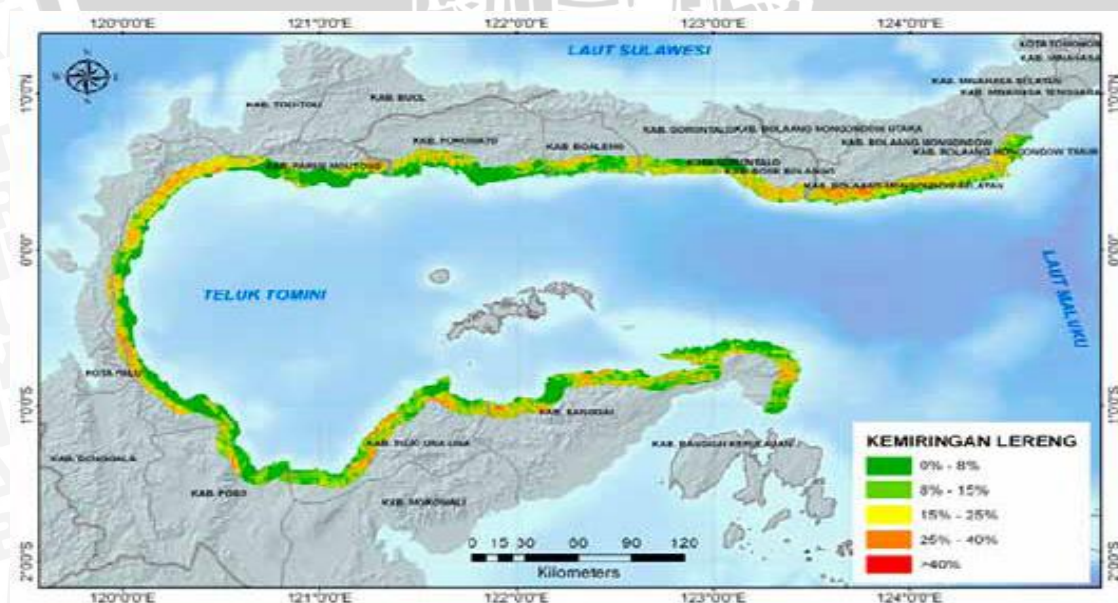
Curah hujan berlangsung tidak merata pada setiap bulan karena fluktuasi naik turun kecepatan angin musim tenggara dan angin yang bertiup dari utara hingga timur teluk tomini.

Hari hujan mencapai 215 hari dalam setahun dan curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember-Januari dengan kecepatan angin mencapai 5-10 Knot dan maximum tinggi gelombang mencapai 0,5-2,0. Musim Kemarau terpanas terjadi pada bulan Juni-Juli dengan dengan kecepatan angin 1,75 knot dengan kelembaban rata-rata 83,34 % dan tinggi gelombang signifikan antara 0,2-1,2(BPS, 2012).

2.3.1.3. Topografi

Wilayah Provinsi Gorontalo mempunyai topografi yang sebagian besar merupakan daerah dataran, perbukitan dan pegunungan. Wilayah KotaGorontalo adalah yang terletak pada elevasi yang paling rendah, dari 0 sampai 500 meter di atas permukaan laut. Kabupaten Gorontalo terdiri dari wilayah dataran dan pegunungan berada pada elevasi bervariasi, dari 0 sampai 2.065 m dari permukaan laut. Kabupaten Boalemo terdiri dari wilayah dengan topografi datar sampai bergunung terletak pada ketinggian dengan variasi dari 0 sampai 2.100 m dari permukaan laut.

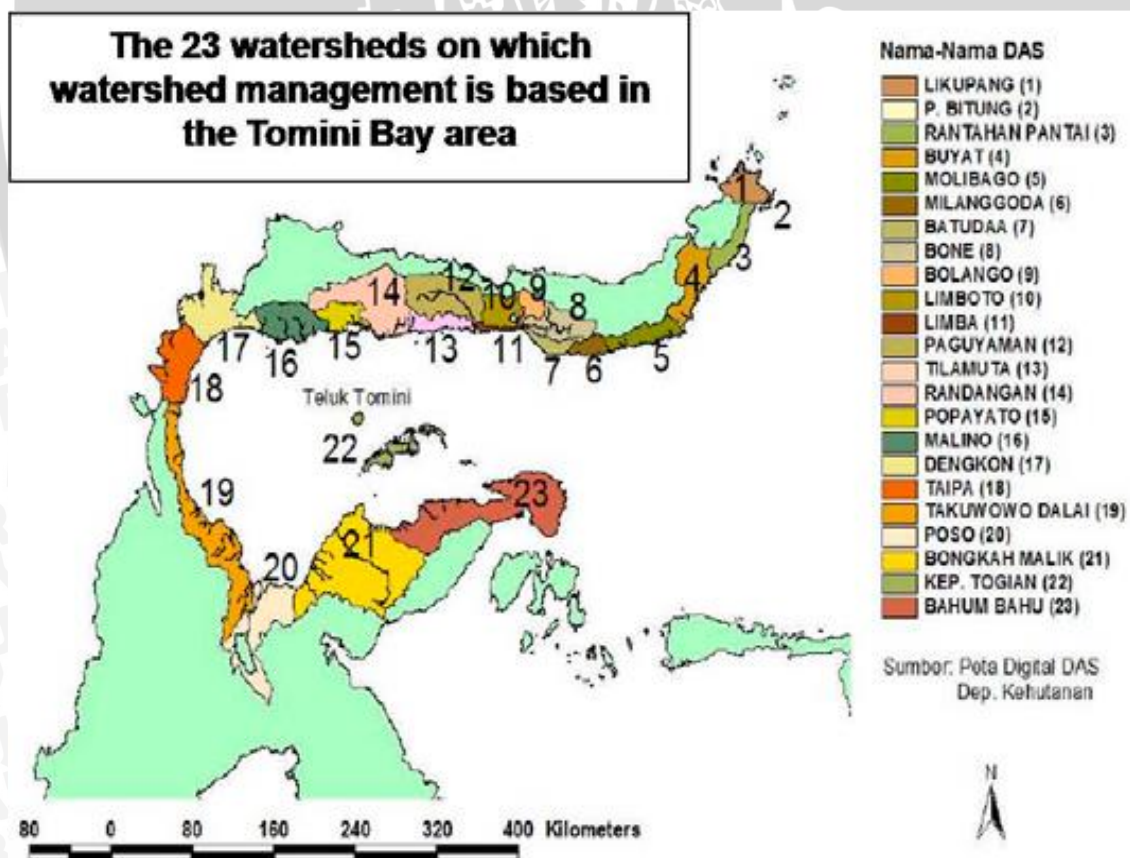
Kabupaten Pohuwato terletak pada elevasi 0 sampai 1.920 m yang ditemukan di daerah perbatasan dengan Sulawesi Tengah. Kabupaten Bone Bolango mempunyai topografi dengan variasi antara 0 sampai 1.954. Kabupaten Gorontalo Utara mempunyai topografi dengan ketinggian yang berbeda-beda, dengan variasi ketinggian antara 0 sampai 1.970 m dari permukaan laut.



Gambar 2.17 Topografi sekitar Teluk Tominni
Sumber : Program SUSCLAM (2012:14)

2.3.1.4. Hidrologi

Kawasan Teluk Tomini memiliki kompleksitas tinggi dari aspek hidrologi, dengan sejumlah besar sungai dan anak sungai yang mengalir ke Teluk, dimana banyak diantaranya berasal dari pegunungan yang jaraknya tidakterlalu jauh dari laut. Selain itu, terdapat sejumlah besar sumur artesis, mata air dan beberapa danau. Sungai Paguyaman yang terletak di Kabupaten Boalemo adalah sungai terpanjang dengan panjang aliran 99,3 km. Sedangkan sungai yang terpendek adalah Sungai Bolontio dengan panjang aliran 5,3 kmyang terletak di Kabupaten Gorontalo Utara. Dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi disebutkan sistem pengelolaan sumber daya air dilakukan dengan berbasis Wilayah Sungai (WS) yang meliputi WS strategis Nasional dan WS Strategis Provinsi. WS Strategis Nasional yaitu WS Paguyaman dan WS lintas Provinsi meliputi WS Limboto-Bolango-Bone dan WS Randangan.



Gambar 2.18 Nama-nama DAS
Sumber : Program SUSCLAM (2012:14)

Menurut Gorontalo dalam angka tahun 2012, Provinsi Gorontalo memiliki sejumlah daerah aliran sungai, yaitu :

Tabel 2.7 Anak Sungai di wilayah Provinsi Gorontalo

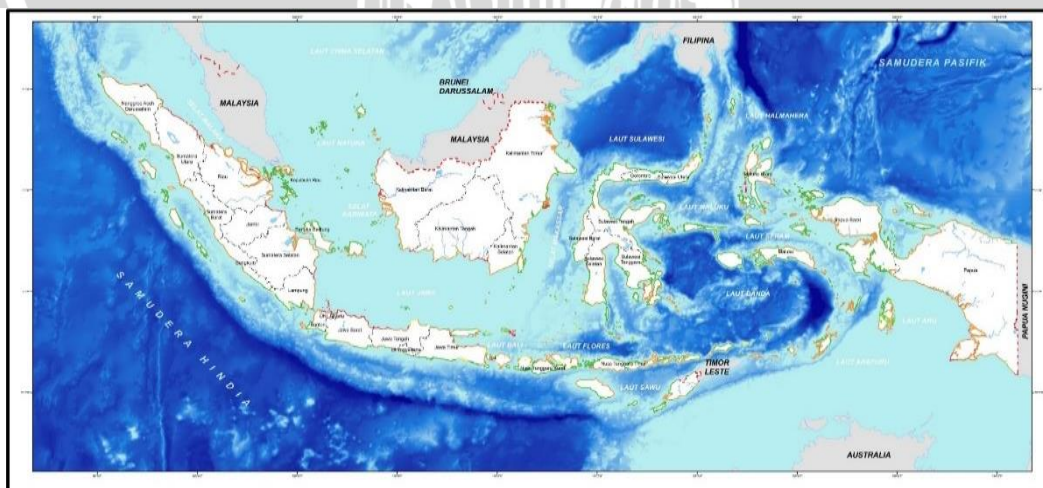
Kabupaten/Kota	Sungai	Panjang
Boalemo	Paguyaman	99,3
	Paguat	96,1
Kabupaten Gorontalo	Bionga	24,2
	Bulango	32,6
Pohuwatu	Milango	84,2
	Randangan	80,2
	Batudulangan	49,2
	Popayato	40,6
	Lemito	24,5
Bone Bolango	Bone	90,2
	Bilungala	32,6

	Bilungala	32,6
Kota Gorontalo	Tamalate	32,4

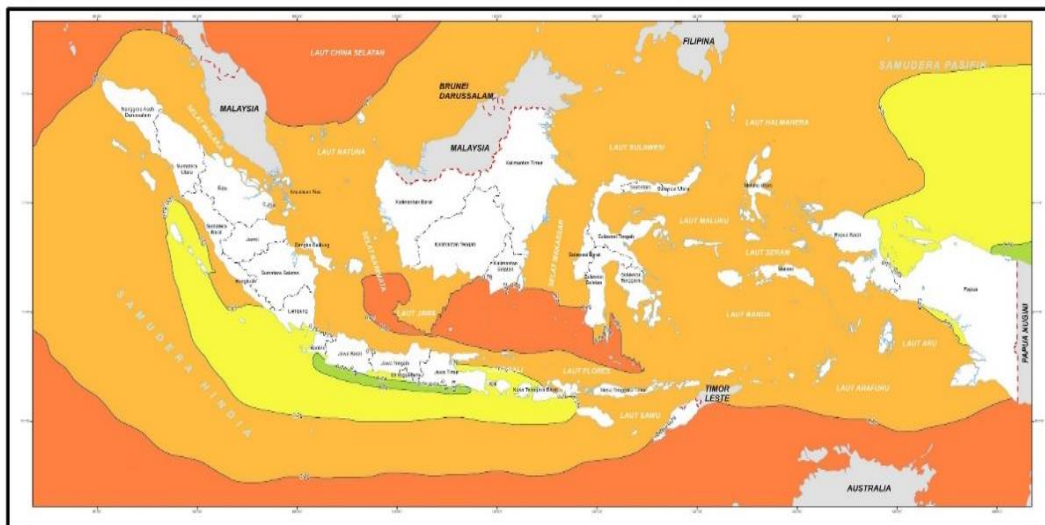
Sumber :Gorontalo dalam Angka,(2009)

2.3.1.5. Batimetri dan Arus

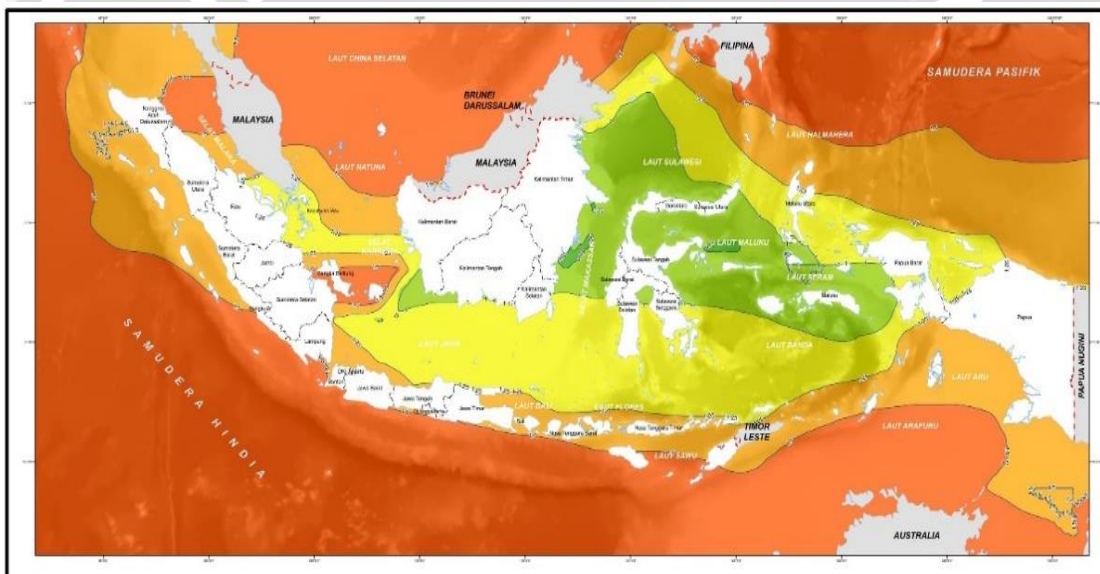
Perairan dalam (lebih dari 2.000 meter) terdapat pada bagian mulut Teluk serta di pertengahan bagian barat Teluk Tomini. Kepulauan Togean terletak pada paparan relatif dangkal yang hampir menyeberangi Teluk Tomini namun ke arah utara terpisah dari paparan perairan pesisir oleh cekungan yang relatif sempit dan dalam, sementara ke arah tenggara, paparan relatif dangkal tersebut memanjang hingga menyatu dengan wilayah pesisir Kabupaten Banggai. Warna biru yang paling pucat di sekitar pesisir adalah garis kedalaman 200 meter, dan secara umum jaraknya bermil-mil dari garis pantai. Meskipun demikian, peta (peta navigasi) menunjukkan bahwa di beberapa tempat, khususnya sepanjang pantai berpegunungan, garis kedalaman 100 meter sangat dekat dengan garis pantai dengan dasar laut berupa jurang di bawah air.



Gambar 2.19: Peta Geomorfologi pantai di Indonesia
 Sumber : kkp.go.id



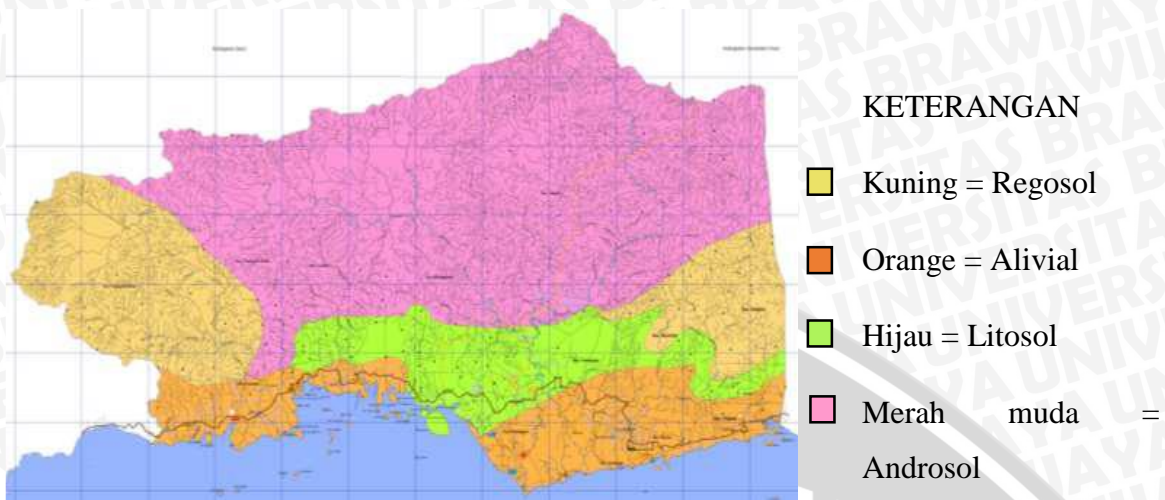
Gambar 2.20 Peta Upwelling rata-rata perairan Indonesia
 Sumber : kkp.go.id



Gambar 2.21 Peta rata-rata tinggi gelombang perairan Indonesia
 Sumber : kkp.go.id

2.3.1.6. Jenis Tanah

Kabupaten Pohuwato didominasi oleh jenis tanah andosol, laterit, grumusol, dan podsolik yang penyebarannya berada di wilayah Kecamatan Popayato Timur, Lemito, Wanggarasi, Taluditi, Patilanggio dan Buntulia. Sementara untuk jenis tanah regosol, litosol, organosol, dan renzina dominan tersebar di wilayah Papayato Barat, dan Dengilo. Sedangkan untuk wilayah Kecamatan Marisa, Duhiadaa, dan Paguat lebih didominasi oleh jenis tanah alluvial, glei planosol, hidromorf kelabu laterit air tanah.



Gambar 2.22 Jenis Tanah
 Sumber : RTRW Kabupaten Pohuwato 2012-2032

2.3.1.7. Potensi Material (Lingkup Fisik)

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 08 Tahun 2010 pasal 4 ayat 1, yang menyebutkan bahwa salah satu kriteria bangunan ramah lingkungan yaitu menggunakan material bangunan lokal. Dalam standar ASHRAE disebutkan bahwa suatu bangunan dikatakan ramah lingkungan bila menggunakan minimal 15% material lokal dari total bahan bangunan yang digunakan. Material lokal yang dimaksud dalam standar ASHRAE adalah material atau bahan bangunan yang diproduksi dalam radius 500 mil (800 km).

Tabel 2.8: Potensi material lingkup fisip

Nama material	Lokasi	Fungsi
Gibsum	Mamboro Kec. Palu Utara Kota Palu, Kendek Kecamatan Banggai Kabupaten Bangkep	pembuatan semen portland
Batu Gamping	Kabupaten Poso; desa Marowo, Cempa, Sonsarin, Wegone dan Motongisi (cadangan 13,67 milyar m ³)	bahan baku pembuatan kapur, bahan baku semen, bahan



	<p>Kabupaten Morowali; Kecamatan Lembo (4,131 milyar m³)</p> <p>Kabupaten Bangkep; perbatasan Siledok dengan Siuma (75 juta m³) Desa Kendek dusun Bilang dan Desa Tekan (268,75 juta m³) Kecamatan Bulagi (77,4 milyar m³), Kecamatan Liang (29,038 milyar m³)</p> <p>Kabupaten Banggai Kecamatan Lamala (3,255 milyar m³) Kecamatan Pagimana (12,746 m³).</p> <p>Kabupaten Buol, Kecamatan Biau (6,91 milyar m³)</p> <p>Kabupaten Ganti, Kabonga, Maleni, Kecamatan Banawa (0,5 milyar m³); Daerah Kaliburu, Batusuya, Daerah Loro Kecamatan Sindue (12 Juta m³) ; Kabupaten Donggala</p>	<p>bangunan, industri keramik</p>
Batu Apung	<p>Kabupaten Banggai Kecamatan Lamala (3,255 milyar m³) Kecamatan Pagimana (12,746 m³).</p>	<p>bahan baku pembuatan kapur, bahan baku semen, bahan bangunan, industri keramik</p>
Lempung dan Tanah Liat	<p>Kecamatan Poso Kec. Pamona Utara (23,754 juta m³); Kec. Poso Pesisir, Lage Kabupaten Banggai, Kec. Lamala (74,48 juta m³), Kec. Pagimana (22,5 juta m³)</p>	<p>industri keramik (gerabah), bahan baku semen portland,</p>

	Kabupaten Buol Kec. Biau (40,88 juta m ³) Desa Kolonodale, Kec. Petasia; Desa Tende Kec. Moro Atas Kab. Morowali	bahan genteng, batu dan tanah urug
Granit	di Kecamatan Banawa dan Tawaili Kabupaten Donggala dan Kabupaten Tolitoli.	Material pondasi bangunan, alas badan jalan, campuran beton dalam bentuk fraksi ukuran dari split pasir debu sebagai pemecahan granit, sebagai panel prasasti, dinding ekterior, tegel, tangga bangunan, batu nisam dll
Pasir dan Batu (Sirtu)	Terdapat pada hampir setiap sungai disekitar teluk tomini	Terdapat pada hamper setiap sungai disekitar teluk tomini bahan bangunan, pengisi coran, pembuatan tegel dan dekorasi bangunan
Diorit dan Andesit	di Kecamatan Banawa dan Tawaili Kabupaten Donggala dan Kabupaten Tolitoli.	konstruksi bangunan, alas jalan raya, campuran beton bertulang, bahan konstruksi darat dan air, bahan arsitektur dan ornamen

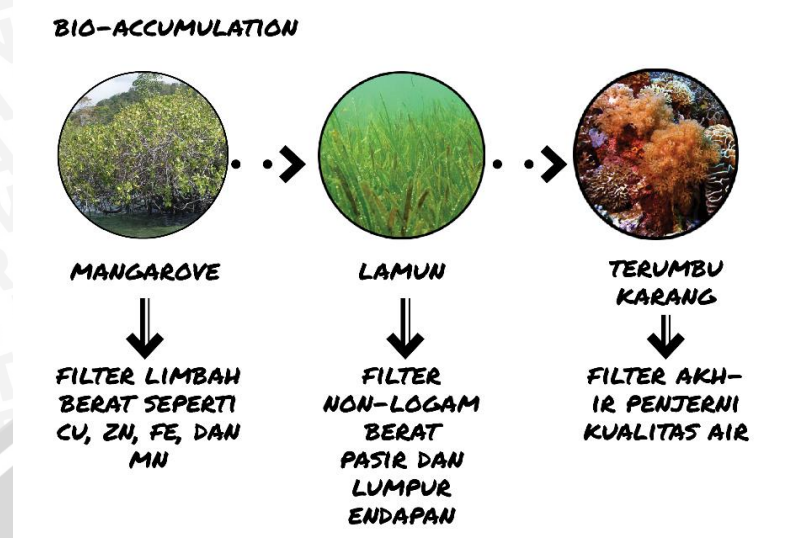
<p>Pasir Felspar-Kuarsa</p>	<p>Kabupaten Donggala</p> <p>Sepanjang pantai desa Ogoamas sampai Lenju, desa Siboang, Tonggolobibi dan desa Malonas sampai Sabang Kecamatan Damsol (cadangan 15,91 juta m³)</p> <p>Sepanjang pantai Sibayu, Tambu, Mepanga dan Lambonga Kec. Balaesang (cadangan 22,72 juta m³)</p> <p>Pantai Lende Kec. Sirenja (cadangan 0,5 juta m³)</p> <p>Kabupaten Tolitoli</p> <p>Lare, Malala dan Sikumbia Kec. Dondo (cadangan 6,2 juta m³)</p> <p>Sekitar pantai Ogotua desa Kabinuang Kec. Dampal Utara (cadangan 3,4 juta m³)</p> <p>Sekitar pantai Semutu dan Pepe, Kecamatan Dampal Selatan (cadangan 3,75 juta m³)</p>	<p>. bahan keramik, semen portland, isolator rendah sampai menengah, industri kaca dan kertas</p>

Sumber: Pohuwato dalam angka 2014

2.3.2. Lingkungan biologi

2.3.2.1. Hirakhi pelindung ekosistem pesisir

Hirakhi pelindung ekosistem pesisir terdiri dari tiga layer yang saling berkolerasi. Tiga layer tersebut terdiri dari mangrove, lamun dan terumbu karang.



Gambar 2.23 : Hirakhi pelindung ekosistem pesisir

Sumber : Profil Teluk Tomini hal 28

1. Mangarove

Mangrove merupakan habitat ideal pesisir pantai. Morfologi *mangrove* yang khas baik dari bentuk batang, tajuk maupun system perakarannya sangat mendukung peranannya sebagai pelindung awal daerah pantai.

Mangrove merupakan habitat ideal pesisir pantai. Morfologi *mangrove* yang khas baik dari bentuk batang, tajuk maupun system perakarannya sangat mendukung peranannya sebagai pelindung alami daerah pantai. Adapun beberapa fungsi *mangrove* adalah sebagai berikut :

- a. Perlindungan pantai: pohon-pohon yang kuat dan berakar banyak berfungsi sebagai peredam ombak dan mempercepat pengendapan Lumpur yang dibawa sungai-sungai di sekitarnya. Tanaman *mangrove* dapat berfungsi sebagai penahan abrasi, pelindung pemukiman penduduk dan sarana perhubungan (jalan);
- b. Pengendalian banjir: ekosistem tanaman *mangrove* yang banyak tumbuh di pantai dapat berfungsi mengendalikan banjir;
- c. Penyerap bahan pencemaran dan polutan: tanaman *mangrove* yang tumbuh di sekitar perkotaan atau pusat permukiman dan jalan perhubungan dapat berfungsi sebagai penyerap bahan pencemaran, gas buang kendaraan, industri dan lain sebagainya; zn,mn,fe,cu

- d. Sumber energi lingkungan perairan: daun tanaman *mangrove* yang berguguran oleh jasad-jasad mikroorganisme diurai menjadi komponen bahan organik, menjadi sumber makan biota perairan seperti udang, kepiting dan lain sebagainya. Bagi daerah hutan *mangrove* di sepanjang pantai akan merupakan daerah perawatan udang dan nener (*nursery ground*);
- e. Penunjang kondisi lingkungan: hutan *mangrove* banyak bermanfaat bagi manusia dimana dengan peralatan baik dan dikonversi untuk menunjang program ekstensifikasi tambak dan budidaya laut;
- f. Sumber produksi kayu: sejak dahulu telah dieksploitasi untuk berbagai kegunaan, yaitu kayu baker, arang, bahan baku pulp/kertas, bahan penyamak dan bahan bangunan;
- g. Sumber produksi akuatik: sejak dulu terkenal sebagai penghasil bahan organik yang merupakan mata rantai jaringan makanan di daerah pantai, tempat bertelur dan memijah binatang perairan (ikan, udang), dan tempat berlindung (suaka alam), berbagai jenis burung (burung, kalong) dan binatang mamalia lainnya;
- h. Sumber rekreasi: merupakan tempat rekreasi yang nyaman, tempat olahraga, memancing, berperahu dan rekreasi burung (seperti burung pemakan ikan = blekok 9 rawa, pecuk ular dan trinil dll) Kegiatan wisata ini di samping memberikan pendapatan langsung bagi pengelola melalui penjualan tiket masuk dan parkir, juga mampu menumbuhkan perekonomian masyarakat di sekitarnya dengan menyediakan lapangan kerja dan kesempatan berusaha, seperti membuka warung makan, menyewakan perahu, dan menjadi pemandu wisata;
- i. Sumber pelindung: hutan *mangrove* merupakan pelindung terhadap tenaga angin dan gelombang, sehingga daerah belakangnya terhindar erosi pantai, menahan instruksi air laut ke daratan, mencegah laju erosi, menambah luas daratan melalui pengendapan lumpur ke daratan.

- j. Bioaccumulation and depuration of *Zn* and *Cd* in *mangrove* oysters
(*Crassostrea rhizophorae*, Guilding, 1828)

2. Lamun

Manfaat Lamun Bagi Ekosistem Lamun berperan penting terhadap kesehatan ekosistem terumbu karang. Ekosistem padang lamun menyaring sedimen yang berasal dari daratan ke arah laut. Sedimen bisa berupa pasir, lumpur atau bahkan sampah yang bisa menutupi karang dan menyebabkan karang stres.

Sedimen di ekosistem padang lamun juga dimanfaatkan menjadi materi organik yang bisa berguna bagi ekosistem terumbu karang. Daun lamun yang terbawa ke ekosistem terumbu karang dapat terurai menjadi senyawa yang dibutuhkan oleh biota terumbu karang. Pada ekosistem lamun, juga menjadi tempat memijah beberapa biota terumbu karang, seperti ikan baronang dan beberapa jenis bintang laut. Lamun juga merupakan makanan bagi penyu.

Padang lamun juga berperan sebagai perantara transfer materi dari ekosistem mangrove ke ekosistem terumbu karang. Biota dari padang lamun juga bisa menjadi makanan bagi biota terumbu karang, karena terkadang, biota dari padang lamun, baik secara sengaja atau tidak bisa ke ekosistem terumbu karang. Secara fisik, sebagaimana diterangkan di atas, padang lamun juga telah mengubah lingkungan laut menjadi lebih tenang dan memerangkap berbagai sedimen.

Perakaran lamun yang membentuk jalinan akar rimpang di bawah lapisan sedimen, telah membantu menstabilkan dasar laut serta melindunginya dari erosi pantai (abrasi) dan pasang surut. Tutupan (coverage) tajuk rumput lamun ini juga memberikan naungan dari cahaya matahari langsung, menciptakan iklim mikro khusus di dasar perairan. Pada saat air laut surut, daun-daun lamun melindungi substrat dari teriknya matahari dan mencegah penghuninya dari kekeringan yang mematikan.

3. Terumbu Karang

Terumbu karang mengandung berbagai manfaat yang sangat besar dan beragam, baik secara ekologi maupun ekonomi. Estimasi jenis manfaat yang terkandung dalam terumbu karang dapat diidentifikasi menjadi dua yaitu manfaat langsung dan manfaat tidak langsung. Manfaat dari terumbu karang yang langsung dapat dimanfaatkan oleh manusia adalah

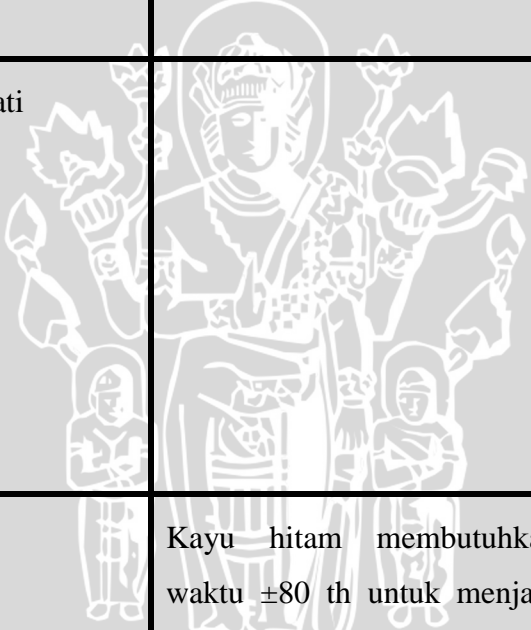
- a. Sebagai tempat hidup ikan yang banyak dibutuhkan manusia dalam bidang pangan, seperti ikan kerapu, ikan baronang, ikan ekor kuning), batu karang.
- b. Penelitian dan pemanfaatan biota perairan lainnya yang terkandung di dalamnya.
- c. Penahan abrasi pantai yang disebabkan gelombang dan ombak laut.

2.3.2.2. Potensi material (Lingkup biologi)

Tabel 2.9: Potensi material lingkup biologi

Bahan Material	Material Bangunan	Deskriptif	Lokasi
Pohon Mangarove	Kayu Mangarove	Ketahanan Kayu mangarove akan pengaruh iklim pesisir membuat kayu ini baik untuk dimanfaatkan pada elemen eksterior pada bangunan	Disekitar tapak
Pohon Saninten	Kayu Saninten	Kayu saninten termasuk dalam golongan kayu kelas 2 (sedang-keras) dan tingkat pengawetan kelas 3 (sukar dalam proses pengawetan). Pemanfaatan kayu ini sebagai elemen bangunan difungsikan	

		untuk lantai, dinding papan, kolom, ceiling, dan atap	
Pohon Oak	Kayu Oak	Kayu oak memiliki diameter yang besar sekitar ± 100 cm dan ukiran dasar kayu yang cantik sehingga pemanfaatan kayu ini baik untuk dimanfaatkan sebagai elemen-elemen bangunan yang membutuhkan beban horizontal dan mempercantik elemen bangunan	
Pohon Sagu	Kayu Sagu	Pada masa lampau kayu sagu dimanfaatkan sebagai elemen papan dinding oleh masyarakat sekitar. Pohon sagu yang memiliki kerapatan serat yang tinggi sehingga ketika material ini dijadikan elemen bangunan dapat mereduksi resonansi bunyi dan kedap akan air	
Daun Pohon Sagu	Atap ijuk	Daun ini pada masa lampau dimanfaatkan sebagai penutup atap karena sifatnya yang kedap air	
Pohon kauri	Kayu kauri	kayu kauri tergolong dalam jenis kayu yang mempunyai sifat lunak dan ringan sehingga	

		pemanfaatan kayu ini sebagai material bangunan lebih banyak difungsikan sebagai ceiling bangunan	
Rotan			Kacamatan Pagimana
Pohon Damar	Kayu Damar		Kabupaten Morowali; Kecamatan Lembo
Pohon Jati	Kayu Jati		Kecamatan banawa dan Tawaili Kabupaten Donggala dan Kabupaten Tolitoli.
Pohon hitam		Kayu hitam membutuhkan waktu ±80 th untuk menjadi material siap pakai. Lamanya waktu pertumbuhan membuat pemakaian material kayu hitam lebih banyak difungsikan sebagai material finishing atau beberapa elemen yang akan diekspose	bagian tengah dan utara Pulau Sulawesi, sehingga sebagian besar penyebaran alami berada di wilayah Teluk Tomini,
Bambu			

Sumber : Pohuwato dalam angka 2010-2013

2.3.2.3. Potensi vegetasi lokal penyerap CO₂

Setiap jenis tanaman memang memiliki kadar penyerapan karbondioksida yang berbeda-beda. Banyak faktor dan sebab yang mempengaruhi hal ini, antara lain berdasarkan mutu klorofil yang ada dalam daun, yang ditentukan oleh banyak sedikitnya magnesium yang menjadi inti klorofil.

Semakin besar tingkat magnesium yang dikandung dalam klorofil tumbuhan, warna daun akan semakin berwarna hijau gelap. Sehingga membantu mengoptimalkan proses fotosintesis yang terjadi.

Vegetasi lokalitas penyerap polutan pada Kabupaten dibagi ke dalam jenis tanaman yaitu :

1. Jenis Rumput

Tabel 2.10 : jenis rumput penyerap polutan

NO.	JENIS TANAMAN	RATA-RATA PENGURANGAN CO	
		(ppm)	(%)
10.	Rumput Gajah (<i>Pennisetum purpureum</i>)	0.372	51.67
11.	Pacing (<i>Costus malortianus</i>)	0.296	41.11
12.	Kriminil Merah (<i>Althernanthera ficoidea</i>)	0.253	35.14

Sumber: (Kusminingrum,N .2012)

2. Jenis Perdu

Tabel 2.11 : jenis perdu penyerap polutan

NO.	JENIS TANAMAN	RATA-RATA PENGURANGAN CO	
		(ppm)	(%)
1.	Iriansis (<i>Impatien sp</i>)	0.638	88.61
2.	Dawolong (<i>Acalypha compacta</i>)	0.626	86.94
3.	Nusa Indah Merah (<i>Mussaenda erythrophylla</i>)	0.590	81.94
4.	Saliara (<i>Lantana camara</i>)	0.580	80.56
5.	Oleander (<i>Nerium oleander</i>)	0.580	80.56
6.	Kacapiring (<i>Gardenia jasminoides</i>)	0.580	80.56
7.	Harendong (<i>Melastoma malabathricum</i>)	0.567	78.75
8.	Wilkesiana Merah (<i>Acalypha wilkesiana</i>)	0.557	77.36
9.	Anak Nakal (<i>Durante erecta</i>)	0.484	67.22
10.	Walisongo (<i>Schefflera arboricola</i>)	0.483	67.08
11.	Pecah beling (<i>Sericocalyx crispus</i>)	0.481	66.81
12.	Sadagori (<i>Tumeria ulmifolia</i>)	0.465	64.58
13.	Lollipop merah (<i>Pachystachys coccinea</i>)	0.408	56.67
14.	Azalea (<i>Rhododendron indicum</i>)	0.388	53.89
15.	Teh-tehan (<i>Acalypha capillipes</i>)	0.386	53.61
16.	Kembang sepatu (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>)	0.236	32.78

Sumber: (Kusminingrum,N .2012)

3. Jenis Semak

Tabel 2.12: jenis semak penyerap polutan

NO.	JENIS TANAMAN	RATA-RATA PENGURANGAN CO	
		(ppm)	(%)
1.	Philodendron (<i>Philodendron sp</i>)	0.664	92.22
2.	Graphis merah (<i>Hemigraphis bicolor</i>)	0.634	88.06
3.	Myana (<i>Fresine herbstii</i>)	0.551	76.53
4.	Maranta (<i>Maranta sp</i>)	0.529	73.47
5.	Pentas (<i>Pentas lanceolata</i>)	0.518	71.94
6.	Mutiara (<i>Pilea cadierei</i>)	0.499	69.31
7.	Babayeman Merah (<i>Aerva sanguinolenta</i>)	0.490	68.06
8.	Gelang (<i>Portulaca grandiflora</i>)	0.489	67.92
9.	Plumbago (<i>Plumbago auriculata</i>)	0.431	59.86

Sumber: (Kusminingrum,N .2012)

4. Jenis Pohon

Tabel 2.13 : jenis pohon penyerap polutan

NO.	JENIS TANAMAN	RATA-RATA PENGURANGAN CO	
		(ppm)	(%)
1.	Ganitri (<i>Elaeocarpus sphaericus</i>)	0.587	81.53
2.	Bungur (<i>Lagerstroemia flos-reginae</i>)	0.567	78.75
3.	Cempaka (<i>Michellia champaca</i>)	0.528	73.33
4.	Kembang Merak (<i>Caesalpinia pulcherrima</i>)	0.508	70.56
5.	Saputangan (<i>Maniltoa grandiflora</i>)	0.506	70.28
6.	Tanjung (<i>Mimusops elengi</i>)	0.501	69.58
7.	Kupu-kupu (<i>Bauhinia sp</i>)	0.501	69.58
8.	Acret (<i>Spathodea campanulata</i>)	0.428	59.44
9.	Asam kranji (<i>Pithecellobium dulce</i>)	0.267	37.08
10.	Felicism (<i>Filicium decipiens</i>)	0.207	28.75
11.	Galinggem (<i>Bixa orellana</i>)	0.169	23.47

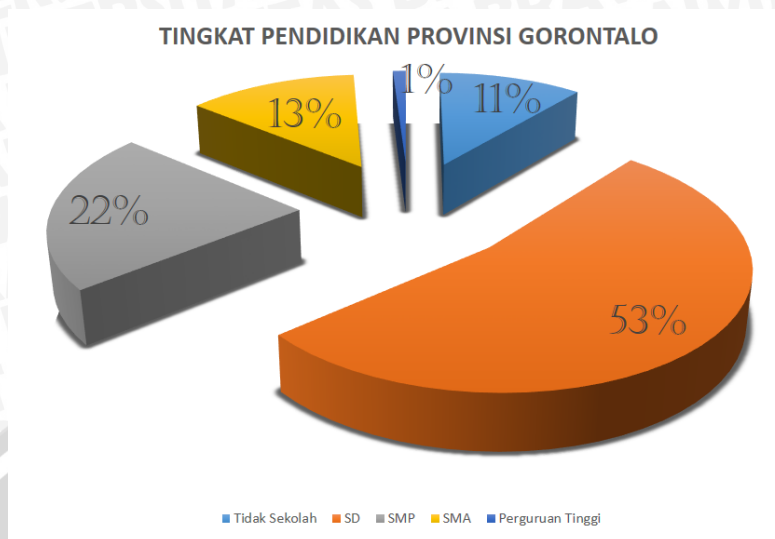
Sumber: (Kusminingrum,N .2012)

2.3.3. Lingkungan Sosial

2.3.3.1. Tinjauan Demografi

1. Aspek pendidikan

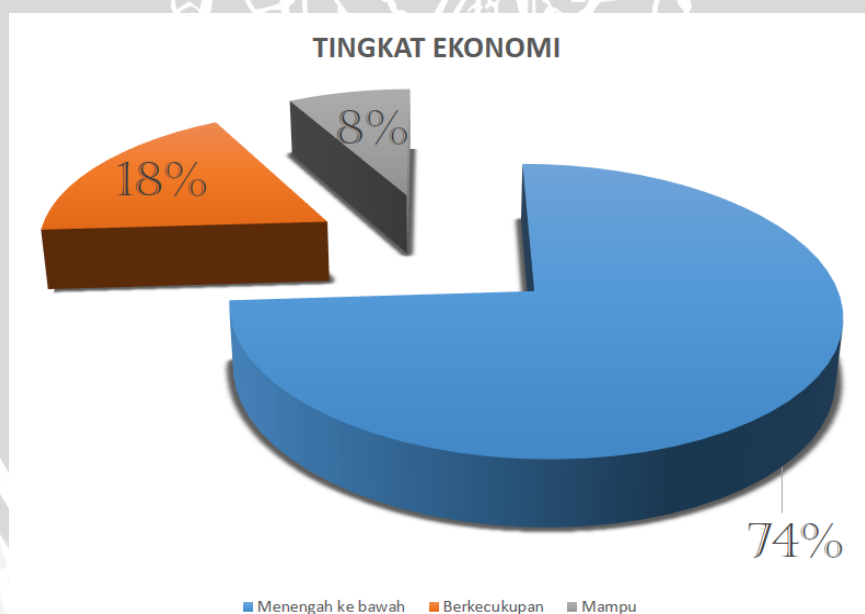
Berdasarkan data dari Puhuwato dalam angka 2014, dapat diketahui bahwa tingkat pendidikan di Kabupaten Puhuwato masih tergolong rendah.



Gambar 2.24 Diagram tingkat pendidikan
 Sumber : Pohuwato dalam angka 2014

2. **Aspek ekonomi**

Berdasarkan data dari Pohuwato dalam angka 2014, dapat diketahui bahwa tingkat ekonomi di Kabupaten Pohuwato masih didominasi oleh masyarakat menengah ke bawah

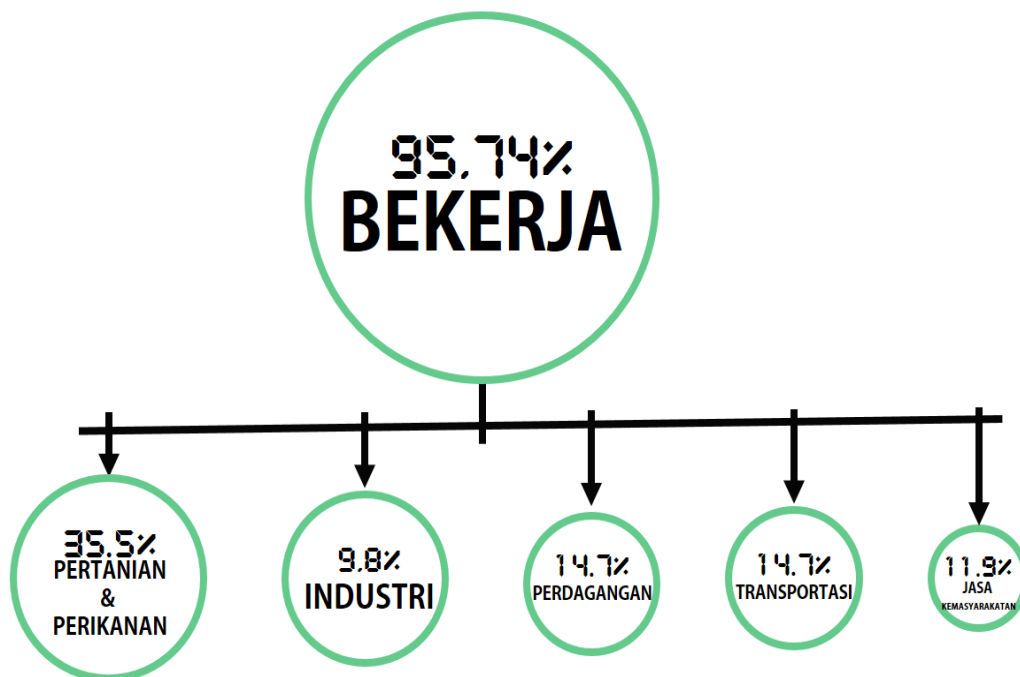


Gambar 2.25 Diagram tingkat ekonomi
 Sumber : Pohuwato dalam angka 2014

3. **Jenis pekerjaan**

Berdasarkan data dari Pohuwato dalam angka 2014, dapat diketahui bahwa jenis pekerjaan yang mendominasi pada Kabupaten Pohuwato ialah jenis pekerjaan yang berhubungan dengan pertanian dan perikanan.





Gambar 2.26 Diagram jenis pekerjaan
Sumber : Puhwato dalam angka 2014

2.3.3.2. Tinjauan Rumah adat

Tinjauan Adat suku bajo diambil dari penelitian tesis saudara Juhana (2000) yang berjudul PENGARUH BENTUKAN ARSITEKTUR DAN IKLIM TERHADAP KENYAMANAN THERMAL RUMAH TINGGAL SUKU BAJO DIWILAYAH PESISIR BAJOE KABUPATEN BONE SULAWESI SELATAN.

Lokasi penelitian terletak pada 13°30'30" BT dan 543'30" LS dengan ketinggian 24 m dari permukaan air laut. Penelitian saudara Juhana mengambil lima model bangunan dengan pembagian dua rumah didarat milik Bapak Aki dan H.Dt. Jawang, dua rumah di pesisir milik Bapak H Juma dan Ibu Kinang, dua rumah dilaut milik Bapak Maing dan Bapak H Nahi.

Secara khusus, elemen *bioclimatic* suku Bajo yang akan diaplikasikan pada perancangan laboratorium bioteknologi kelautan ialah rumah H. Juma karena kesamaan lokasi rumah H.Juma dengan laboratorium bioteknologi kelautan yang berada dipesisir dan perbandingan dengan rumah Ibu Kinang, dimana menurut penelitian saudara Juhana meskipun terletak dilokasi yang sama tetapi rumah milik H.Juma memiliki kenyamanan *thermal* yang lebih baik daripada rumah Ibu Kinang.

Dari hasil analisa yang dilakukan saudara Juhana disimpulkan bahwa rumah adat suku bajo memiliki elemen bioclimatic, yaitu:

1. Orientasi

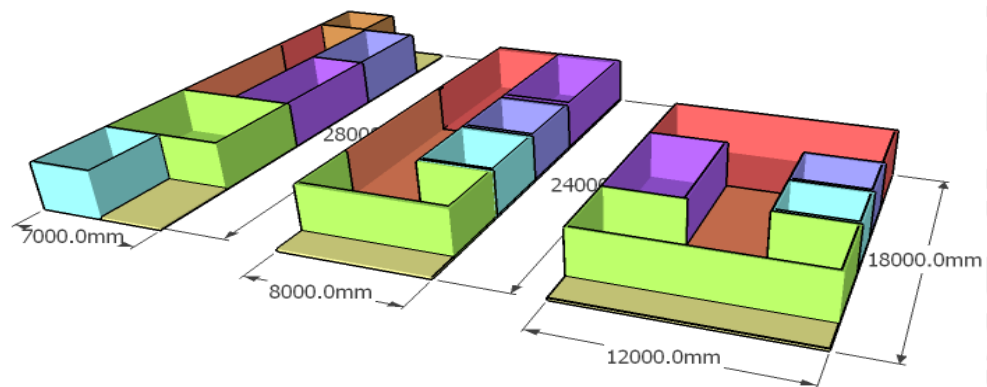
Orientasi bangunan suku bajo tidak mempertimbangkan posisi lintas matahari dan arah angin tetapi lebih kepada penjawantahan dari hal-hal yang cenderung mistis. Pada rumah sampel yang teletak didaratan fasade rumah menghadap ke arah jalan sebagai tanda penghormatan dan kesopanan sedangkan pada rumah yang terletak diperairan rumah menghadap ke laut sebagai simbol dari keselamatan.

Dari analisis saudara Juhana rumah tinggal H.Juma memiliki orientasi bangunan yang menghadap utara-selatan, dimana hal ini lebih menguntungkan secara sistem pasif karena sisi yang paling banyak terkena paparan sinar matahari adalah sisi pendek bangunan dan sisi panjang bangunan tegak lurus dengan arah angin.

2. Denah

Ukuran denah disesuaikan dengan ukuran depa, hasta, siku dan jengkal penghuni rumah tetapi mempunyai aturan ukuran standart jumlah tiang ke arah memanjang 4 sampai 8 tiang dan ke arah lebar 3 sampai 6 buah tiang. Jarak antar tiang adalah 5 depa ditambah 1 hasta, rata-rata dari ke-enam rumah sampel memiliki jarak antar tiang 2.9m -3.6 m.

Dengan proporsi perbanding panjang lebar standart rumah adat suka bajo akan menghasilkan bentuk denah berbentuk persegi panjang dengan perbandingn 1:3 sehingga bentuk denah seperti ini akan memudahkan untuk menerapkan sistem cross ventilation dan pemanfaatan cahaya alami. Rumah dengan denah berbentuk persegi panjang aplikatifnya pada daerah yang beriklim tropis lembab cukup baik.



Gambar 2.27 denah suku bajo
Sumber : Analisa pribadi (2015)

3. Bentuk

Ke-enam rumah sampel berbentuk rumah panggung dengan pembagian kaki, badan dan kepala sebagai konsekwensi aturan dari budaya appabolong. Pada bagian kaki ditinggikan dari permukaan tanah dikarenakan suku bajo mempercayai dunia bawah ialah tempat kotor yang dihuni lelembut jahat, secara logika keilmua, hal ini cukup baik diaplikatifkan pada daerah pesisir tropis karena dapat mengurangi tingkat kelembaban yang tinggi dan pasang surut air laut .

Kepercayaan pada bagian badan rumah sebagai pusat aktivitas dilindungi dari alam luar yang jahat, sehingga ditempatkan di posisi tengah, secara logika keilmuan aplikatif seperti ini dapat melindungi ruang-ruang pusat aktivitas dari paparan sinar matahari berlebih dan angin yang kencang. Pada bagian kepala ukuran ketinggian tidak kurang dari rata-rata ketinggian manusia sekitar dan senantiasa harus kosong karena kepercayaan budaya appobolong bagian tersebut daerah bersemayan para roh lelebur, secara logika keilmuan hal ini bermanfaat untuk mempermudah udara panas naik naik ke atas.

4. Bukaannya

Pada bukaan bangunan rumah adat suku bajo lebih banyak difungsikan untuk pencahayaan dibandingkan penghawaan. Bukaan bangunan cenderung ditutup untuk mengurangi tiupan angin kencang khususnya angin malam yang berasal dari laut. Dihitung dari jumlah bukaan dan dimensi bukaan bangunan, rata-rata keenam rumah sampel memenuhi kebutuhan

pergantian udara didalam ruang dengan prosentase perbandingan luas bukaan dengan luas dinding sekitar 48,85 % - 52,62 %.

5. Atap

Atap pada rumah adat suku bajo berfungsi untuk melindungi bangunan dari panas matahari, terpaan hujan dan menampung air hujan untuk keperluan masak-minum sehari-hari. Kemiringan atap rumah adat suku bajo rata-rata sekitar 30° - 40° , hal ini tanggap akan kondisi iklim Pulau Sulawesi yang memiliki hari hujan yang cukup tinggi sepanjang tahun sehingga dapat mengurangi kelembaban, kebocoran dan pembusukan bahan atap.



Gambar 2.28 atap suku bajo
Sumber : Dokumentasi pribadi

6. Dinding

Dinding yang berfungsi sebagai kulit bangunan dari paparan sinar matahari, angin, kelembaban. Sebagian besar penggunaan dinding bangunan rumah adat Suku bajo memakai material kayu, secara logika keilmuan material kayu memiliki time lag yang kecil, sehingga panas yang ada langsung dipancarkan ke sekitar.



Gambar 2.29 dinding suku bajo
Sumber : Dokumentasi pribadi

2.4. Tinjauan Komparasi

2.4.1. Sainsbury Laboratory

2.4.1.1. Data proyek



Gambar 2.30: Perspektif Sainsbury laboratory
Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>

Architect: Stanton Williams

Location: Cambridge, United Kingdom

Client: The University of Cambridge

Main Contractor: Kier Regional

Civil and Structural Engineer: Adams Kara Taylor

Building Services Engineer: Arup

Landscape Architects: Christopher Bradley-Hole Landscape and Schoenaich Landscape Architects

Project Area: 11,000 sqm

Project Year: 2010

2.4.1.2. Gambar umum proyek

Bangunan ini terletak di Negara Kerajaan Britania. Awalnya bangunan *Sainsbury laboratory* merupakan tempat riset salah satu ilmuwan tersohor di dunia yaitu Charles Darwin. Untuk menghargai jasa beliau dibidang ilmu biologi yang berhubungan dengan taksonomi hewan, pada tahun 1831 bangunan ini diresmikan sebagai laboratorium akademik *University of Cambridge's*.

Dibawah pimpinan kepala laboratorium Henslow's, pada tahun 2010 laboratorium ini direnovasi dengan tema bangunan "Bagaimana menjelaskan lahirnya keanekaragaman tanaman dapat terjadi". Untuk menghadirkan tema bangunan tersebut, dilahirkan solusi desain berupa "ekspresi" intergrasi antara *shaped* ruang dalam dengan "*landscape*" ruang luar. Korelasi antara ruang dalam berupa *indoor lab* dengan *living lab* berupa pemilihan tanaman pada *landscape*, sangat baik dalam menguji validitas keabsahan riset tersebut dan menstimulan peneliti muda untuk bekerja lebih inovatif serta kolaborasi.

Berdiri ditanah seluas 11.000 sqm, laboratorium ini berusaha menjadi "world-leading scientists" dengan menstimulan lingkungan kerjanya dengan taraf "*highest quality*". Design yang dihadirkan sukses menrekonsiliasi antara kompleksitas kebutuhan laboratorium dengan permintaan fasad arsitektur yang tergolong "*piece of architecture*" dan juga respon tematik taksonomi biodiversitas pada setting *landscape* yang sangat baik. Hal ini, mengarahkan pada stimulant "*collegial*" kampus yang baik, lingkungan akademik yang mendorong untuk berinovasi dalam riset dan kolaboratif.

2.4.1.3. Fitur-fitur bangunan

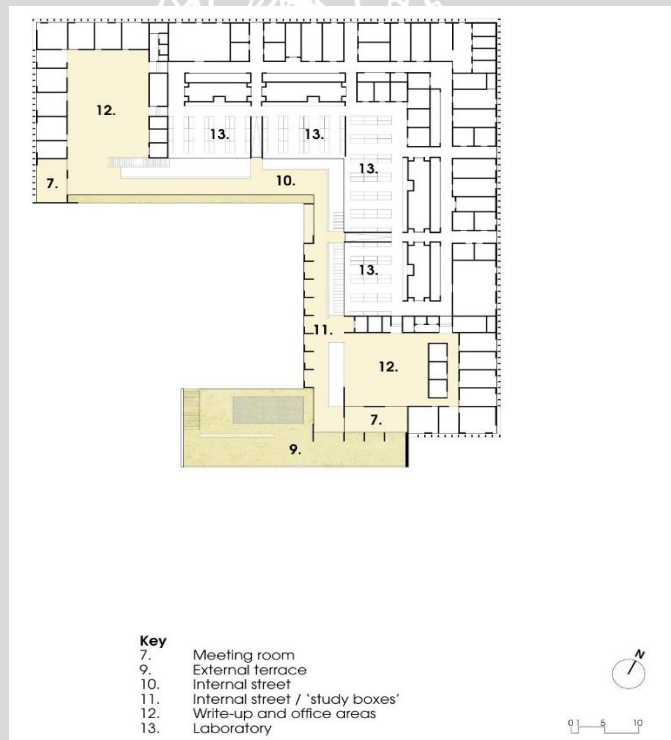
Secara garis besar bangunan *Sainsbury laboratory* memiliki fitur-fitur yang dapat diaplikasikan dalam perancangan laboratorium bioteknologi ini ialah :

1. Dapat merancang laboratorium dengan situasi pembelajaran akademik yang private sekaligus publik secara harmoni.



Gambar 2.31: Denah lantai 1 *Sainsbury laboratory*

Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>



Gambar 2.32 : Denah lantai 2 *Sainsbury laboratory*

Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>

Strategis harmonisasi antara area public dan privat ialah dengan memisahkannya kedua area tersebut dalam masing-masing level, lantai satu difungsikan sebagai area public dan lantai dua difungsikan sebagai area privat penelitian laboratorium.

2. Bekerja dengan stimulant yang dikondisikan menyerupai dengan kondisi nyata di alam bebas.



Gambar 2.33 : Perspektif ruang luar *Sainsbury laboratory*
Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>

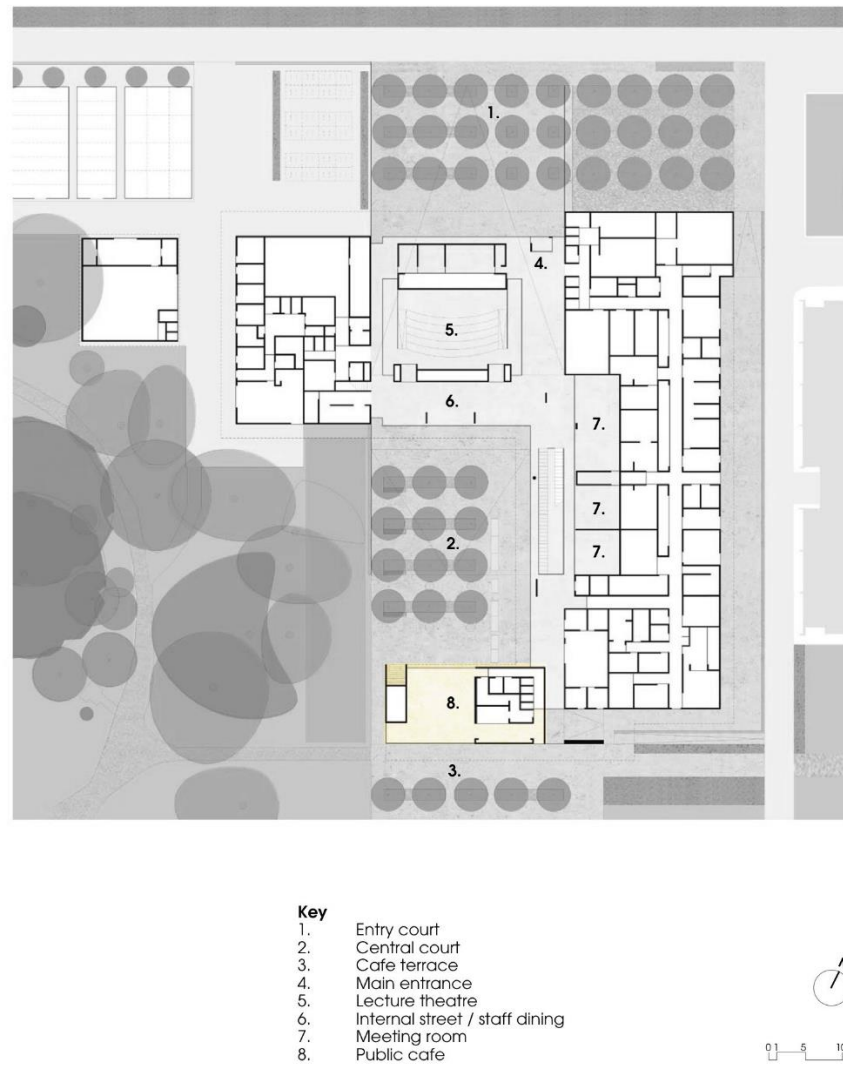
Fungsi laboratorium ini difungsikan untuk riset botani. Untuk menstimulan hasil penelitian sesuai dengan kondisi sebenarnya tanaman dialam, laboratorium ini menyediakan area high courtyard yang difungsikan juga sebagai living lab

3. Stimulan interaksi sosial yang baik

Pada perancangan *sainsbury laboratory* ini dapat dilihat usaha arsitek untuk menstimulan terjadinya interaksi sosial yaitu

- a. Interaksi dengan masyarakat luas

Penambahan fasilitas café, agar terjadi interaksi peneliti dengan masyarakat luas.

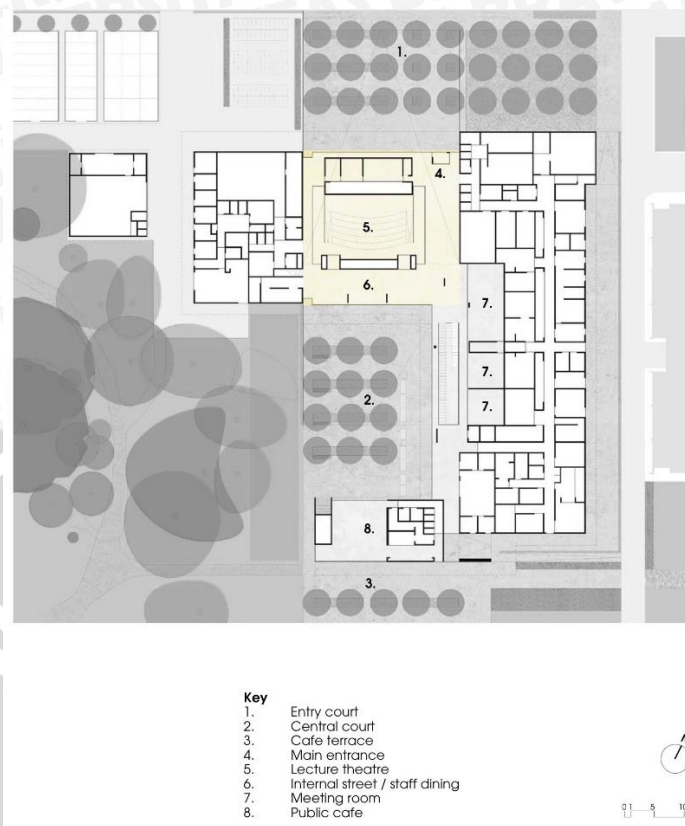


Gambar 2.34: Denah lantai satu *Sainsbury laboratory*

Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>

b. Interaksi dengan sesama ilmuwan diluar laboratorium

Penambahan fasilitas *lecture theater*, agar terjadi interaksi peneliti sesama peneliti diluar *Sainsbury laboratory*.



Gambar 2.35: Denah lantai satu *Sainsbury laboratory*

Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>

c. Interaksi dengan sesama ilmuwan didalam laboratorium.

Penambahan fasilitas study boxes, memberikan ruang diskusi yang nyaman bagi sesama peneliti di dalam laboratorium.



Gambar 2.36: Fasilitas *Study Box*

Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>

4. Fasilitas penunjang yang mendukung keberlanjutan komersil laboratorium seperti fasilitas *office*
5. Fasilitas edukatif yang dapat menstimulan *brainwave* bibit bibit muda untuk menjadi peneliti.
6. *Efficiency energy*

Efficiency energy pada bangunan ini dapat dilihat pada beberapa fitur bangunan ini, yaitu :

- a. Bentuk bangunan yang cenderung pipih memanjang dan terdapat high courtyard, yang dapat menciptakan pergantian sirkulasi udara yang baik.



Gambar 2.37: Tampak depan sainsbury laboratory
Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>

- b. Bangunan ke arah vertikal.
dimana bangunan ini tidak melebar ke samping tetapi ke arah vertikal. Kelebihan dari bangunan ke arah vertikal ialah *controlling* utilitas lebih effesien dan dapat menghemat pompa air karena dapat memaksimalkan penyebaran air dengan bantuan gravitasi bumi.

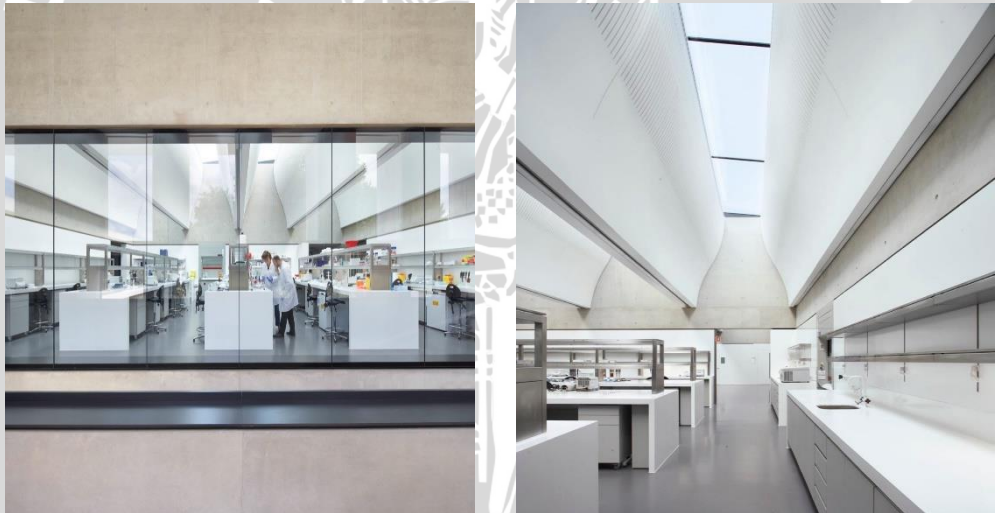


Gambar 2.38 : Tampak depan sainsbury laboratory

Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>

c. Pemakaian sky light

Didalam ceiling ruangan laboratoriu disusun sedemikian rupa, sehingga berbentuk seperti ombak dengan masing-masing pemberhentian wave terdapat sky light



Gambar 2.39: Tampak depan sainsbury laboratory

Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>

7. Pemilihan material health dan safety

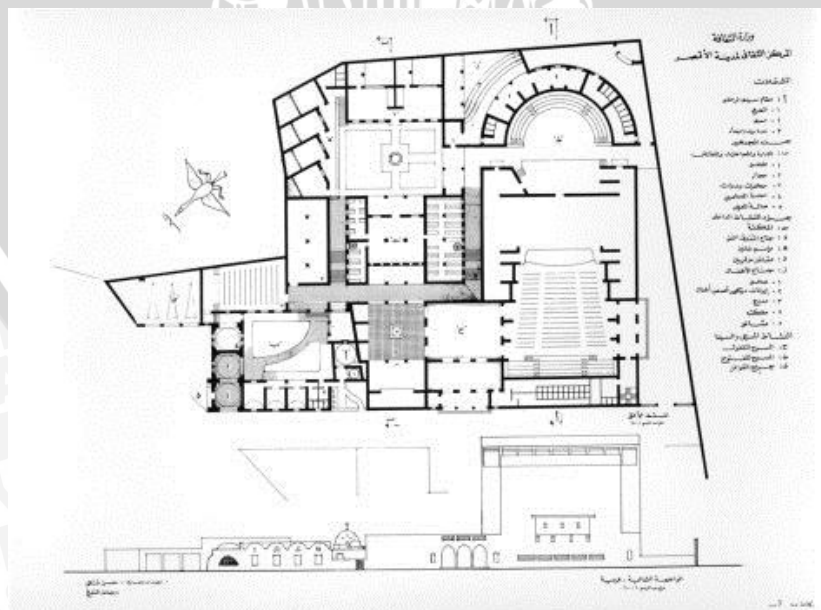
Material beton dipakai menjadi material utama dan lapisan finishing memakai material *finishing* limestone. Pemilihan material pada laboratorium ini selain difungsikan sebagai material *safety* dan *healthy*, juga memberi kesan tampilan “*new of solidity*” sangat menarik pada fasad bangunan ini.



Gambar 2.40 : Tampak depan Sainsbury Laboratory
 Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>

2.4.2. Luxor Cultural Centre

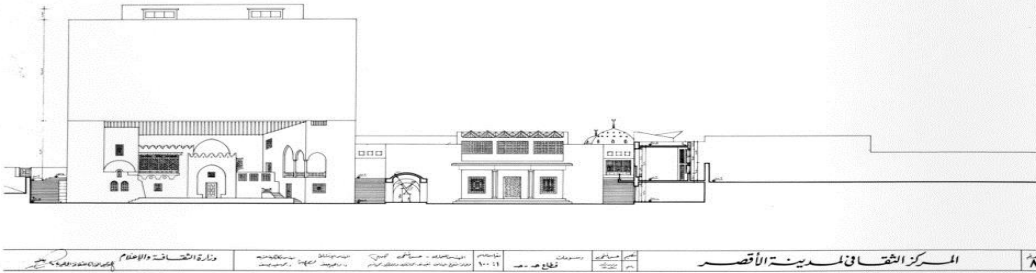
Pada bangunan Luxor *Cultural Center* Hassan Fathy menggunakan sebuah metode *conservative vernacularism* untuk menghasilkan sebuah desain bangunan *cultural center* yang bisa diterima ditengah masyarakat local. *Metode Conservative vernacularism sendiri* dicirikan dengan penggunaan arsitektur setempat yang sudah berkembang selama ribuan tahun dan diaplikasikan dengan metode, cara, material, serta bentuk yang serupa dengan yang sudah dipraktekkan sebelumnya.



Gambar 2.41 Denah Luxor Cultural Centre
 Sumber : <http://www.dome.mit.edu>



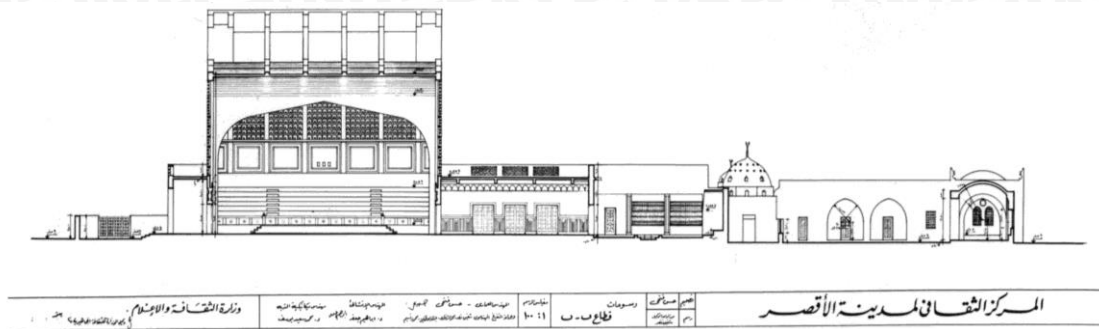
Metode ini sendiri dipopulerkan oleh Hasan Fathy di Mesir untuk membangun perumahan bagi masyarakat tidak mampu. Dengan kemampuan teknis sebagai arsitek, Hasan Fathy mengenalkan ulang teknik konstruksi tradisional kepada masyarakat kebanyakan serta membantu mereka mewujudkannya menjadi hunian. Teknik ini mencapai kesuksesan karena mampu diterima serta beradaptasi dengan baik di kalangan masyarakat pedesaan.



Gambar 2.42 Tampak samping Luxor cultural Centre
Sumber : <http://www.dome.mit.edu>

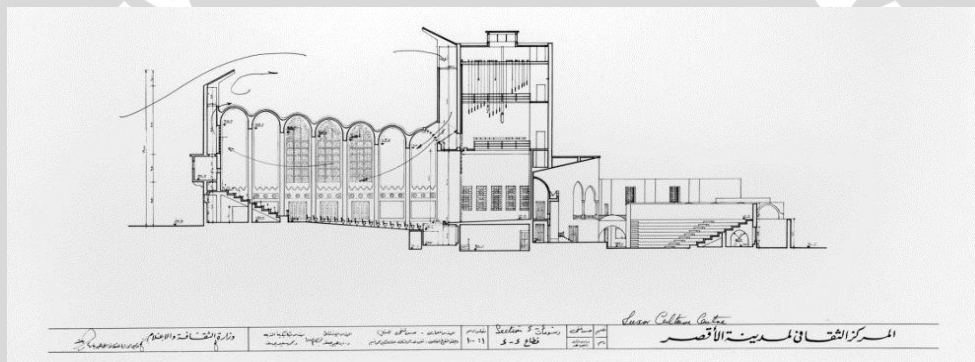
Conservative vernacularism meniru wujud serta cara kerja arsitektur setempat. Di lain pihak interpretive vernacularism nampak mirip dengan apa yang diterapkan oleh Hasan Fathy. Namun perbedaan mendasar ada pada tujuan dibangunnya sebuah bangunan. Jika Hasan Fathy membangun untuk memenuhi kebutuhan mendasar manusia akan tempat tinggal, maka *interpretive vernacularism* mengadopsi bentuk traditional vernacular untuk kepentingan menciptakan *images* dan kesan visual semata.

Secara wujud, karya karya dalam kelompok ini mirip dengan arsitektur vernacular, tetapi tidak mengadopsi cara kerjanya. Penghawaan dan pencahayaan buatan, serta atap yang hanya berfungsi ornament adalah cirinya. Bangunan-bangunan semacam ini banyak dipakai untuk mewujudkan fantasi 'lokalitas' pada bangunan akomodasi wisata. Peniruan ornamen, penggunaan material lokal, sementara di balik ornamen, sebenarnya bangunan sangat modern.



Gambar 2.43 Tampak depan Luxor cultural Centre
 Sumber : <http://www.dome.mit.edu>

Boleh dibilang bangunan semacam ini memiliki jiwa dibungkus kulit yang berbeda. Karena hanya bersifat memberi kulit, tidak banyak arsitek yang sukses menerapkan gaya ini yang juga jamak disebut *neo-vernacular*.



Gambar 2.44 Potongan Luxor cultural Centre
 Sumber : <http://www.dome.mit.edu>

2.4.3. Kanak Cultural Center

2.4.3.1. Data proyek



Gambar 2.45: Perspektif Kanak Cultural Center
 Sumber : <http://www.archdaily.com/600641/ad-classics-centre-culturel-jean-marie-tjibaou-renzo-piano>

Architect: Renzo Piano

Location: New Caledonia

Client: Agency for the Development of Kanak Culture (ADKC)

Main Contractor:

Civil and Structural Engineer:

Building Services Engineer:

Landscape Architects:

Project Area: sqm

Project Year: 1998

2.4.3.2. Gambar umum proyek

Bangunan ini terletak di New Caledonia, Prancis. Bangunan ini dibangun sebagai memoriam bagi Jean-Marie Tjibao. Jean-Tjibao adalah pelopor dalam mengembangkan dan melestarikan Suku Kanak. Bangunan ini merupakan pusat budaya yang terdiri dari 10 bangunan yang menggambarkan Suku Kanak. Suku Kanak adalah suku terbesar yang ada di New Caledonia. Tjibao memelopori penghargaan terhadap budaya Suku Kanak dengan menyampaikan keinginannya memperkenalkan budaya Prancis tanpa menindas atau mengesampingkan budaya Kanak.

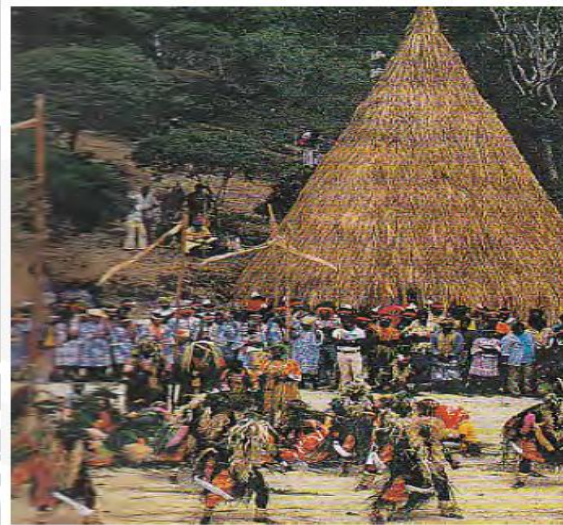
Lokasi dibangunnya Pusat Kebudayaan Kanak merupakan lokasi yang sama dengan lokasi diadakannya Festival Melanesia 2000 pada tahun 1975. Festival ini merupakan ritual dan perayaan dari Suku Kanak yang dihadiri oleh 15.000 orang. Festival ini diadakan untuk memberi pertunjukan kepada Prancis bahwa budaya kanak merupakan hal penting dan berpengaruh di Prancis, selain budaya Prancis sendiri.

Konsep bangunan ini adalah sedekat mungkin dengan alam dan budaya suku kanak. Renzo Piano sebagai arsitek juga bekerja sama dengan Ketua Adat Suku Kanak. Bentuk bangunan ini mengambil ide dari rumah tradisional Suku Kanak. Rancangan diperuntukkan bagi pengunjung yang ingin mempelajari budaya Suku Kanak dan melakukan berbagai kegiatan seni.

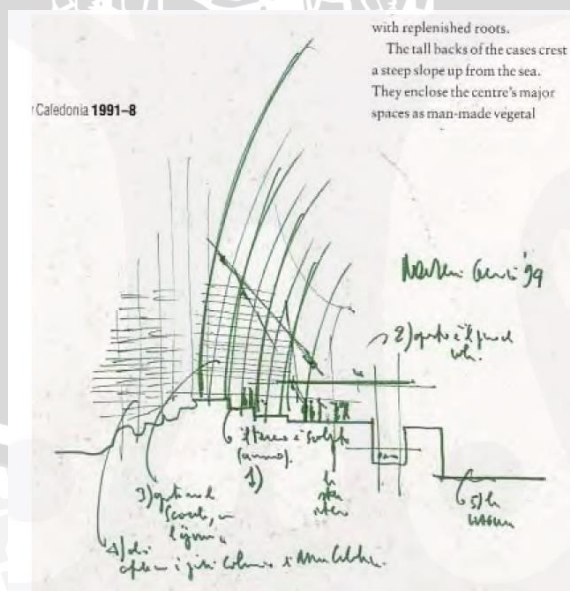
2.4.3.3. Fitur-fitur bangunan

Secara garis besar bangunan *Kanak Cultural Center* memiliki fitur-fitur yang dapat diaplikasikan dalam perancangan laboratorium bioteknologi ini ialah :

1. Bangunan dirancang sedekat mungkin dengan kondisi alam dan budaya Suku Kanak. Hal ini menyebabkan pendekatan yang dilakukan adalah dengan eksplorasi bentuk rumah adat Suku Kanak dan bentuk pepohonan di tapak.

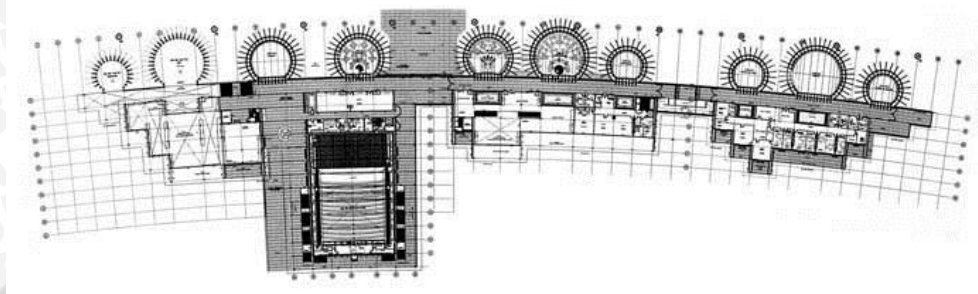


Gambar 2.46 : Rumah Adat Suku Kanak
Sumber : Buku Renzo Piano *Building Workshop vol.3*



Gambar 2.47 : Sketsa Rancangan Bangunan
Sumber : Buku Renzo Piano *Building Workshop vol.3*

2. Pusat Kebudayaan terdiri dari 10 massa bangunan yang ditata membentuk *cluster* dengan *layout* yang mengadaptasi dari pola tata ruang desa tradisional Suku Kanak.



Gambar 2.48: Layout Plan

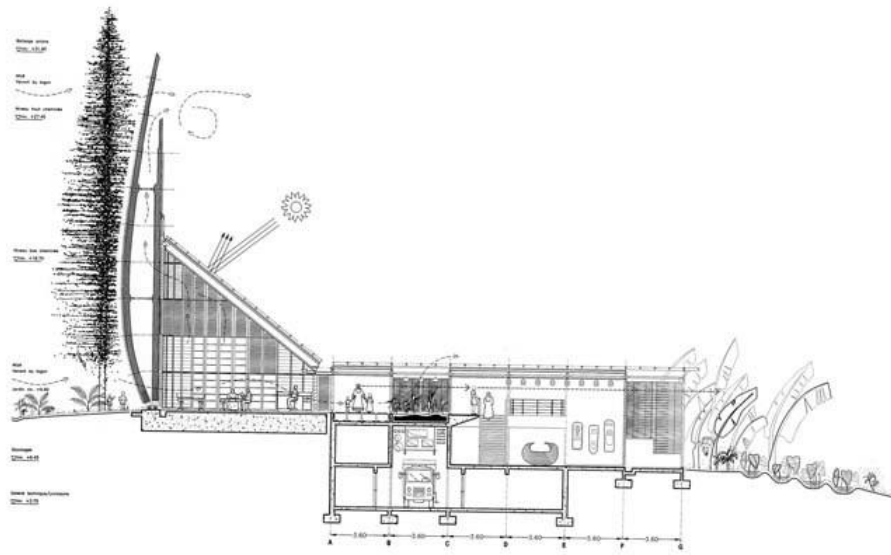
Sumber : <http://www.archdaily.com/600641/ad-classics-centre-culturel-jean-marie-tjibaou-renzo-piano>

3. Bangunan menggunakan teknologi yang memungkinkan bangunan untuk mengatur angin. Teknologi ini digunakan karena letaknya yang berada di perbukitan sebuah tanjung, sehingga angin menjadi aspek yang penting untuk diperhatikan. Teknologi ini menggerakkan ventilasi yang menjadi selimut luar bangunan. Pada saat suhu di dalam ruangan panas, sistem penggerak akan mengatur ventilasi agar memasukkan angin, begitu pula sebaliknya.



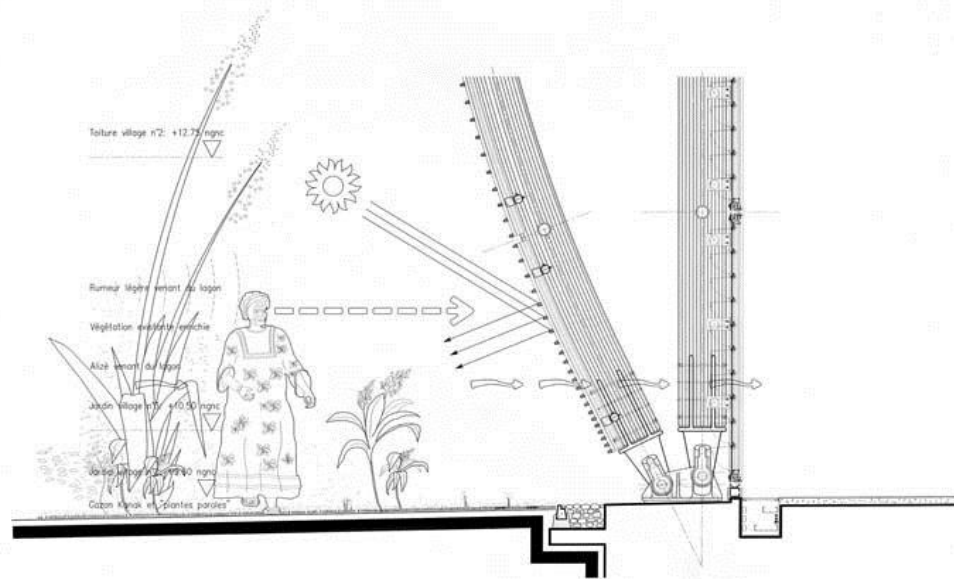
Gambar 2.49: Selimut luar bangunan

Sumber : <http://www.archdaily.com/600641/ad-classics-centre-culturel-jean-marie-tjibaou-renzo-piano>



Gambar 2.50: Potongan bangunan
 Sumber : <http://www.archdaily.com/600641/ad-classics-centre-culturel-jean-marie-tjibaou-renzo-piano>

4. Bentuk melengkung pada bagian luar bangunan diambil dari gaya hidup Suku Kanak yang bercocok tanam. Sehingga area luar bangunan banyak digunakan untuk bercocok tanam dan bentuk bangunan tersebut mengarahkan cahaya matahari yang dipantulkan membias ke arah tanaman.



Gambar 2.51: Area bercocok tanam
 Sumber : <http://www.archdaily.com/600641/ad-classics-centre-culturel-jean-marie-tjibaou-renzo-piano>



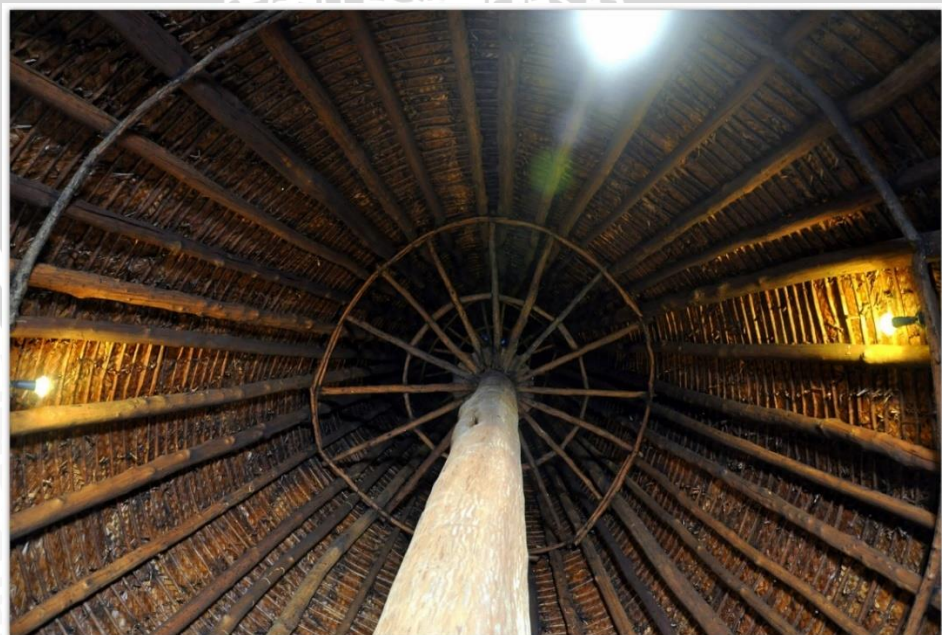
5. Bagian ujung bangunan dibuat serupa dengan ujung-ujung pohon yang ada di daerah tersebut sehingga bangunan ini tidak terlihat berbeda dengan sekitarnya yang merupakan alam asri.



Gambar 2.52: Perpaduan bangunan dengan alam sekitarnya

Sumber : <http://www.archdaily.com/600641/ad-classics-centre-culturel-jean-marie-tjibaou-renzo-piano>

6. Bangunan menggunakan perpaduan material kayu dan baja. Perpaduan material kayu dengan baja bertujuan untuk memberikan kesan menyatu dengan alam serta kesan ringan dan hidup.



Gambar 2.53: Material kayu di bagian dalam bangunan

Sumber : <http://www.archdaily.com/600641/ad-classics-centre-culturel-jean-marie-tjibaou-renzo-piano>



Gambar 2.54 : Material baja di bagian luar bangunan

Sumber : <http://www.archdaily.com/600641/ad-classics-centre-culturel-jean-marie-tjibaou-renzo-piano>

7. Bentuk bangunan seperti tempurung yang terlihat seperti geometri yang belum selesai dibangun merupakan intepretasi dari kebudayaan Suku Kanak yang terus tumbuh dan berkembang dari akarnya sambil beradaptasi dengan kondisi saat ini.



Gambar 2.55: Unfinished geometry

Sumber : <http://www.archdaily.com/600641/ad-classics-centre-culturel-jean-marie-tjibaou-renzo-piano>

2.4.4. KINO Laboratory

2.4.4.1. Data proyek



Gambar 2.56: Perspektif KINO Laboratory

Sumber : <http://www.archdaily.com/154728/sainsbury-laboratory-stanton-williams>

Architect: KINO Architects

Location: Chiba, Chiba Prefecture, Japan

Client:

Main Contractor:

Civil and Structural Engineer:

Building Services Engineer:

Landscape Architects:

Project Area: 600 ha

Project Year: 2009

2.4.4.2. Gambar umum proyek

KINO *laboratory* merupakan bangunan laboratorium riset kimia untuk perusahaan pengembang material. Bangunan ini terletak di area industri dekat teluk Tokyo. Bangunan ini bertujuan untuk memenuhi tiga kebutuhan yaitu efisiensi dalam riset, keamanan dan kenyamanan, dan simbolisme. Bangunan ini terdiri dari ruang-ruang fleksibel yang dapat digunakan dan diperluas sesuai dengan kebutuhan para peneliti.

Selain itu, ruang-ruang dalam laboratorium ditata secara linier dengan koridor yang menjadi sirkulasi utama. Koridor ini mengelilingi bangunan yang berbentuk spiral.

Bentuk bangunan spiral bertujuan untuk memadukan area bekerja dan area beristirahat, serta merepresentasikan perusahaan riset tersebut.

2.4.4.3. Fitur-fitur bangunan

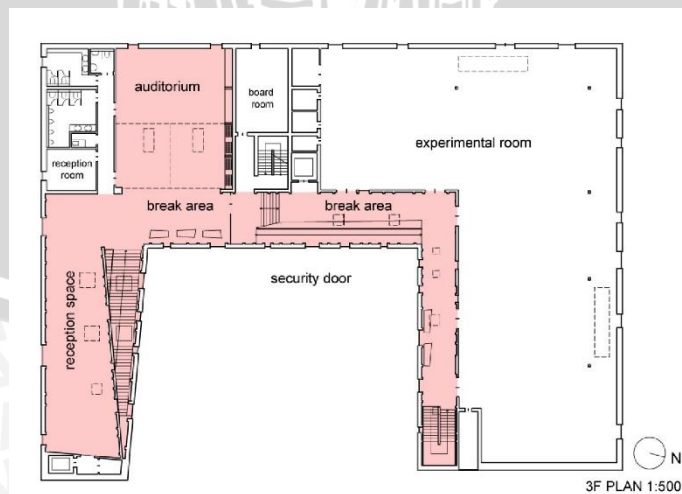
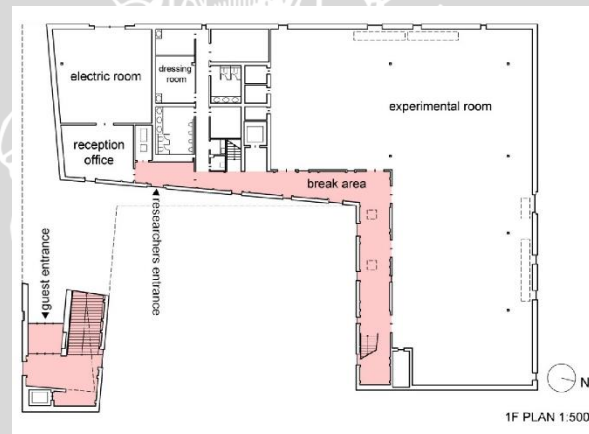
Secara garis besar bangunan KINO *laboratory* memiliki fitur-fitur yang dapat diaplikasikan dalam perancangan laboratorium bioteknologi ini ialah :

8. Ruang-ruang utama seperti laboratorium, auditorium dan ruang resepsi ditata dengan konfigurasi linier. Pintu masuk tamu dan pintu masuk peneliti dibedakan dan diletakkan pada ujung-ujung konfigurasi ruang.



Gambar 2.57: Program diagram

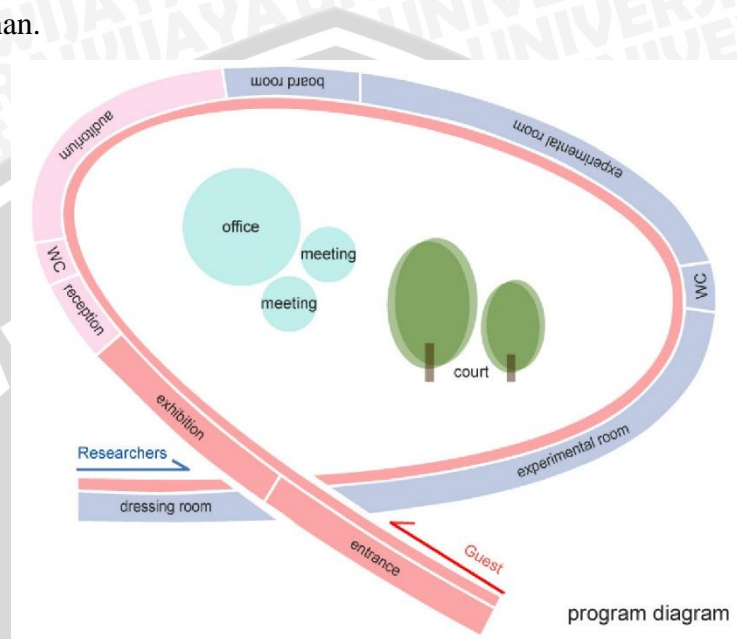
Sumber : <http://www.archdaily.com/315283/spiralab-kino-architects/>



Gambar 2.58: Plans

Sumber : <http://www.archdaily.com/315283/spiralab-kino-architects/>

9. Sirkulasi utama menggunakan koridor bersama yang mengelilingi bangunan. Koridor ini memudahkan klien untuk memilih pintu keluar masuk dan memindahkan partisi di ruang percobaan sesuai dengan kebutuhan.

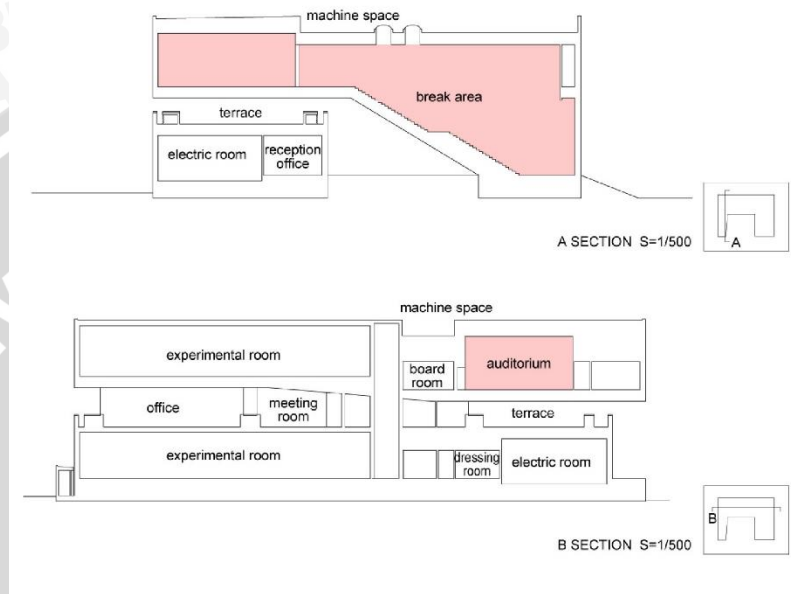


Gambar 2.59: Koridor mengelilingi bangunan yang membentuk spiral
 Sumber : <http://www.archdaily.com/315283/spiralab-kino-architects/>



Gambar 2.60: Koridor utama
 Sumber : <http://www.archdaily.com/315283/spiralab-kino-architects/>

10. Peletakan dua fungsi utama yang memerlukan tingkat privasi paling tinggi, yaitu kantor dan ruang pertemuan, di tengah spiral. Hal ini bertujuan untuk memudahkan akses menuju ruang-ruang lain secara vertikal, namun tidak terganggu dengan ruang-ruang lain secara horizontal.



Gambar 2.61: Potongan bangunan
 Sumber : <http://www.archdaily.com/315283/spiralab-kino-architects/>

11. Dinding transparan untuk ruang-ruang dengan tingkat keamanan tinggi sehingga memungkinkan untuk menyediakan atmosfer dari ruang terbuka.



Gambar 2.62: Dinding transparan
 Sumber : <http://www.archdaily.com/315283/spiralab-kino-architects/>

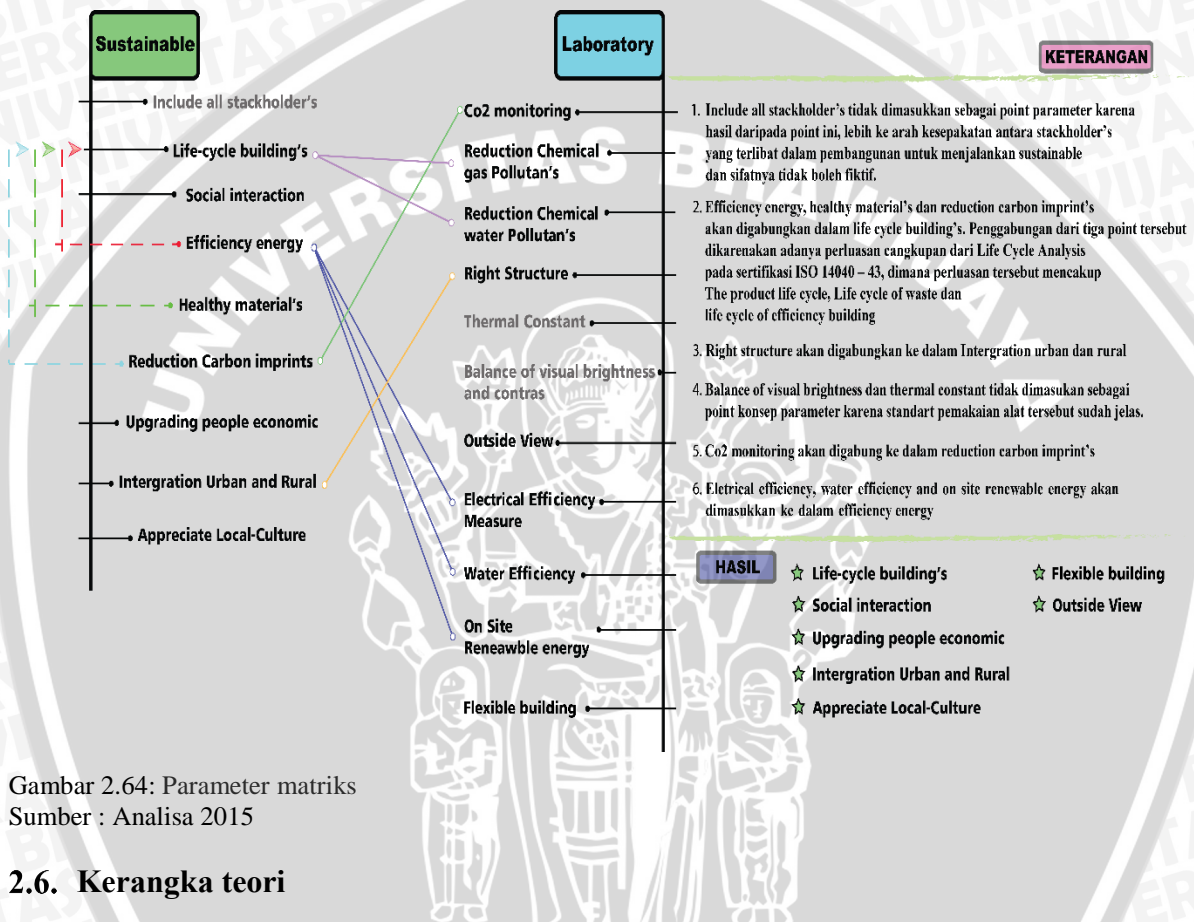
12. Menyediakan area istirahat dengan melebarkan koridor utama, sehingga para peneliti dapat beristirahat sambil berganti ruangan. Area istirahat mengelilingi area terbuka di tengah bangunan yang berbentuk spiral, sehingga memungkinkan para peneliti yang beristirahat untuk melihat area terbuka dari berbagai sudut pandang.



Gambar 2.63: Ruang terbuka di tengah bangunan
Sumber : <http://www.archdaily.com/315283/spiralab-kino-architects/>

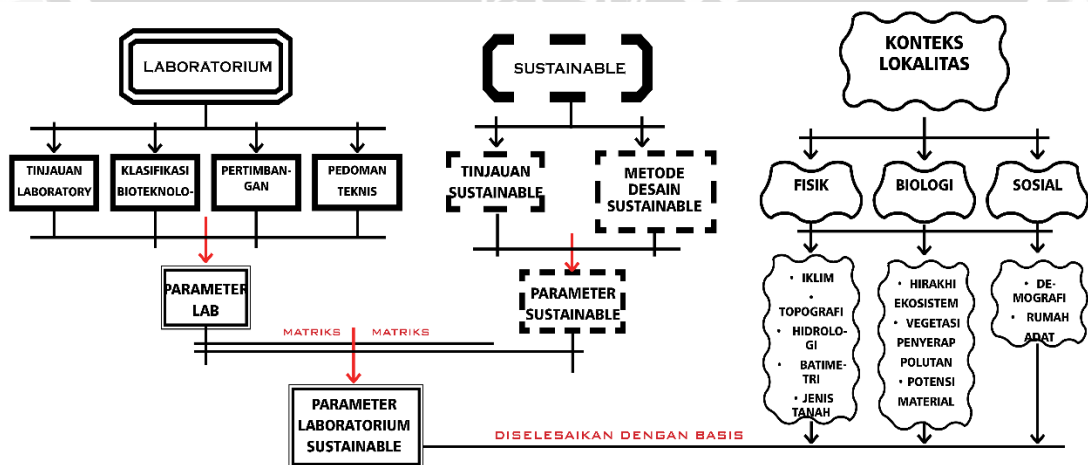
2.5. Design Mapping

Parameter pada perancangan laboratorium bioteknologi kelautan di Kabupaten Pohuwato ini merupakan parameter integrasi antara parameter laboratorium dari ASHRAE Handbook- HVAC Application's for Laboratories (ASHRAE, 2007) dan parameter sustainable dari nine point sustainable by design (UIA,2009).



Gambar 2.64: Parameter matriks
Sumber : Analisa 2015

2.6. Kerangka teori



Gambar 2.65: kerangka teori
Sumber : analisis, 2015