

REDESIGN PUSAT PENELITIAN DAN KONSERVASI ILMU KELAUTAN FPIK UNSRAT DI MINAHASA UTARA (ECO-TECH ARCHITECTURE)

Stenly A. Lumowa¹
Piere H. Gosal²

ABSTRAK

Penelitian dan konservasi di bidang kelautan merupakan cara yang tepat untuk pengembangan ilmu pengetahuan alam laut untuk pembangunan sumber daya manusia serta disamping itu juga menambah daya tarik keanekaragaman biota laut apalagi selama ini wilayah perairan Indonesia adalah salah satu yang terbesar di Indonesia. Banyak daerah yang belum memiliki fasilitas pusat penelitian dan konservasi yang memadai. Contohnya pusat penelitian dan konservasi di Minahasa Utara tepatnya di Desa Likupang Dua, banyak yang dikeluhkan para peneliti karena tidak adanya peningkatan fasilitas, tidak berkembangnya fasilitas yang ada karena banyak fasilitas yang salah dirancang. Padahal merupakan pusat penelitian yang dimiliki oleh salah satu instansi ternama, yaitu Universitas Sam Ratulangi.

Makadari diperlukan ide untuk mere-design dan meningkatkan fasilitas Pusat Penelitian dan konservasi tersebut sehingga dapat memenuhi kebutuhan akan pengembangan hasil sumberdaya ilmu kelautan di waktu yang akan datang nanti. Pada intinya, secara keseluruhan objek ini merupakan representasi suatu Sistem Ekologi dan Teknologi yang digunakan untuk menunjang kelangsungan kegiatan yang kondusif sebagai tema perancangan yang mengangkat keterpaduan antara objek bangunan, unsur dan sumberdaya alam sekitar, yang dipadukan dengan teknologi yang tepat demi kelangsungan objek ini.

Kata Kunci : Pusat Penelitian, Konservasi, Re-Design, teknologi

I. PENDAHULUAN

Penelitian atau *Riset* merupakan suatu kegiatan pengembangan, perancangan, pengkajian, survei dan pemetaan bagi yang dilakukan oleh suatu institusi yang bersangkutan dengan bidang ilmiah tersebut. Konservasi merupakan suatu sifat perlindungan dengan sistem pemeliharaan yang kondusif bagi objek yang terindikasi sebagai suatu pemanfaatan yang bisa dihasilkan dan diperbaharui. Dalam hal ini hal yang akan dibahas adalah penelitian, konservasi di bidang kelautan

Minahasa Utara merupakan salah satu daerah mempunyai luas daerah kekuasaan laut yang cukup besar, dimana disana merupakan suatu daerah dengan penghasilan sumberdaya ikan yang cukup stabil. Keadaan saat bisa memaksa bagi para dinas ataupun lembaga yang terkait untuk melakukan suatu aktivitas riset sekaligus pemeliharaan perikanan yang ditunjang dengan teknologi- teknologi tertentu. Maka dari itu lembaga yang bergerak di bidang perikanan dan ilmu kelautan agar bisa mengakomodir setiap aktivitas riset dan konservasi makhluk hidup seperti ikan yang ada di daerah laut tersebut. Untuk itulah perlu diperhatikan oleh lembaga atau institusi yang terkait. Beberapa tahun belakangan ini tidak diperhatikan dan dikelola dengan benar. Beberapa sistem dan tata kelola didalam objek tersebut telah rusak dan sangat disayangkan tidak adanya inisiatif untuk mengembangkan objek tersebut. Selain lokasi yang tepat, juga sangat dibutuhkan suatu sistematisasi proses desain yang mampu menunjang kegiatan riset dan mampu memberikan kontribusi nyata bagi pengembangan sistem perikanan laut agar para pelaku pasar merasa betah dengan kinerja dan standarisasi hasil yang bisa didapat dari aktivitas para pelaku dalam objek rancangan ini. sebagai pendukung aktivitas objek untuk itu didalamnya menggunakan Tema "*Eco-tech Arsitektur*" karena objek perancangan berkaitan dengan kenyamanan seseorang baik dengan ruangan (tempat ia beraktifitas) maupun kenyamanan yang diberikan objek terhadap lingkungan yang ada di sekitarnya dengan menggunakan sistem teknologi yang tidak merugikan lingkungan. Karena aktivitas riset dan konservasi dalam ilmu kelautan sering menggunakan teknologi tepat guna. Optimalisasi Tema ini diharapkan mampu menghasilkan suatu pengaturan massa baik interior maupun eksterior yang tanggap terhadap lingkungan di sekitar objek dengan penataan ulang ruang dan sirkulasi dan mampu menghadirkan suasana yang kondusif sehingga keadaan didalamnya dan di luar dapat berlangsung dengan baik

¹Mahasiswa PS 1 Arsitektur UNSRAT

²Staf Dosen Pengajar Arsitektur UNSRAT

II. METODE PERANCANGAN

Sebagai arahan desain, dipakai pendekatan perancangan objek yaitu:

Pendekatan **Tematik** (*Eco-tech Architecture*) yaitu pendekatan yang berwawasan lingkungan yang tanggap terhadap teknologi

- Pendekatan **Tapak dan Lingkungan** yaitu pendekatan yang terdiri dari analisa lokasi, tapak dan lingkungan serta eksistensinya terhadap kawasan.

Metode-metode yang digunakan untuk memperoleh informasi perancangan tersebut, antara lain:

- **Wawancara** : Dalam hal ini menganalisa dan merangkum pendapat-pendapat, dari hasil konsultasi dengan dosen pembimbing dan nara sumber yang berkaitan dengan judul serta tema yang diangkat.
- **Studi Literatur** : Untuk mendapatkan dan mempelajari penjelasan mengenai judul dan tema desain.
- **Observasi** : Melakukan pengamatan langsung pada lokasi yang berhubungan dengan objek perancangan, sehingga kondisi lokasi dapat diketahui dengan jelas.
- **Studi Komparasi** : Berupa mengadakan studi komparasi dengan objek maupun fasilitas sejenis atau hal-hal kontekstual yang berhubungan dengan objek desain yang sumbernya diambil melalui internet, buku-buku, majalah, dan objek yang sudah terbangun
- **Eksperimen Desain** : Menguji cobakan gagasan desain melalui proses transformasi sampai perwujudan ide-ide gagasan secara 2 dimensi maupun 3 dimensi.

III. KAJIAN PERANCANGAN

➤ Definisi Objek

"**Re-Design Pusat Penelitian dan Konservasi ilmu Kelautan FPIK Unsrat di Minahasa Utara**" adalah Pengembangan kembali suatu tempat utama yang melakukan Kegiatan pengembangan, pengrekrayasaan, pengkajian, survei dan pemetaan serta melindungi dan memelihara hasil dari sumber beberapa macam ikan baik itu dari segi jenis tangkapan, peliharaan, perkembangbiakan, dan lain-lain yang ada di Minahasa Utara.

➤ Deskripsi Objek

• Kedalaman Pemaknaan Objek Rancangan

Secara umum Lembaga penelitian mempunyai tugas melaksanakan, mengkoordinasikan, memantau dan menilai pelaksanaan kegiatan penelitian yang dilaksanakan oleh para peneliti, Pusat Penelitian/Pusat Studi, dan ikut mengusahakan serta mengendalikan administrasi sumberdaya yang diperlukan. Untuk menjalankan tugas pokok tersebut, fungsi Lembaga Penelitian dan konservasi adalah:

1. Melaksanakan penelitian ilmiah murni, teknologi, sosial budaya, dan/atau kesenian;
2. Melaksanakan penelitian ilmu pengetahuan dan atau kesenian tertentu untuk pendidikan dan pengembangan institusi, serta menunjang pembangunan;
3. Melaksanakan penelitian ilmu pengetahuan, teknologi dan/atau kesenian serta penelitian untuk mengembangkan konsepsi pembangunan nasional, wilayah dan/atau daerah melalui kerjasama antar perguruan tinggi dan/atau instansi baik di dalam maupun dengan luar negeri;
4. Mengamalkan ilmu pengetahuan, teknologi, seni dan/atau budaya.

• Prospek dan Fisibilitas Proyek

1. Prospek

Prospek pengembangan Puslitkon Ilmu Kelautan FPIK Unsrat Minahasa Utara ini dapat dilihat dari beberapa aspek:

1) Sumber Daya Manusia

.Akan Bertambahnya Sumberdaya manusia akan ilmu pengetahuan tentang Oseanografi, Geologi laut, segala yang berhubungan dengan laut. Akan muncul beberapa penemuan-penemuan baru di bidang kelautan.

2) Kenyamanan dan keamanan

Meningkatkan kapasitas dan kualitas pelayanan melalui penyediaan sarana dan prasarana pasar yang menunjang bagi kegiatan riset bagi peneliti untuk menghasilkan kenyamanan dalam berbelanja.

3) Sumberdaya Perikanan

Akan berkembangnya hasil tangkapan untuk beberapa jenis ikan dan biota laut lainnya.

4) Kelayakan

Membantu para peneliti untuk mendapatkan tempat yang layak untuk aktivitas perkembangan riset dan konservasi.

5) Jangkauan

Menciptakan akses objek yang baik bagi para pemakai, aksesnya tidak mudah untuk diketahui oleh masyarakat umum, sebab objek ini bersifat terkesan tertutup. Tidak bisa dengan bebas untuk publikasi

2. Fisibilitas Objek

- Pendekatan tema, objek rancangan yang dipilih sifatnya asosiatif dengan tema yang ada,
- Pengembangan objek penelitian dan konservasi sumberdaya perikanan laut dapat menciptakan hubungan antara manusia, laut, dan teknologi
- Objek ini diharapkan mampu bersaing dengan objek-objek penelitian dan konservasi lainnya seperti LIPI, PPGL, dan Mampu mendongkrak kinerja Pengembangan marines science di Sulawesi Utara

➤ Lokasi dan Tapak

Lokasi perancangan objek resort terletak pada propinsi Sulawesi Utara yang berada dalam Kabupaten Minahasa Utara. Lokasi site berada pada Kecamatan Likupang. Batas-batas Kecamatan Likupang yaitu sebagai berikut :

- Sebelah Utara dengan : Kepulauan Bangka, Kinabuhutan, Gangga
- Sebelah Timur dengan : Kec. Likupang Barat Minahasa Utara
- Sebelah Selatan dengan: Kec. Dimembe, Minahasa Utara
- Sebelah Barat dengan : Kec. Batu Putih, Kota Bitung



Gambar: Peta Kecamatan Likupang
Sumber: BPN SULUT

• Kondisi Tapak

Berdasarkan judul tugas akhir, untuk perancangan resort terletak pada pantai Likupang ini pada, Kec. Likupang Timur. Lokasi ini berbatasan dengan:

- Sebelah utara : Laut Sulawesi
- Sebelah selatan : Perkebunan kelapa
- Sebelah timur : perkebunan kelapa
- Sebelah barat : tumbuhan mangrove

Dalam hal ini lokasi sudah ditentukan sebelumnya karena keambalio objek ini dengan tanggapan bahwa

- Lokasi merupakan bagian dari kawasan konservasi sumberdaya kelautannya serta masuk ke dalam rencana tata ruang wilayah Minahasa Utara
- Potensi wisata lingkungan yang terdapat pada lokasi berupa pantai pasir putih, hutan mangrove dan merupakan salah satu daerah pengembangan budidaya rumput laut
- Potensi sumberdaya laut lainnya masih terdapat di jagasam paisekarang dan dapat dilestarikan serta dibudidayakan
- Kondisi lingkungan sekitar yang jauh dari pemukiman penduduk sehingga memiliki tingkat ketenangan dan *privasi* yang tinggi
- Akses pencapaian objek dapat menggunakan kendaraan roda dua dan roda empat yang jaraknya dapat diperhitungkan



Gambar: Eksisting Site
Sumber: Dokumen pribadi

IV. KAJIAN TEMA

Dalam perancangan pusat penelitian dan konservasi sumberdaya ini, tema yang diangkat yaitu "Eco-Tech Architecture". Istilah Eco-Tech atau ramah lingkungan digunakan untuk menggambarkan kegiatan yang baik untuk lingkungan. Orang terlibat dalam kegiatan ramah lingkungan karena mereka khawatir tentang penggunaan teknologi terhadap kelestarian lingkungan alam, karena

Penginapan	Ruang Arsip Kamar putra Kamar putri Kamar mandi putra Kamar mandi putri Kamar tamu Kamar mandi tamu Ruang santai Ruang makan Kasir Dapur Toilet putra Toilet putri Ruang kuliah Ruang workshop Ruanggenset,mesinpompa,ruanggardulistrik,
Kantin	
Ruang kuliah	
Ruang Utilitas	

• **Analisa Ukuran Site**

sTLS = 58.830 m²

BCR = Max 60%

KLB = 2

KDH = Min 30%

Sempadan Jalan = 4m Luas Rencana Sempadan Jalan = 1308,78

Sempadan Bangunan = 5m Luas sempadan bangunan = 1030,18 m²

Sempadan laut = 50 m Luas Sempadan laut = 5234,62 m²

Sempadan sungai =25 m Luas sempadan sungai = 2345,65

Total luas Sempadan = 9.919,23 m²

TLSE = TLS – Total Luas Sempadan

= 58.830 Meter² m² – 9.919,23m²

TLSE = 48.910,77 m²

Lantai Lantai Dasar = BCR Max 50% x TLSE

= 50/ 100 x 48.910,77 m²

= 24.455,38 m²

48.910,77 – 24.455,38 m² = 24.455,4 m²

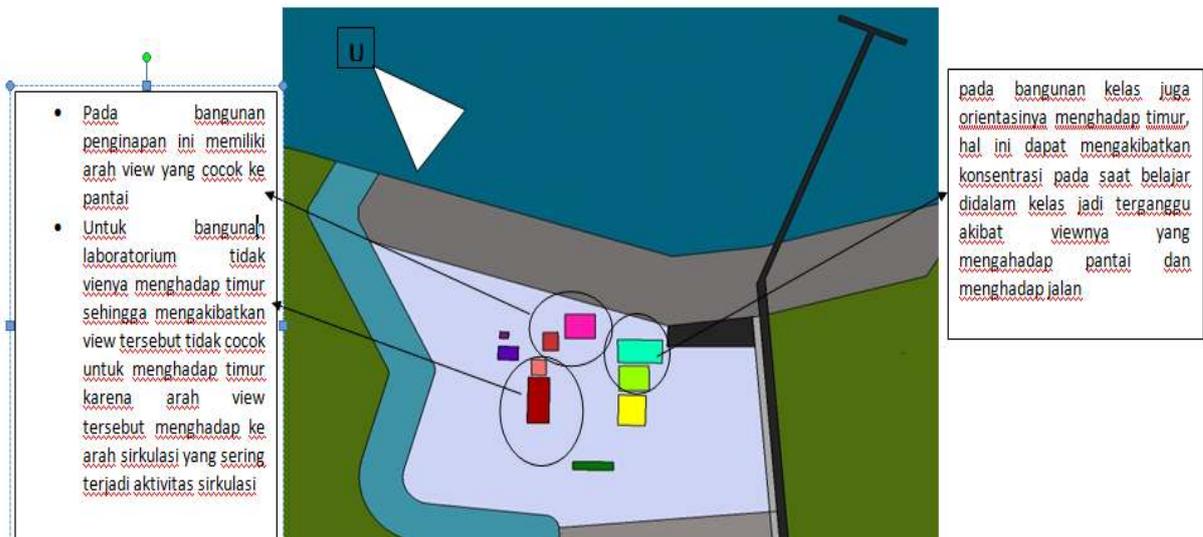
Total Luas Lantai = KLB x LLD = 2 x 24.455,4 m²

TLL = 48.910,8 m²

Luas Ruang Hijau = KDH min x TLSE = 40% x 48.910,77 m²

RTH = 19.564,3 m²

• **Analisa View ke Luar Tapak**



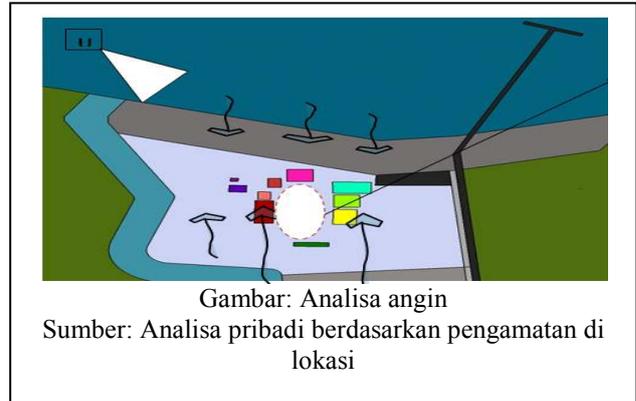
Gambar: Analisa angin

Sumber: Analisa pribadi berdasarkan pengamatan di lokasi

Pada sekeliling tapak terdapat view yang begitu bagus yaitu berupa hutan mangrove, hamparan pantai yang indah dan tenang serta pegunungan berupa perkebunan penduduk.

Tanggapan rancangan :

- View untuk bangunan utama seperti laboratorium diarahkan ke arah barat agar supaya
- Untuk arah view bangun kelas tetap akan diarahkan ke timur dan barat, tetapi akan diperbaiki letak jendelanya pada bangunan
- **Analisa Angin**



Kecepatan angin laut lebih besar daripada angin darat karena site beradaditepianpantai sehingga mempengaruhi ombak ditepianpantai.

Tanggapan Rancangan :

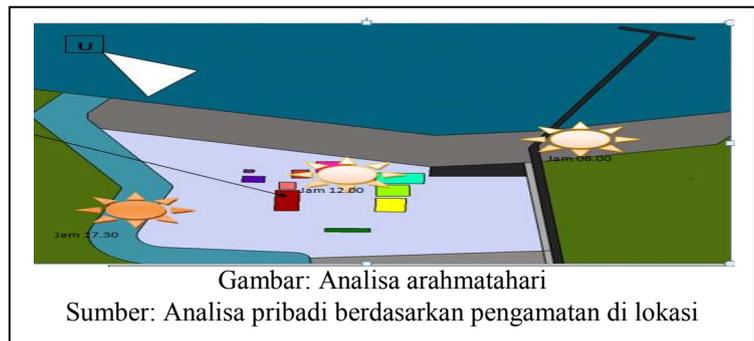
- Orientasi bangunan menghadap barat untuk menghindari laju angin
- Tidak membuat banyak bukaan pada bangunan
- Pola penataan bangunan tidak seperti pada rancangan awal Memanfaatkan laju kecepatan angin sebagai sumber energi

• **Analisa orientasi matahari**

Arah orientasi bangunan sulit beradaptasi dengan arah pergerakan matahari sehingga pemanfaatan sinar matahari menjadi tidak efisien. Suhu yang terjadi pada site cukup tinggi mengingat sinar matahari yang datang juga mengenai permukaan air laut yang bisa sehingga terjadi intensitas penguapan air laut yang besar. Intensitas sinar matahari pada daerah ini cukup tinggi jika melihat arah matahari pada gambar mengakibatkan cahaya yang masuk kedalam bangunan terutama laboratorium kering menjadi besar.

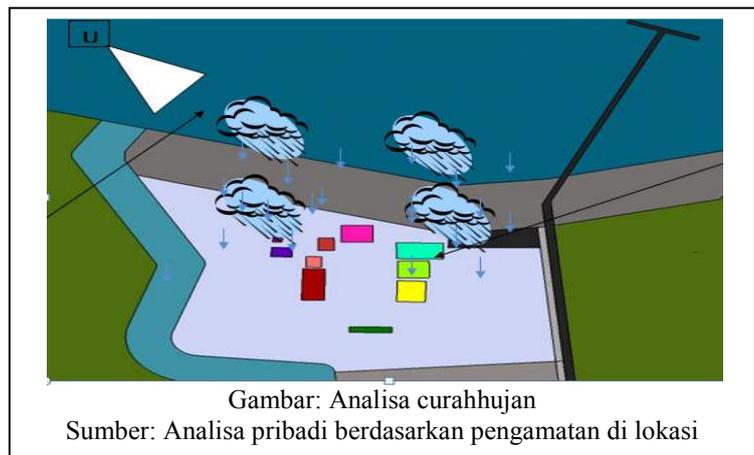
Tanggapan rancangan:

- Penempatan orientasi bangunan diubah menghadap ke barat,
- Penggunaan teknologi solar panel sebagai sumber energi yang bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari
- Penggunaan selubung heliostats untuk menangkap sinar matahari



• **Analisa Curah Hujan**

Curah hujan di daerah ini cukup tinggi karena pengaruh iklim tropis lembab. Daerah yang berada di dekat pantai terjadi kondensasi yang sehingga mengakibatkan curah hujan yang besar. Sering terjadi genangan air pada daerah-daerah tertentu di dekat bangunan Pola



penataan bangunan yang terlalu berimpit mengakibatkan drainase air hujan sulit untuk diatasi.

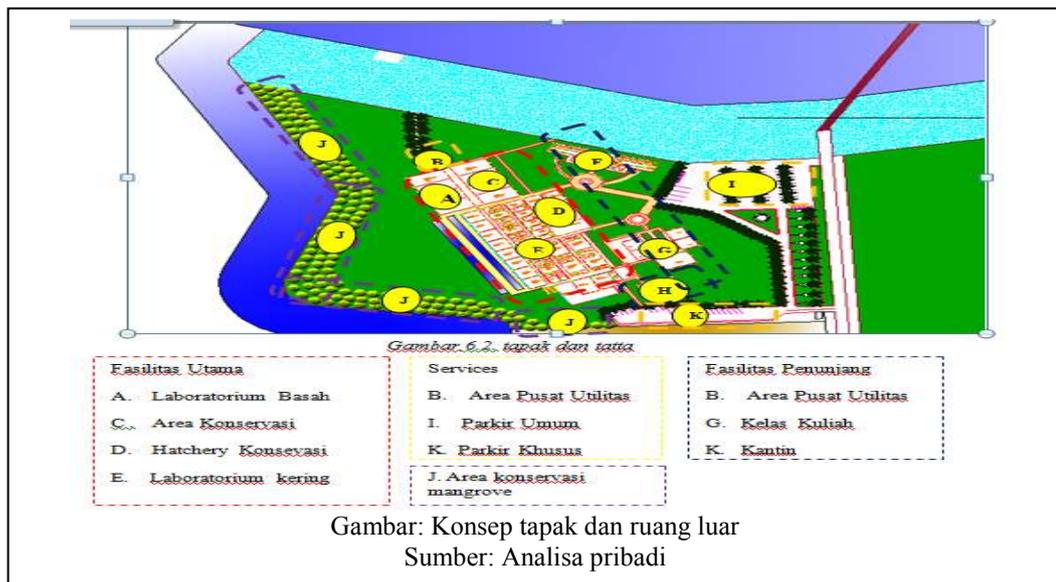
- Penggunaan material lansekap yang tahan terhadap air hujan
- Memperbanyak vegetasi rumput sebagai penambah daya serap air hujan yang berlebihan
- Jarak antara bangunan tidak terlalu dekat.

VI. KONSEP-KONSEP PERANCANGAN

Konsep Aplikasi Tematik

• Konsep Tapak dan Ruang Luar (tatamassadan zoning)

Dalam hal ini tapak yang akan dibangun berada di posisi tengah site dan hampir sampai ke bibir pantai. Ini disebabkan karena pada sebelum proses perancangan re-design ini akan di mulai posisi bangunan yang ada memang letaknya hampir persis dengan konsep ini, ini dilakukan agar mempermudah proses perancangan ini, juga ada beberapa aspek yang mendukung sehingga posisi bangunan tetap sama. Kemudian untuk disamping kiri gambar tidak dibangun karena site ini cukup memiliki luasan yang besar, sehingga banyak ruang-ruang luar yang tidak akan terpakai, seperti pada gambar. Di daerah tersebut akan tetap ditanami dan dipelihara beberapa tanaman *mangrove* beserta vegetasi-vegetasi yang lain. Untuk sempadan pantai jaraknya seperti pada keadaan awal, karena berdasarkan realita jaraknya cukup. Ada juga sempadan sungai dan sempadan jalan yang akan dibangun.

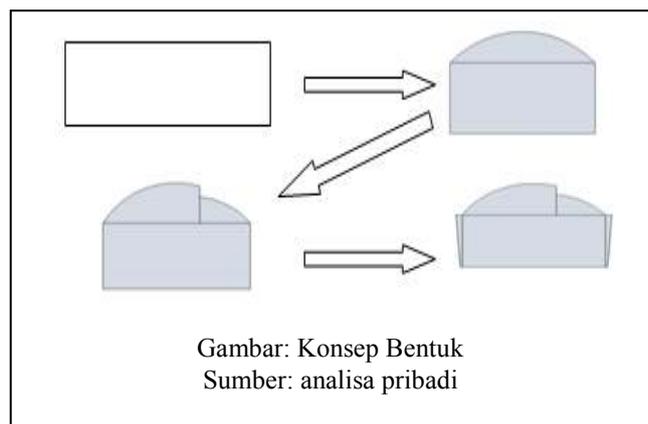


• Konsep Ruang Dalam

Dalam pembahasan ini ada beberapa konsep gambar draft konsep laboratorium Menata setiap jenis ruangan dengan steril dan tetap terjaga agar *User* merasakan fungsi objek yang sebenarnya. Menata tata ruang dalam bagian per bagian ruangan yang dibagi dari beberapa macam laboratorium ruangan. Perletakan ruang dalamnya disusun dengan pola grid, karena objek ini sangat cocok dengan pola ini. Pola penataan ruang yang teratur sehingga memudahkan pencapaian dan aktivitas yang ada di dalam bangunan. Sirkulasi menjadi semakin teratur dengan adanya selasar dan koridor di dalam bangunan. Sirkulasi dan koridor dalam ruangan terjadi karena pola penataan ruang itu sendiri.

• Konsep Bentuk

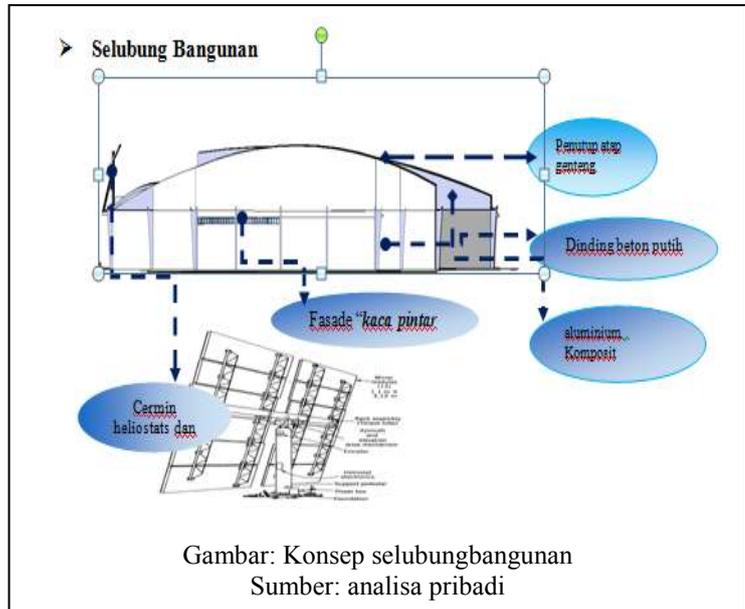
Berdasarkan tema perancangan yaitu *Architecture Eco-tech* maka konsep utama yang diambil adalah berdasarkan karakter formal bentuk yang berbentuk persegi panjang linier. kemudian bentuk tersebut diolah dengan proses gubahan massa. Dalam konsep ini yaitu bentuk mengikuti fungsi dengan sesuai dengan aktivitas dan karakter bangunan tersebut. Hal ini diharapkan dapat merasakan manfaat dari bentuk bangunan yang dimana



menunjang fungsi objek tersebut. Berdasarkan kriteria serta fungsi dari bangunan ini maka dipilihlah inspirasi bentuk persegi dikombinasikan dengan bentuk setengah lingkaran yang diletakkan diatas bentuk persegi panjang.

- **Konsep Selubung Bangunan**

Selubung bangunan mengikuti denah bangunan yang ada. Material yang digunakan pada fasade luar bangunan berupa material digunakan adalah dinding beton yang memang digunakan biasanya pada laboratorium. Ada beberapa penambahan material lain ada bangunan seperti cermin heliostats dan solar panel. Khusus cermin heliostats diletakkan pada bagian atas atap agar supaya dapat dipancarkan sinar matahari ke dalam lab kering. yang bertujuan agar cahaya dapat masuk ke dalam objek rancangan sehingga



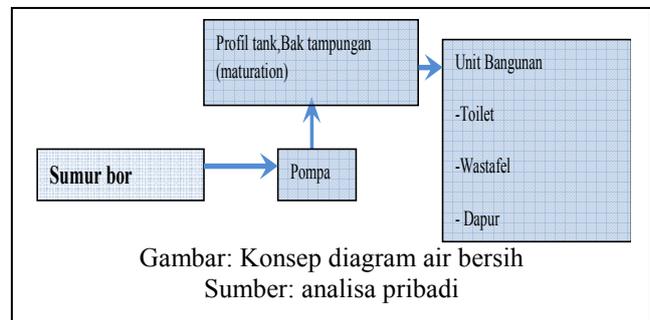
Gambar: Konsep selubung bangunan
Sumber: analisa pribadi

mengurangi pemakaian listrik yang berlebihan., expose struktur (kolom) memberikan kesan kokoh dan kuat, adapun jenis atap yang di gunakan yaitu atap lengkung dengan mataerial penutup atap menggunakan genteng. **Cermin heliostats** dengan system pelacak matahari yang dengan otomatisnya dapat mengikuti siklus matahari yang bergerak mengitari site.

- **Konsep Utilitas**

- **Air bersih**

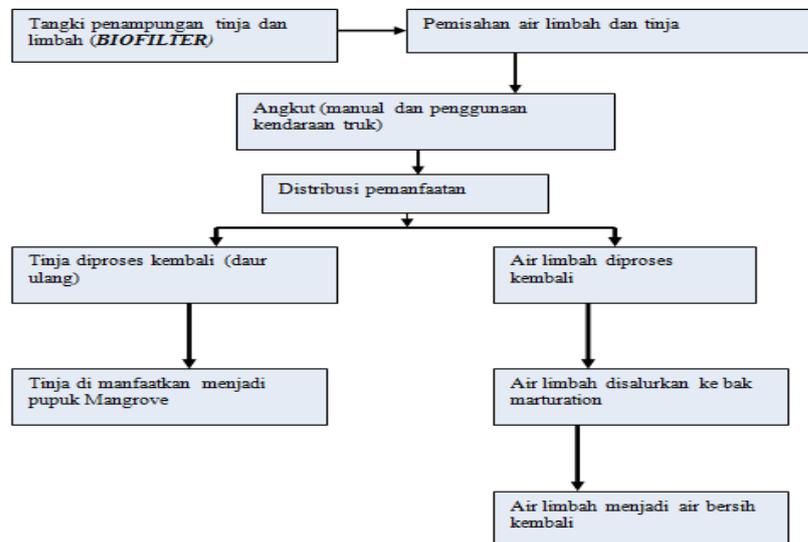
Pengadaan sumber air bersih utama berasal tanah. Pengadaan air dari sumber lain, yaitu dengan menggunakan sumur bor (artesis) untuk sumber utama, dan menyediakan tangki penampung air (tandon).



Gambar: Konsep diagram air bersih
Sumber: analisa pribadi

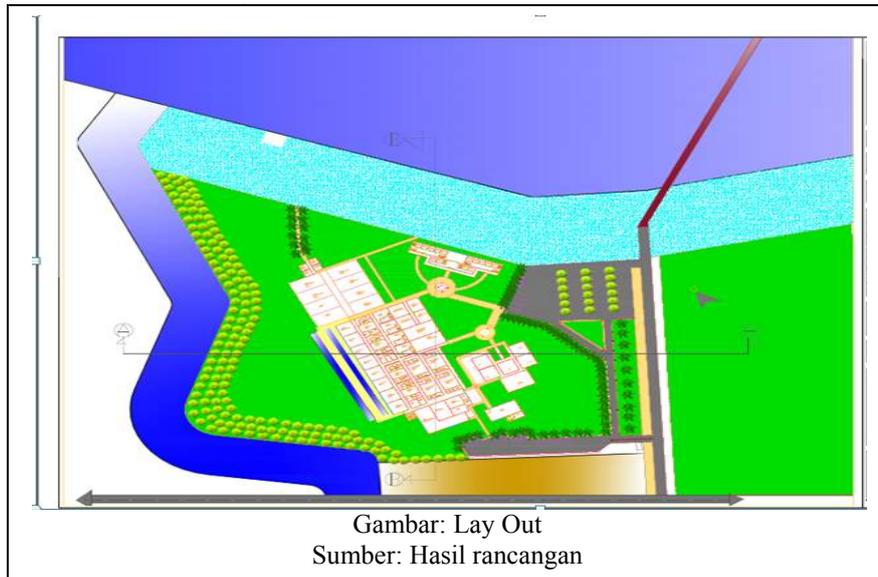
- **IPAL dan IPLT**

IPAL dan IPLT dimanfaatkan sebagai potensi sumber daya yang bisa dimanfaatkan kembali. Proses pengelolaan pemanfaatannya sebagai berikut:



Gambar: Konsep diagram IPAL dan IPLT
Sumber: analisa pribadi

VII. HASIL PERANCANGAN



Pencapaian pada tapak terdapat entrance pada pintu masuk kawasan. Kendaraan tidak dapat mencapai ke seluruh area, karena untuk sirkulasi lain diperuntukkan untuk sirkulasi orang. Parkir dalam hal ini diperuntukkan dua bagian pada bagian yang di atas gambar untuk umum, sedangkan yang ada di bagian bawah gambar yaitu parkir khusus.



Seluruh bangunan yang ada di laboratorium kering menggunakan konsep yang dibahas sebelumnya dengan menggunakan cermin heliosat di atas bangunan maka implementasi temapada perancangan ini bisa dilihat pada gambar laboratorium kering, samalahnya juga jika kita melihat spot bangunan penginapan yang memperlihatkan bentuk bangunan yang formal persegi panjang linear.

Pada sistem utilitasnya juga telah kelihatan bagaimana pemanfaatan air hujan sebagai energi yang terbaru untuk pengembangan kelangsungan pemanfaatan air bersih yang memanfaatkan teknologi ini. Ini juga dilakukan sebagai implementasi temapada hasil rancangan ini. Dimana dengan menggunakan teknologi yang tepat gunabisamembuat air hujan itu dimanfaatkan sebagai air bersih





VIII. PENUTUP

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa ReDesain objek rancangan ini merupakan suatu wadah yang menampung kegiatan penelitian dan konservasi yang dilakukan oleh mahasiswa dan pihak FPIK Unsrat. Dimana objek tersebut merupakan objek yang sangat ideal untuk kebutuhan akademik mahasiswa serta sebagai tempat pendapatan sumberdaya kelautan. Daerah tersebut merupakan daerah yang berbatasan langsung dengan tepi laut Minahasa Utara,

Objek ini mengimplementasikan Suatu Sistem Ecology dan technology yang digunakan untuk menunjang kelangsungan kegiatan yang representatif sebagai tema perancangan yang mengangkat keselarasan antara bangunan tempat manusia melakukan kegiatan, dan alam, yang dipadukan dengan teknologi yang tepat guna untuk kontinuitas objek tersebut.

Sehingga Objek perancangan ini lebih di tekankan pada kegaitan penelitian dan konservasi dimana objek tersebut di buat dengan konsep yang memperhatikan potensi alam, situasi lingkungan sekitar, sirkulasi, fasilitas – fasilitas penunjang dan terkendali. Jadi objek ini merupakan suatu wadah yang memberi suasana rekreasi sekaligus sebagai tempat untuk mendapatkan pengetahuan dan sumberdaya hasil perikanan dan kelautan

Maka dengan adanya Pembangunan kembali objek Pusat Penelitian dan Konservasi ilmu kelautan oleh pihak Institusi Universitas Sam Ratulangi di Desa Likupang ini diharapkan mampu memberdayai kebtutuhan ilmu pengetahuan lapangan terhadap mahasiswa serta Orang-orang yang terlibat langsung di FPIK Unsrat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ceessor catherine, 1997. *Eco-tech; Sustainable –Technology architecture*. New York
- Peraturan Menteri Pemberdayaan energi dan sumberdaya mineral Nomor 340//SK/III/2010 Tentang Klasifikasi Pusat penelitian.
- Keputusan Kementerian kelautan dan Perikanan Indonesia Nomor: 1304//Sk/X/2004 tentang laboratorium oseanografi
- Anonim. 2009. Lembaga ilmu Penelitian Indonesia Nomor 159b//II/2009/tentang tata cara penelitian
- Anonim, 2012. *Profil Minahasa Utara* : Badan Pusat Statistik kabupaten Minahasa Utara
- Anonim, 2012. Pusat Pertumbuhan kawasan minapolitan di minahasa utara: Minahasa utara
- Neufert, E. 1994. *Data Arsitek*, jilid 1. Erlangga. Jakarta.
- Poerbo, Hartono. 2007. *Utilitas Bangunan*. Penerbit djambatan. Jakarta. Djambatan.
- F.D.K Ching. 1983. *Bentuk Dasar* PT. Gramedia. Jakarta.
- Heinz. Frick FX Bambang Suskiyanto).1998. *Dasar-dasar Eko Arsitektur* Kanisius, yogyakarta.
- Lippsmeier, Georg. (1997). *Bangunan Tropis*. Jakarta: Erlangga.

Corbett, Judy and Michael Corbett. (2000). *Designing Sustainable Communities*. Washington DC: Island Press.

Pengolahan Limbah Tinja dan Lindi Tekan Pencemaran: Sijjaka Files.com 2008/1