

TUGAS AKHIR

OBSERVATORIUM ASTRONOMI DAN LABORATORIUM KELAUTAN

“Mendesain Bangunan Terapung Dengan Pendekatan Energi Mandiri”

ASTRONOMICAL OBSERVATORY AND MARITIME LABORATORY

“Floating Building Through Approach In Independent Energy Harvest”



Disusun Oleh :

Herdhika Handoko Kridho

04 512 098

Dosen Pembimbing :

Wisnu Bayuaji, ST, MA

**JURUSAN ARSITEKTUR
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2012

ABSTRAKSI

OBSERVATORIUM ASTRONOMI DAN LABORATORIUM KELAUTAN Mendesain Bangunan Terapung Dengan Pendekatan Energi Mandiri

ASTRONOMICAL OBSERVATORY AND MARITIME LABORATORY “Floating Building Through Approach In Independent Energy Harvest”

Dengan perkembangan jaman yang pesat sekarang ini, fungsi dan optimalisasi pengamatan terhadap objek-objek astronomi mulai mengalami masalah. Masalah utama dalam pengamatan astronomi adalah, polusi cahaya yang disebabkan oleh perkembangan kota serta keterbatasan sudut pengamatan yang mampu dijangkau suatu observatorium. Sehingga dibutuhkan suatu tempat pengamatan yang mampu meminimalisir polusi cahaya serta mampu menjangkau langit secara keseluruhan. Sebagai pemecahan masalah tersebut maka bangunan yang mempunyai kemampuan moveable atau bergeraklah yang diambil sebagai solusinya. Suatu bangunan moveable, harus memiliki fleksibilitas gerak agar mampu mengoptimalkan pengamatan langit secara keseluruhan. Oleh karena itu, daerah laut dipilih sebagai tempat yang mampu meminimalisir efek polusi cahaya pada daerah daratan, serta mempunyai ruang gerak yang luas pada bangunan moveable.

Bumi memiliki luas laut dua kali lipat daripada luas daratan, namun penelitian tentang keaneka ragam hayati pada kawasan laut masih relative sedikit. Oleh karena itu dibutuhkan suatu tempat yang mampu membantu dalam eksplorasi hayati dalam kawasan laut yang luas ini. Dengan bangunan penelitian yang berdekatan pada sumber penelitian, akan mengoptimalkan proses penelitian yang berlangsung. Laut kembali diambil sebagai tempat yang cocok bagi bangunan yang menaungi kegiatan penelitian ini, dikarenakan dekat dengan sumber penelitian tersebut. Dikarenakan laut diambil sebagai tempat yang ideal bagi pengamatan astronomi dan penelitian kelautan, maka dibutuhkan energi dalam pengoptimalan fungsi bangunannya.

Dikarenakan bangunan penelitian dan pengamatan yang berada dilaut dan membutuhkan beberapa waktu dalam pengoprasiannya,, maka energi yang digunakan sebaiknya ramah lingkungan dan dapat dihasilkan setiap waktu (mampu diperbaharui), dikarenakan memikirkan kemungkinan waktu yang tak terbatas dalam pengoprasiannya. Sehingga energi alami berupa matahari dan angin merupakan salah satu sumber energi yang tersedia dan tak terbatas dalam kawasan laut. Selain itu pemanfaatan energi alami (terbaharui), didasari oleh keterbatasannya cadangan sumber energi tak terbaharui di bumi ini.

Dengan melihat latar belakang tersebut, penulis mengambil desain sebuah Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan yang mempunyai kemampuan moveable (bergerak) dan mampu terapung dengan stabil di perairan dengan pencahayaan yang optimal pada bangunan yang orientasinya selalu berubah (moveable), serta mampu memanfaatkan energi terbaharui sebagai penopang kebutuhan energi bangunan.

Dalam penerapan hal tersebut, maka bentuk bangunan harus mempunyai kemampuan dalam bergerak di air, dalam hal ini bentuk bangunan harus mampu membelah air agar mengoptimalkan fungsi bangunan tersebut. Untuk menjaga kestabilan bangunan maka, penerapan hukum Archimedes “ benda dengan massa jenis yang lebih besar daripada massa jenis air dikarenakan terdapat udara dalam benda yang menyebabkan gaya angkat benda tersebut naik” serta dengan menggunakan sistem pegas untuk menjaga stabilitas bangunan jika terjadi oleng. Dalam hal optimalisasi pencahayaan dan pengambilan energi matahari dan angin pada bangunan yang bergerak, maka digunakan pengontrol pencahayaan alami dan sistem pemanenan energi terbaharui yang moveable.

ABSTRAKSI

OBSERVATORIUM ASTRONOMI DAN LABORATORIUM KELAUTAN Mendesain Bangunan Terapung Dengan Pendekatan Energi Mandiri

ASTRONOMICAL OBSERVATORY AND MARITIME LABORATORY “Floating Building Through Approach In Independent Energy Harvest”

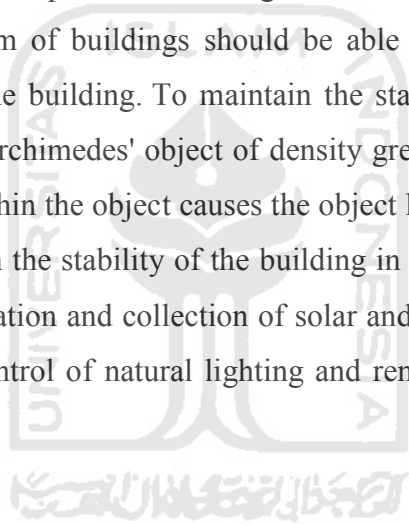
With the rapid development of the current era, the functions and optimization of the observation of astronomical objects, start having problems. A major problem in observational astronomy is, the light pollution caused by urban development and limited angle of observation that is able to reach the observatory. With that result, so we need a place of observation is able to minimize light pollution and be able to reach the sky as a whole. The solving this problem is the building that has the ability to moveable. A moveable building, must have the flexibility of movement to be able to optimize the overall observation of the sky. Therefore, the sea area was chosen as a place that is able to minimize the effects of light pollution on the mainland, and has broad latitude in moveable buildings.

Earth has a sea area twice the land area, but research on biodiversity in marine areas is still relatively small. Therefore we need a place that can help us to exploration of marine biodiversity in this vast region. With adjacent research building on the research source, will optimize the process of research is in progress. Once again sea taken as a suitable place for the research activities, because close to the source of the research. Because the sea is taken as an ideal place for astronomical observation and marine research, will be needed the energy required for the optimization function of the building. Due to the building of research and observations that are at sea and in need of some time in using,, then the energy used should be environmentally friendly and can be generated every time (could be renewable), because the thought of the possibility of infinite time in using. So that the

natural energy of the sun and wind is one of the available energy resources in the region of ocean. In addition the utilization of natural energy (renewable), based on the limitations of non-renewable sources of energy reserves on earth.

By looking at the background, the author takes the design of an astronomical observatory and marine laboratories that have the ability moveable (movement) with a stable and capable of floating in water with optimal lighting in buildings that are constantly changing their orientation (moveable), and able to take advantage of renewable energy as a crutch building energy needs.

In applying this, the shape of the building must have the ability to move in the water, in this case the form of buildings should be able to split water in order to optimize the function of the building. To maintain the stability of the building, the application of the law of Archimedes' object of density greater than water due to the density of air contained within the object causes the object lift up "as well as by using a spring system to maintain the stability of the building in case of shaky. In terms of optimization of the illumination and collection of solar and wind energy in buildings that move, then use the control of natural lighting and renewable energy harvesting system is moveable.

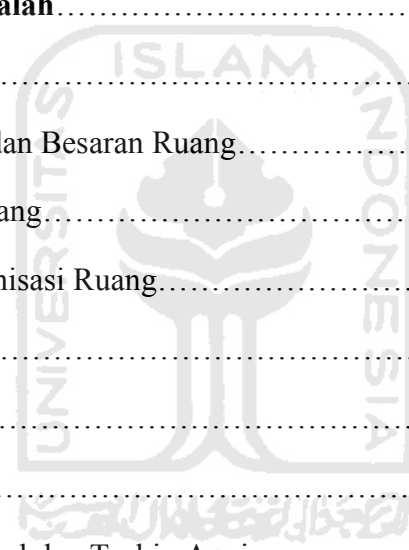


Daftar Isi

Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persembahan	iii
Abstraksi	v
Daftar Isi	x
I. Pendahuluan	1
I.1 Definisi Judul	1
I.2 Latar Belakang	1
I.2.1. Pengamatan Objek Astronomi	1
I.2.2. Keaneka Ragaman Hayati	3
I.2.3. Keterbatasan Supply Energi	5
I.3 Permasalahan	8
I.3.1. Permasalahan Umum	8
I.3.2. Permasalahan Khusus	8
I.4 Tujuan dan Saran	8
I.4.1. Tujuan	8
I.4.2. Sasaran	9
I.5 Keaslian Penulis	9
I.6 Metode Perancangan	10
I.6.1. Metode Pengumpulan Data	10
I.6.2. Metode Analisis dan Pembahasan	10
I.6.3. Metode Pendekatan Rancangan	11
I.6.4. Metode Pengujian	11

I.7	Spesifikasi Proyek.....	11
	I.7.1. Nama Proyek.....	11
	I.7.2. Lokasi Proyek.....	12
I.8	Kerangka Berfikir.....	12
II.	Kajian Pustaka.....	14
II.1	Observatorium.....	14
	II.1.1. Kegiatan di Observatorium.....	14
	II.1.2. Kriteria Ruang Observasi.....	16
	II.1.3. Standart Luasan Ruang Pengamatan.....	16
II.2	Laboratorium.....	18
	II.2.1. Kegiatan di Laboratorium.....	18
	II.2.2. Kriteria Ruang Penelitian.....	19
	II.2.3. Kriteria Keamanan Ruang Laboratorium.....	20
	II.2.4. Standart Ruang Kegiatan Laboratorium.....	20
II.3	Ruang Pendukung.....	22
II.4	Sumber Energi.....	24
	II.4.1. Energi Surya.....	24
	II.4.2. Energi Angin.....	29
	II.4.3. Energi Laut.....	36
	II.4.4. Energi Biomassa.....	37
	II.4.5. Kesimpulan.....	38
	II.4.6. Kebutuhan Energi Bangunan.....	39
II.5	Pencahayaan.....	42
	II.5.1. Pencahayaan Alami Ruang.....	42

II.5.2. Jenis dan Ragam Bukaannya Pada Bangunan.....	46
II.5.3. Kajian Orientasi Matahari.....	50
II.6. Bangunan yang Terapung dan Moveable di Laut.....	53
II.6.1. Bentuk Bangunan.....	53
II.6.2. Bahan Struktur Bangunan.....	55
II.6.3. Stabilisasi Bangunan Air.....	56
II.7. Studi Kasus.....	61
III. Analisis Penyelesaian Masalah.....	62
III.1. Program Ruang.....	62
III.1.1. Analisa Kebutuhan dan Besaran Ruang.....	62
III.1.2. Matriks Program Ruang.....	64
III.1.3. Hubungan dan Organisasi Ruang.....	64
III.1.4. Tata Ruang.....	65
III.1.5. Pola Sirkulasi.....	68
III.2. Energi Mandiri.....	69
III.2.1. Kebutuhan Solar Panel dan Turbin Angin.....	69
III.2.2. Analisa Pergerakan Matahari.....	71
III.2.3. Analisa Pergerakan Angin.....	74
III.3. Analisa Pencahayaan Bangunan.....	76
III.3.1. Analisa Orientasi Massa Bangunan.....	76
III.3.2. Analisa Besar dan Posisi Bukaannya yang Optimal Saat Bangunan Diam.....	77
III.4. Bangunan Moveable.....	82
III.4.1. Analisa Bentuk Bangunan.....	82
III.4.2. Analisa Stabilisasi Observatorium.....	83



IV.	Konsep	86
	IV.1. Konsep Bentuk Bangunan.....	86
	IV.2. Konsep Sistem Stabilisasi.....	87
	IV.3. Energi Mandiri “Solar panel dan Turbin Angin”	89
	IV.4. Pencahayaan Bangunan.....	90
V.	Rancangan	92
	V.1. Bentuk Bangunan.....	92
	V.2. Sistem Stabilisasi.....	94
	V.3. Energi Mandiri	94
	V.4. Pencahayaan Bangunan.....	96
VI.	Refleksi	97
	Daftar Pustaka	
	Lampiran	



Halaman Persembahan

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah senantiasa melimpahkan rahmat serta hidayah Nya kepada hamba-hamba Nya. Shalawat serta salam selalu dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang selalu melindungi dalam setiap jejak kaki melangkah.

Alhamdulillah, pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan – Mendesain Bangunan Terapung Dengan Pendekatan Energi Mandiri**, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan Strata-1 pada jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Penyusun menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat akan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan yang penulis miliki dan tidak akan terlaksana tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penyusun ingin mengucapkan syukur dan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada :

- ❖ **Allah SWT**, terima kasih atas segala pertolongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tiada tempat meminta pertolongan selain pada-Mu.
- ❖ **Keluargaku Ayahanda Mudjiono, Ibunda Hermin Widyastuti**, terima kasih atas doa serta support dalam hal financial dan mentalnya, **Aldhira Yusiari Rizki** dan **Ragilia Akfani Devi** atas support yang diberikan.
- ❖ **Pak Ilya Fadjar Mahardika, Dr. Ing, IAI** selaku Ketua Jurusan Arsitektur FTSP – Universitas Islam Indonesia. Terima kasih atas bimbingannya selama kuliah di Jurusan Arsitektur UII

- ❖ Pak **Wisnu H Bayuaji, ST, MA** selaku dosen pembimbing, terima kasih banyak atas ilmu yang diberikan dan dengan sabar membimbing dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
- ❖ Ibu **Sugini, DR, Ir, MT** selaku dosen penguji, terima kasih atas ilmu dan saran-saran yang diberikan demi kemajuan saya
- ❖ Ibu **Ir. Etik Mufida, M.Eng** selaku dosen tamu, terima kasih atas masukan yang membangun dalam melengkapi Tugas Akhir ini.
- ❖ Pak **Revianto B Santosa Ir, M.Arch**, terima kasih telah membantu dan memberi masukan disaat-saat yang berat, terima kasih pula atas perhatian dalam hal akademik dan support yang tak lelah diberikan kepada saya.
- ❖ **Teman-teman senasibku**, Arriesa (amiiek), Artanti (tanti), Aulia (olik) thanks for all your help and support
- ❖ **Teman-teman baikku**, Edwin dan Een (terima kasih atas pinjaman barang-barangnya yang tak dapat terhitung lagi jumlahnya), Ipan, Iwan, Acok (thank's for the information of your ship), Dadang, Doyok (makasih atas omelan-omelannya) pokoknya the best. . .best. . .best lah kalian.
- ❖ **Teman di seberang sana** Atrika Iriani, Puspa Ayu Fita, Untari anggeni dan Risfana Silvia (terima kasih teman-temanku, walau kita jauh namun kalian mau membantuku dalam berbagai hal :p)

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan yang perlu diperbaiki dalam penulisan ini, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran, kritik yang membangun demi kesempurnaan dalam Laporan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan banyak trima kasih pada seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan ini, sehingga dapat bermanfaat bagi semua pihak khususnya penulis pribadi.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Definisi Judul

Observatorium : sebutan umum untuk pusat pengamatan (astronomi, meteorologi maupun geofisika)¹

Astronomi : cabang ilmu pengetahuan eksakta tertua yang mempelajari dan menyelidiki benda-benda langit di dalam jagat raya. Ilmu astronomi tidak dapat berdiri sendiri, ilmu itu berkaitan erat dengan cabang-cabang ilmu pengetahuan yang lain seperti; ilmu fisika, elektro, matematika, kimia dan lain-lain¹

Laboratorium : tempat atau kamar tertentu yg dilengkapi dengan peralatan untuk mengadakan percobaan (penyelidikan dsb)¹

Kelautan : perihal yg berhubungan dengan laut¹

Observatorium Astronomi dan Laboratorium Kelautan adalah pusat pengamatan tentang benda-benda langit di dalam jagat raya dan tempat penelitian serta percobaan akan segala hal yang berhubungan dengan laut “biota laut”.

I.2 Latar Belakang

I.2.1 Tempat pengamatan Objek Astronomi

Observatorium Astronomi adalah tempat penelitian objek-objek astronomi yang bertujuan mencari dan mengetahui gejala serta objek di luar bumi. Selain itu Observatorium Astronomi juga sebagai tempat pembelajaran dan pengetahuan bagi masyarakat umum tentang objek-objek luar angkasa. Namun dengan perkembangan jaman yang pesat sekarang ini, fungsi dan optimalisasi pengamatan terhadap objek-objek astronomi mulai mengalami masalah.

1. www.kamusbesar.com

Masalah utama dalam optimalisasi pengamatan ialah tempat yang ideal. Masalah utama dari pendirian dan optimalisasi pengamatan adalah polusi cahaya dan sudut pengamatan. Polusi cahaya, adalah gangguan yang sering terjadi pada Observatorium. Permasalahan itu terjadi pada Observatorium astronomi dikarenakan oleh beberapa hal yaitu, perkembangan kemajuan jaman yang menyebabkan pertumbuhan kota semakin cepat. Hal ini mengakibatkan polusi cahaya yang berlebih “light pollution” dan mengganggu optimalisasi pengamatan terhadap objek-objek astronomi suatu Observatorium. Polusi cahaya terjadi dikarenakan penggunaan pencahayaan buatan di suatu daerah pada malam hari, saat Observatorium mulai melakukan kegiatan pengamatan. Tidak dapat dipungkiri lagi bahwa polusi cahaya terbesar disumbang oleh negara-negara maju. Namun dengan perkembangan jaman sekarang, negara berkembang akan segera menyusul negara maju dalam menyumbang polusi cahaya bagi bumi².

Sehingga dibutuhkan tempat yang mampu menghindari dan meminimalisir efek sky glow yang sekarang mulai mengganggu pengamatan Observatorium astronomi.

Salah satu Observatorium astronomi yang mempunyai kelebihan dalam hal kemampuan teknologi dan tempat yang ideal pun belum dapat mencakup langit secara keseluruhan dikarenakan keterbatasan sudut pengamatan. Observatorium itu adalah Gemini Observatory yang terdapat di Hawaii dan Chile. Teleskop Gemini utara yang berada Hawaii tidak dapat menunjukkan deklinasi 79 derajat dan teleskop Gemini selatan yang terletak di gunung Andes, Chili, tidak dapat menunjuk selatan deklinasi 89 derajat³.

-
2. *Judistira Aria dan Lina Aviyanti, “Kebijakan penanganan polusi cahaya”,
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Pendidikan Indonesia, Bandung, hal.1,2*
 3. www.iniuunik.web.id



Gambar I.1 Observatorium Gemini

Sumber: www.iniuunik.web.id

Dikarenakan bentuk permukaan bumi yang bulat, maka, kemampuan dalam penentuan tempat yang mampu memaksimalkan sudut pengamatan objek-objek astronomi memiliki kelemahan. Ada titik gelap (*blank spot*) dalam pengamatan objek astronomi.

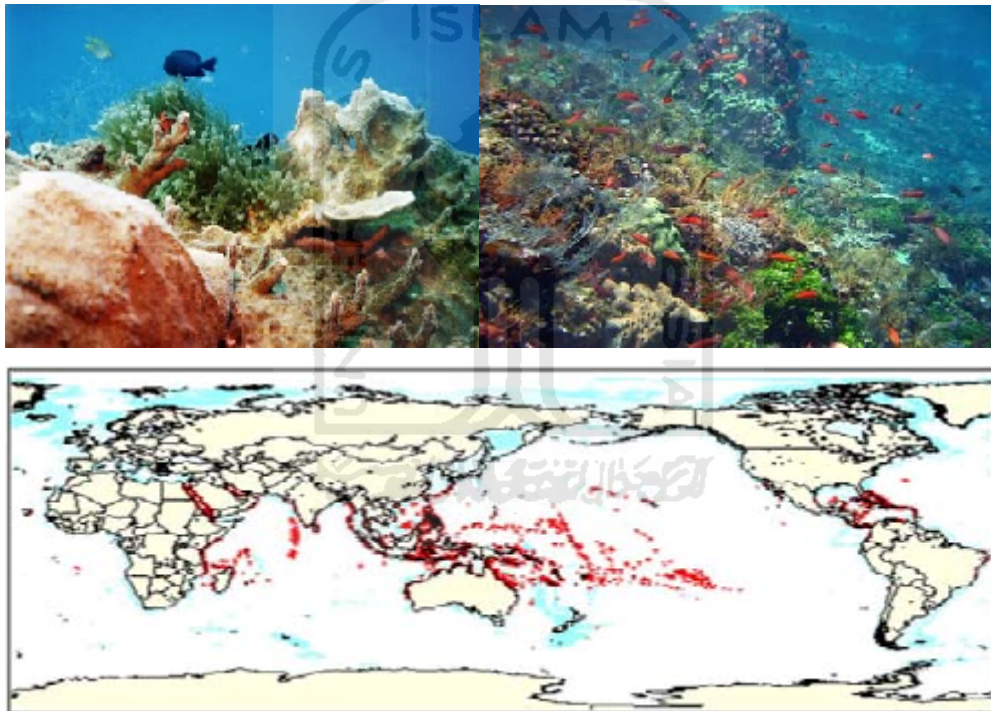
Maka diperlukan Observatorium yang mampu mendapatkan sudut pengamatan terhadap objek astronomi.

I.2.2 Keaneka Ragaman Hayati Laut

Bumi adalah suatu planet yang terdiri dari daratan, lautan dan udara. Perbandingan antara daratan dan lautan adalah 1:2, dimana luas lautan adalah 2 kali lipat luasan daratan yang ada. Bayangkan, betapa banyaknya keaneka ragam hayati yang dapat di eksplorasi dari lautan yang ada saat ini. Bukan hanya di lautan dangkal namun juga keaneka ragam hayati yang terdapat di laut dalam yang jarang dikunjungi oleh manusia.

Beragamnya keaneka ragam hayati yang belum terekplorasi pada daerah laut menyebabkan kekayaan jenis biota laut itu masih sedikit yang teridentifikasi. Keragaman dalam suatu ekosistem dikarenakan varian dalam ekosistem tersebut bertambah dan kompleks, sebaliknya jika varian dalam suatu ekosistem tersebut berkurang maka satu atau lebih spesies akan punah dan menghilang. Salah satu jenis hayati yang mempengaruhinya adalah terumbu karang.

Terumbu karang adalah struktur hidup yang terbesar dan tertua di dunia. Salah satu fungsi terumbu karang ialah rumah bagi banyak jenis makhluk hidup di laut⁴. Oleh karena itu terumbu karang sangat penting bagi siklus dan ekosistem laut. Semakin banyak hewan yang hidup bergantung pada terumbu karang, maka hewan yang lebih besar sebagai pemangsa hewan kecil pun akan berkumpul pada wilayah tersebut dan seterusnya siklus makan memakan akan banyak terjadi pada daerah tersebut. Kesimpulan dari semuanya ialah, semakin banyak makhluk hidup yang dijadikan mangsa disana, maka keaneka ragamannya pun akan bertambah pula.



Gambar I.2 Keaneka ragaman biota pada terumbu karang dan persebaran terumbu karang

Sumber: www.cintailautindonesia.blogspot.com

4. www.goblue.or.id

5. www.cintailautindonesia.blogspot.com

Dari gambar diatas, terlihat bahwa disekitar terumbu karang terdapat banyak varien makhluk hidup yang berkumpul. Sebagian besar terumbu karang dunia (55%) terdapat di Indonesia, Philipina dan kepulauan pasifik, 30% di lautan Hindia dan laut merah, 14% di karibia dan 1% di Atlantik utara. Dari data diatas maka, daerah yang cocok untuk penelitian dan pengeplorasian keaneka ragaman varien makhluk hidup di laut banyak terdapat pada samudra Pasifik dan samudra Hindia.

Dikarenakan kurangnya ekplorasi akan keragaman biota pada daerah laut, maka dibutuhkan tempat yang mampu menaungi kegiatan penelitian kelautan. Dalam hal ini daerah dengan kawasan terumbu karang yang besar, mempunyai potensi keaneka ragaman hayati laut didalamnya. Namun tidak menutup kemungkinan penelitian pada daerah lain sebagai hasil dari pengembangan penelitian pada kawasan terumbu karang.

I.2.3 Keterbatasan Supply Energi

Energi di alam dapat diklasifikasikan menjadi 2 yaitu, energi terbarui dan energi tak terbarui. Energi fosil atau energi tak terbarui semakin lama semakin berkurang. Sebagai contoh energi tak- terbarui adalah energi minyak, energi gas alam, batubara dan energi nuklir.

Indonesia adalah salah satu negara dengan jumlah minyak terkaya didunia. Namun eksploitasi secara berlebihan energi tak terbarukan ini sangat berbahaya bagi cadangan minyak di Indonesia saat ini. Kita dapat menghitung berapa lama sisa cadangan minyak bumi di Indonesia dan pada negara-negara dengan populasi terbanyak dunia ini akan habis dari data Tabel I.1 :

Rank	Country	Population	Oil-Proved Reserve (BBL)	BBL per Capita
1	China	1.330.141.295	20.350.000.000	15,30
2	India	1.173.108.018	5.800.000.000	4,94
3	United state	310.232.863	19.120.000.000	61,63
4	Indonesia	242.968.342	4.050.000.000	16,67
5	Brazil	210.103.330	13.200.000.000	65,64

Tabel I.1 Perbandingan 5 negara dengan populasi tertinggi dan jumlah cadangan minyak yang tersedia

Sumber: www.politik.kompasiana.com

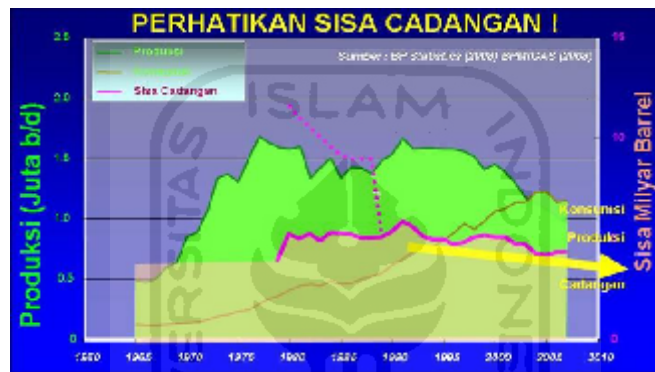
Indonesia pada saat ini yang memiliki populasi penduduk sekitar 240 juta jiwa, tercatat memiliki cadangan minyak bumi sekitar 4 milyar barrel (1 barrel = sekitar 150 liter), jadi perkepala penduduk Indonesia saat ini memiliki kekayaan cadangan minyak sekitar 16 barrel atau sekitar 2,400 liter saja. Diantara 5 besar negara memiliki populasi penduduk tertinggi didunia, dari aspek cadangan minyak, penduduk Indonesia masih lebih beruntung dibanding China dan India, dimana rakyat China per kepala hanya memiliki sekitar 15 barrel, sedangkan India hanya sekitar 5 barrel⁶.

No	ASEAN countries	Population	Oil- Proved Reserved (BBL)	BBL per Capita	Oil comsumtion (BBL/day)
1.	Indonesia	242.968.342	4.050.000.000	16,67	1.115.000
2.	Malaysia	28.274.729	2.900.000.000	102,57	536.000
3.	Thailand	67.059.500	430.000.000	6,43	923.000
4.	Vietnam	89.571.130	4.700.000.000	52,47	302.000
5.	Philiphina	99.900.177	138.500.000	1,39	313.000
6.	Myanmar	53.414.374	50.000.000	0,94	42.000
7.	Cambodia	14.453.680	NA	0,00	4.000
8.	Laos	6.368.367	NA	0,00	3.000
9.	Singapore	4.701.069	NA	0,00	878.000
10.	Brunei	395.027	1.100.000.000	2.784,62	16.000
11.	Timor leste	1.154.625	553.800.000	479,64	2.500

Tabel I.2 Jumlah konsumsi minyak di kawasan Asia Tenggara (ASEAN)

Sumber: www.politik.kompasiana.com

Pada hari ini Indonesia telah menjadi negara net importir minyak, saat ini perhari Indonesia Import minyak mentah (crude oil) dari Timur Tengah sekitar 400,000 barrel per hari untuk pasokan kilang minyaknya dan impor white product (produk jadi) yang berupa premium, solar dan kerosene sekitar 300- 400,000 barrel per hari. Bila tidak ditemukan lagi cadangan minyak baru di Indonesia, cadangan terbukti sekitar 4 milyar barrel bila diproduksi sekitar 1,1 juta barrel per hari, maka sekitar 10-15 tahun lagi minyak mentah Indonesia akan terkuras habis⁶.



Gambar I.3 Sisa cadangan minyak bumi Indonesia

Sumber: www.politik.kompasiana.com

Ketersediaan energi fosil yang berkurang memaksa kita untuk mencari sumber energi terbarui yang dapat menunjang kehidupan. Pemanfaatan energi alam sekarang mulai banyak digunakan sebagai salah satu alternative energi. Alternative energi terbarui yang disediakan oleh alam yaitu, energi angin, energi matahari/surya, energi ombak dll.

Eksploitasi sumber daya fosil ini dapat merusak lingkungan, sebagai contoh kerusakannya adalah rusaknya struktur tanah yang ada dan meningkatkan pemanasan global. Penghematan pemanfaatan energy fosil akan menyelamatkan kita dari kehancuran dunia.

6. www.politik.kompasiana.com

I.3 Permasalahan

I.3.1 Permasalahan Umum

1. Bagaimanan mendesain ruang Observatorium Astronomi dan Laboratorium kelautan yang mampu memenuhi kebutuhan pengamatan astronomi dan penelitian kelautan.
2. Bagaimana mendesain bangunan yang mampu memenuhi kebutuhan energinya sendiri dengan memanfaatkan energi terbarukai yang ada.
3. Bagaimana mengoptimalkan pencahayaan alami bangunan.
4. Bagaimana mendesain Observatorium Astronomi dan Laboratorium Kelautan dengan posisi serta kualitas pengamatan yang optimal.

I.3.2 Permasalahan Khusus

1. Bagaimana mendesain tata ruang pada Laboratorium Kelautan dan Observatorium Astronomi terapung yang efektif.
2. Bagaimana mendesain layout sistem pemanenan energi surya dan angin
3. Bagaimana mendesain orientasi bangunan dan bukaan bangunan yang mampu memaksimalkan pencahayaan alami pada bangunan.
4. Bagaimana mendesain bangunan yang mampu terapung dengan stabil dan moveable di laut.

I.4 Tujuan dan Sasaran

I.4.1 Tujuan

Mendesain Observatorium Astronomi dan Laboratorium Kelautan yang moveable dan mampu terapung dengan stabil di perairan dengan pencahayaan yang optimal pada bangunan yang orientasinya selalu berubah serta mampu memanfaatkan energi terbarukai sebagai penopang kebutuhan energi bagi bangunan (mandiri energi).

I.4.2 Sasaran

1. Mendesain Organisasi ruang pada Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan.
2. Medesain selubung bangunan yang mampu mengakomodasi panel energi surya.
3. Mendesain posisi layout turbin angin yang optimal dan tidak mengganggu proses pengamatan.
4. Mendesain besaran dan posisi bukaan pencahayaan pada bangunan.
5. Mendesain bentuk dan anatomi bangunan Observatorium Astronomi dan Laboratorium Kelautan agar mampu terapung di laut.
6. Mendesain sistem stabilisasi bangunan yang mampu merespon gelombang laut.

I.5 Keaslian Penulisan

1. Karya Mutiawati Mandaka, 2003, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Observatorium Astronomi Lembang, Jawa Barat. Dengan konsep : Interpretasi novel "supernova" kedalam arsitektur melalui pendekatan makna.

Persamaan : desain fungsi bangunan yang digunakan sebagai wadah bagi penelitian dan observasi astronomi.

Perbedaan : penekanan karya mutiawati pada alur cerita "supernova" dengan menggunakan big bang sebagai acuan design observatorium, sedangkan design bangunan observatorium yang saya desain menggunakan acuan analisis yang akan dirumuskan menjadi design bangunan.

2. Karya Putera Rahmat Ismail, 2002, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pusat Informasi dan Penelitian

Astronomi di Yogyakarta. Dengan konsep : Ekspresi komunikatif sebagai penentu perencanaan dan perancangan tata ruang dan penampilan fisik bangunan.

Persamaan : desain fungsi bangunan yang digunakan sebagai wadah bagi penelitian dan observasi astronomi.

Perbedaan : desain bangunan karya putera terletak di daerah Yogyakarta, sedangkan observatorium saya berada di laut.

I.6 Metode Perancangan

I.6.1 Metode Pengumpulan Data

1. Pengumpulan data primer :

Wawancara kepada pihak yang terkait, yaitu (bag perkapalan pelabuhan tanjung perak; Surabaya, akademi perkapalan; Semarang)

2. Pengumpulan Data Sekunder :

Studi Literature (buku, majalah, internet) dan kasus bangunan yang terkait/ memiliki permasalahan yang serupa.

I.6.2 Metode Analisis dan Pembahasan

Metode pembahasan dilakukan dengan cara mengumpulkan data-data yang berkaitan dengan Observatorium, dan juga mengumpulkan data-data dari studi literature. Dari data-data tersebut nantinya akan dikaji, kemudian ditarik suatu kesimpulan yang berupa permasalahan desain.

Hasil dari analisa tersebut akan terumuskan suatu kebutuhan dan besaran ruang dalam Observatorium dan Laboratorium, kemampuan adaptasi bangunan di lingkungan air, pemanfaatan energi mandiri yang optimal serta optimalisasi pencahayaan alami pada bangunan saat diam maupun bergerak di laut.

Metode analisis yang dilakukan adalah :

- a. Menganalisis berbagai macam fasilitas Observatorium dan laboratorium penelitian maritim yang akan di aplikasikan ke dalam bangunan yang berada di air.
- b. Menganalisis sumber energy alternative yang dapat di gunakan pada bangunan Observatorium.
- c. Menganalisa kebiasaan atau prilaku pengguna terkait aktifitas Laboratorium dan Obseervatorium.
- d. Menganalisa perilaku gelombang laut dan implikasinya pada bangunan.

I.6.3 Metode Pendekatan Perancangan

Setelah analisis data yang diperlukan diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah mengolah data yang kemudian akan digunakan sebagai acuan konsep perancangan bangunan.

I.6.4 Metode Pengujian

Metode pengujian Observatoium dan laboratorium penelitian maritim yang digunakan berupa maket yang dapat menggambarkan reaksi tata massa bangunan terhadap keadaan laut serta menggunakan pengujian heliodon untuk menguji kemampuan bangunan dalam pemanfaatan energy alami.

I.7 Spesifikasi Proyek**I.7.1 Nama Proyek**

OBSERVATORIUM ASTRONOMI dan LABORATORIUM KELAUTAN

Bangunan ini akan menaungi 2 fungsi pengamatan yaitu langit “astronomi” dan laut . Bangunan ini difungsikan sebagai penyuplai data astronomi dan kelautan. Observatorium astronomi dipilih dikarenakan Observatorium yang terbaik pun belum mampu memaksimalkan kinerjanya dalam hal pengamatan terhadap objek-objek astronomi. Sedangkan observatorium kelautan dipilih dikarenakan luas laut di dunia

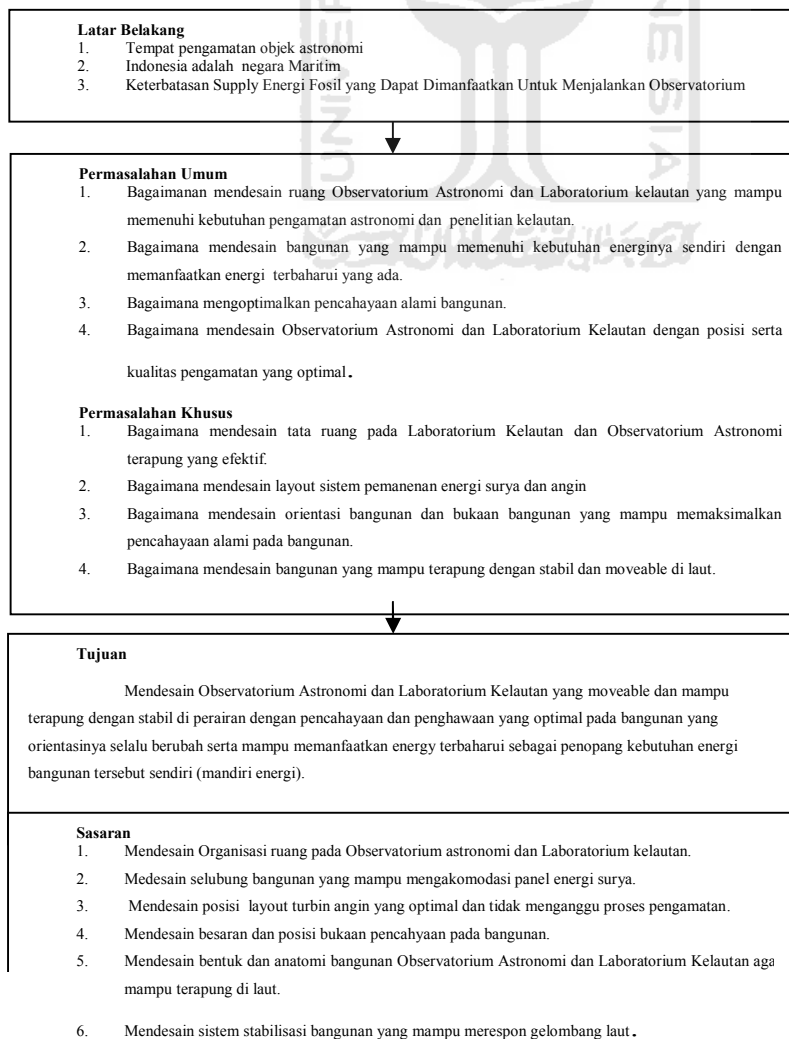
yang 2 kali lipat lebih luas dibandingkan daratan. Sehingga observatorium ini mampu mengeksplorasi keberagaman biota laut di dunia.

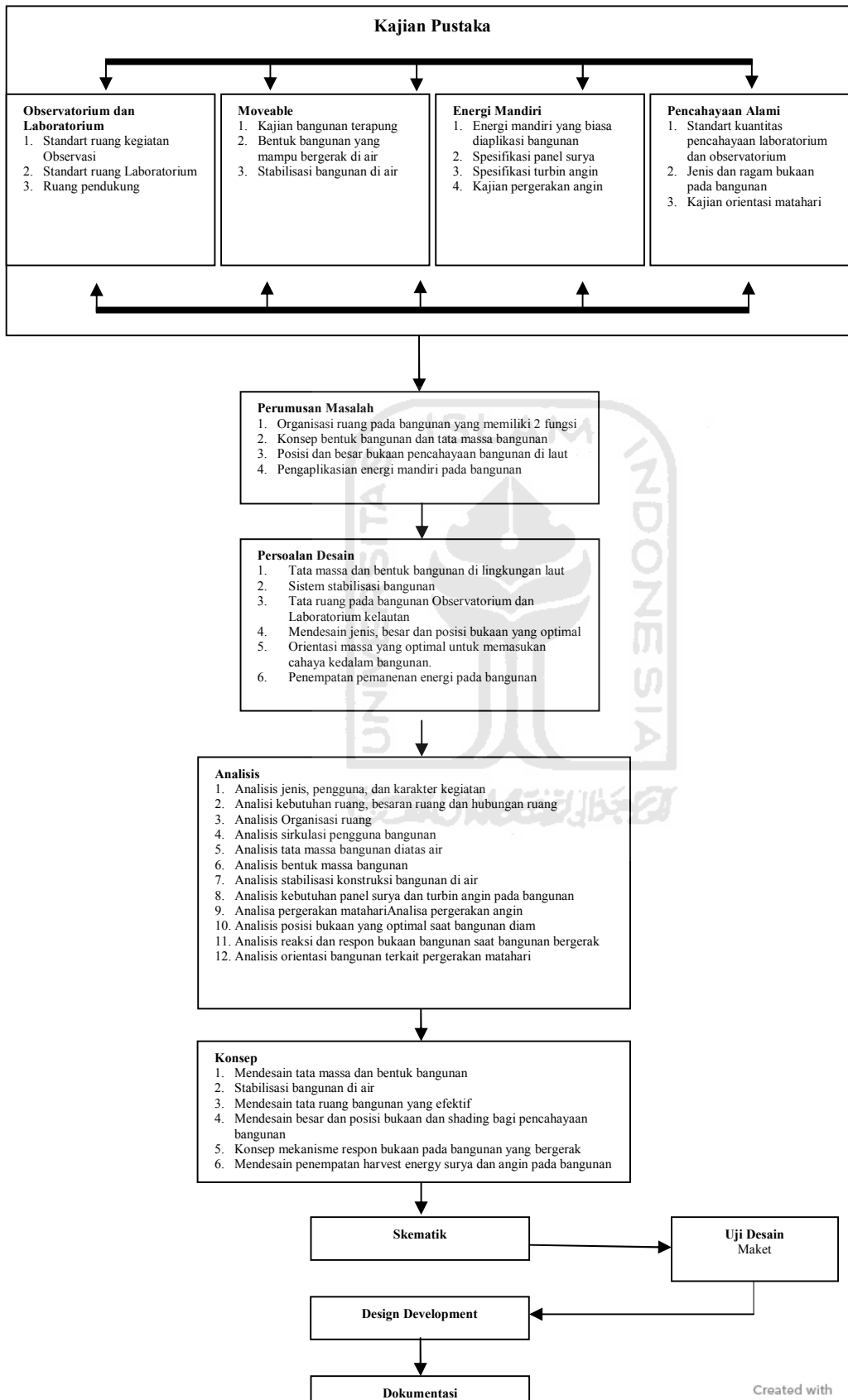
I.7.2 Lokasi Proyek

Lokasi Proyek OBSERVATORIUM ASTRONOMI dan LABORATORIUM KELAUTAN ini akan berada di laut. Pemilihan tempat ini dikarenakan semakin pesatnya perkembangan jaman yang menyebabkan pertumbuhan penduduk dan kota yang lama kelamaan akan menghabiskan lahan di daratan. Selain semakin kecilnya lahan di daratan, efek pertumbuhan kota tersebut menyebabkan polusi cahaya yang akan mengurangi optimalisasi pengamatan Observatorium Astronomi. Maka laut adalah wilayah yang belum banyak terjamah oleh perkembangan tersebut.

Sedangkan penentuan pemilihan tempat bagi Laboratorium Kelautan didasarkan oleh tempat yang mampu memudahkan pengamatan maka laut dipilih sebagai tempat paling optimal.

I.8 Kerangka Berpikir





BAB II

Kajian Pustaka

II.1 Observatorium

II.1.1 Kegiatan di Observatorium

Observatorium dilihat dari fungsinya adalah tempat penelitian mengenai ilmu astronomi. Pengguna dan kegiatan yang dilakukan dalam observatorium adalah sebagai berikut:

- a) Peneliti
 - 1) Melakukan pengamatan (observasi) atau penelitian
 - 2) Mengolah data
- b) Staf pendukung
 - 1) Mengolah data
 - 2) Memelihara data atau dokumentasi penelitian
 - 3) Mengendalikan satelit komunikasi
- c) Pengunjung
 - 1) Mencari literatur
 - 2) Memfotokopi

Selain sebagai wadah observasi dan penelitian secara tidak langsung bangunan ini sebagai salah satu bagian dari ilmu pengetahuan yang dapat mendorong serta meningkatkan keingin tahuan masyarakat awam tentang astronomi serta sebagai wadah pendidikan bagi para ilmuwan.

Kebutuhan Ruang Observasi dan penelitian

- a) Observasi (pengamatan) dan penelitian astronomi :
 - 1) Ruang pengamatan (observatorium).
 - 2) Ruang penelitian.
 - 3) Ruang computer data.
 - 4) Pengendalian satetelit komunikasi.

5) R. Presentasi dan r. kepala beserta staf ahli.

Untuk menunjang Observasi (pengamatan) dan penelitian astronomi diperlukan juga pengamatan riset tentang cuaca dan keadaan alam serta kegiatan pengendalian satelit komunikasi dan multimedia. Kebutuhan ruang dalam hal pengamatan tentang cuaca dan pengendalian satelit komunikasi serta multimedia, sebagai berikut :

- Pengamatan riset tentang cuaca dan keadaan alam
 - 1) Ruang penerima dan pengendali data satelit cuaca (nimbus, itos)
 - 2) Ruang meteorologi (berhubungan dengan atmosfer bumi)
 - 3) Ruang Geofisika (pengaruh cuaca, iklim)
- Kegiatan pengendalian satelit komunikasi dan multimedia
 - 1) Menggunakan dan menginput data dari satelit komunikasi nasional (satelit Palapa)
 - 2) Menggunakan media computer, internet, alat komunikasi lainnya.
 - 3) Penyebaran informasi hasil kajian /penelitian ke masyarakat.

Pengembangan data dan kegiatan transfer data dari wadah penelitian astronomi dari Negara lain dan kerjasama dalam pengembangan teknologi luar angkasa⁷.

- b) Pengolahan data hasil observasi dan pengamatan, membutuhkan berbagai alat dan wadah yang mampu menampung aktivitas pengambilan keputusan beberapa orang dalam pengelolaan tersebut yaitu :
 - 1) Ruang rapat dan konsultasi
 - 2) Ruang pengolah data
- c) Pemeliharaan dan dokumentasi penelitian :
 - 1) Ruang perpustakaan
 - 2) Ruang penyimpanan data

7. Mutiawati Mandaka, 2003. *Observatorium Astronomi Lembang, Jawa Barat*

II.1.2 Kriteria Ruang Observasi

- a) Observasi dengan teleskop bintang dan benda langit :Bukaan pada ruang luas, orientasi ruang atau pandangan ke luar ruangan yang maximal, posisi pengamatan.
- b) Pemeliharaan dan dokumentasi penelitian: Keamanan ruang tinggi, fire protection tinggi, pencahayaan alami dan buatan, pengkondisian penghawaan AC, penyimpanan data diposisikan jauh dari ruang public.
- c) Ruang BMKG : pengkondisian buatan AC, pencahayaan alami dan buatan.
- d) Ruang penelitian : penghawaan dan pengkondisian AC, pencahayaan alami dan buatan.
- e) Ruang pengolahan data : pencahayaan buatan dan alami, pengkondisian penghawaan buatan AC.

II.1.3 Standart Luasan Ruang Pengamatan

Standart ruang pengamatan ini berdasarkan kajian dari Observatorium Boscha dan dijadikan acuan standart ruang pengamatan Astronomi pada desain bangunan Observatorium Astronomi dan Laboratorium Kelautan. Luasan ruang pengamatan didasari oleh keleluasaan gerak teropong bintang. Diameter kubah teropong terbesar di Boscha adalah 14, 5 m. Berikut spesifikas teleskop terbesar yang digunakan di Observatorium Boscha :

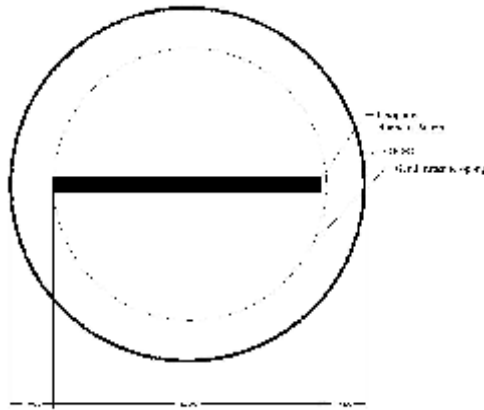
Teleskop Reflektor Ganda Zeiss

Diameter : 60 cm

Panjang teleskop : 1080 cm

Media pandang : $1,5^0$

Teleskop ini berfungsi untuk pengamatan astrometry, yaitu memperoleh informasi benda langit secara akurat. Selain itu, teleskop ini juga digunakan untuk pengamatan gerak dri bintang dalam gugusan bintang, mengamati komet dan planet-planet, misalnya Mars, Jupiter dan Saturnus.



Gambar II.1 Teleskop Reflektor Ganda Zeiss

Sumber: www.Bosscha.com

Selain Teleskop Reflektor Ganda Zeiss, teleskop yang digunakan adalah Teleskop Bima Sakti. Teleskop ini dinamakan juga kamera langit cepat, dikarenakan teleskop ini mampu mengambil gambar obyek astronomi secara cepat. Teleskop ini digunakan untuk mengamati bintang emisi garis hydrogen, bintang kelas M, struktur galaxy Bima Sakti, mempelajari spectrum bintang dan supernova. Berikut ini spesifikasinya :

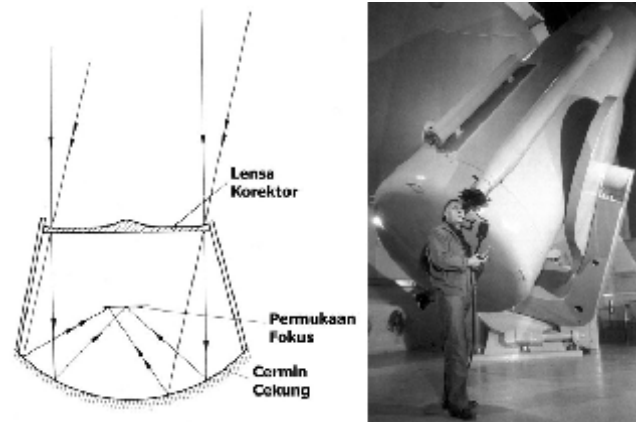
Teleskop Schidt Bima Sakti

Diameter : 71 cm

Panjang teleskop : 2,5 m

Alat tambahan : lensa korektor, prisma pembias wedge sensitometer

Berdasarkan kajian diatas, maka ruang bagi Teleskop Bima Sakti harus mempunyai diameter 5,5 m.



Gambar II.2 Teleskop Schidt Bima Sakti

Sumber: www.Bosscha.com

II.2 Laboratorium

II.2.1 Kegiatan di Laboratorium

Dalam perencanaan bangunan Observatorium Astronomi dan Laboratorium Kelautan ini, jenis laboratorium kelautan yang digunakan dibagi menjadi 3 jenis yaitu sebagai berikut:

- a) Laboratorium Bedah: meneliti dan membedah bahan penelitian. Dalam penelitiannya, kegiatan dalam laboratorium ini akan lebih banyak melakukan pembedahan objek-objek penelitian yang berukuran sedang maupun kecil. Sehingga dibutuhkan tingkat pencahayaan tinggi dalam pengoperasiannya.
- b) Laboratorium Genetik: meneliti DNA dalam objek penelitian. Dalam penelitian tersebut terdapat beberapa alat yang akan digunakan seperti :
 - 1) PCR
 - 2) Micropipette
 - 3) Vertical electrophoresis
 - 4) Lighthouse volt electrophoresis
 - 5) Horizontal minigel electrophoresis
 - 6) Horizontal mid-size gel system
 - 7) Gel documentation system

- 8) Autoclave
- 9) Portable electric balance
- 10) Hot plate
- 11) Magnetic stirrer dll

Alat-alat diatas merupakan alat electronic yang digunakan dalam penelitian genetika suatu objek. Sehingga kegiatan dalam laboratorium genetika, akan lebih banyak menggunakan alat-alat elektronik dalam pengoprasianya. Sehingga dibutuhkan tingkat pencahayaan sedang dalam pengoprasian jenis laboratorium ini.

- c) Laboratorium Kimia: meneliti bahan kimia yang terkandung dalam suatu objek penelitian. Dalam penelitiannya, kegiatan dalam laboratorium ini akan lebih banyak menggunakan bahan kimia dan melakukan pengukuran-pengukuran sampel serta pengamatan dengan mikroskopik dengan detail yang kecil dan berlangsung hampir pada keseluruhan waktu penelitian. Sehingga diperlukan ruangan dengan tingkat pencahayaan tinggi demi mengoptimalkan kinerja dalam jenis laboratorium ini.

Selain 3 ruang utama laboratorium diatas terdapat ruang-ruang penunjang yang akan mengoptimalkan kinerja laboratorium, diantaranya adalah ruang gelap/foto, dapur kecil, ruang pemisah cairan dan ruang sterilisasi.

II.2.2 Kriteria Ruang Laboratorium

Ruang penelitian/ riset mempunyai beberapa kriteria, antara lain :

- 1) Ventilasi udara yang tinggi dan sering kali mempunyai tambahan kotak-kotak pergantian udara yang lembab dan pengap. Ada pun syarat pergantian udara dalam beberapa Laboratorium yang berbeda sebagai berikut :
 - a. Laboratorium kimia : 8 kali
 - b. Laboratorium biologi : 4 kali
 - c. Laboratorium fisika : 3-4 kali
- 2) Steril

- 3) Penempatan posisi ruang dalam bangunan.
- 4) Proteksi keamanan ruang tinggi
- 5) Jendela dan pintu kedap gas
- 6) Meja laboratorium untuk tempat bekerja sangat menentukan, dibuat permanen atau tidak dapat bergerak.

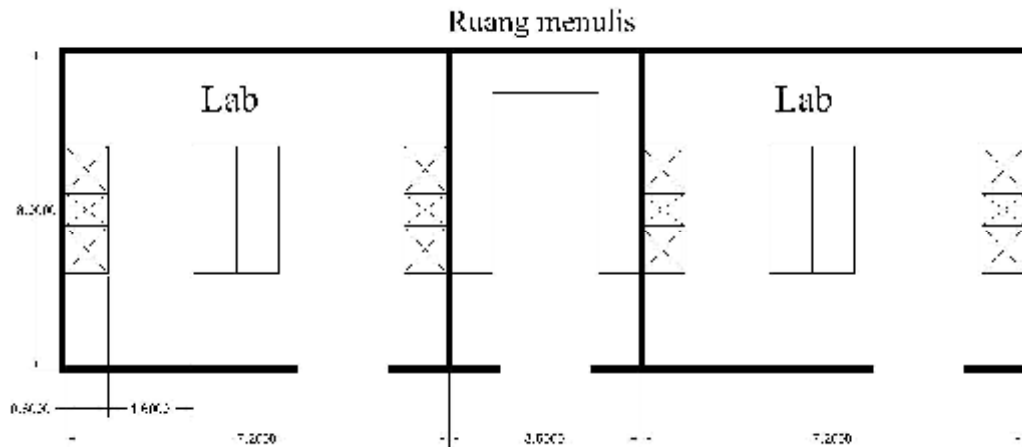
II.2.2 Kriteria Keamanan Ruang Laboratorium

Kriteria kewanaman Laboratorium Steril sebagai berikut :

- 1) Tempat sterilisasi, mengumpulkan air kotor sterilisasi
- 2) Pintu kedap gas yang mampu tertutup sendiri
- 3) Pintu Laboratorium yang dapat dikunci dari luar dan dalam
- 4) Jendela kedap gas, tidak dapat terbakar dan disegel
- 5) Pintu darurat
- 6) Kotak penyimpanan baju pelindung
- 7) Bangku kerja yang tertutup

II.2.3 Standart Ruang Kegiatan Laboratorium

Kegiatan penelitian membutuhkan kebebasan bergerak (sirkulasi), pandangan, keamanan, karena kegiatan penelitian di dalamnya terdiri dari beberapa tim kerja kecil dengan beberapa ruangan yang relative sama, kecuali yang menggunakan peralatan khusus dan dimensi yang besar. Berikut merupakan gambaran kebutuhan ruang kegiatan di Laboratorium Penelitian :

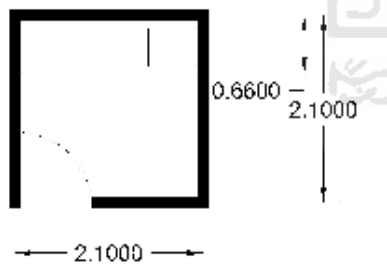


Gambar II.3 Contoh ruang laboratorium

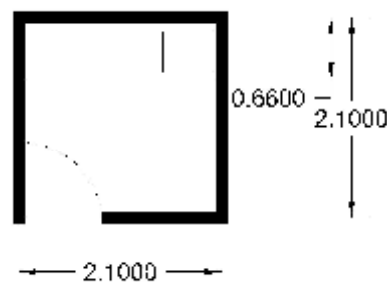
Sumber: *Data Arsitek, Neufert Erinst, Erlangga Jakarta*

Gambar diatas merupakan Laboratorium penelitian tertutup, biasanya dalam ruang yang tertutup dengan perlengkapan yang khusus dan ruang tambahan berupa :

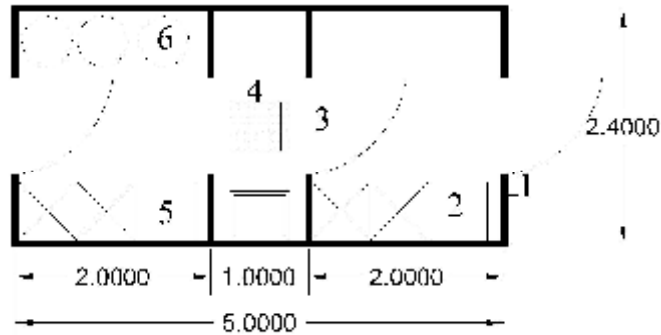
- a) Ruang pemisah cairan
- b) Dapur kecil, ruang pengaturan suhu dan ruang pendinginan dengan suhu yang konstan



- c) Ruang foto dan ruang gelap



d) Ruang sterilisasi



1. kotak alarm, 2. Lemari pakaian sehari-hari, 3. Pintu yang tertutup sendiri, 4. Tempat strerilisasi (mengumpulkan air kotor sterilisasi, 5. Lemari pakaian pelindung, 6. Baju pelindung

Gambar II.4 Contoh ruang ruang foto, ruang gelap, ruang sterilisasi dan dapur kecil

Sumber: *Data Arsitek, Neufert Erinst, Erlangga Jakarta*

- e) Laboratorium yang berhubungan dengan penelitian terhadap binatang, harus mempunyai tempat untuk pemeliharannya.

II.3 Ruang Pendukung

Dalam bangunan Observatorium dan Laboratorium Kelautan yang berfungsi sebagai tempat pengamatan terhadap objek- objek astronomi, penelitian terhadap biota laut, dokumentasi hasil penelitian serta sebagai tempat hunian kedua bagia para kru dan pengguna bangunan saat berada di laut, maka dibutuhkan beberapa ruang pendukung yang akan membantu mengoptimalkan fungsi bangunan ini diantaranya :

- a) Perpustakaan : digunakan sebagai tempat pemeliharaan dan dokumentasi terhadap penelitian yang dilakukan serta sebagai tempat referensi akan data-data yang berhubungan dengan astronomi dan kelautan. Perpustakaan yang digunakan saat siang hari, menggunakan cahaya alami dalam pengoprasiaannya dan intensitas kunjungannya tidak pasti.

- b) Ruang kapal selam : berfungsi sebagai dok kapal selam yang digunakan sebagai saran dalam penelitian akan dalam hal kelautan. Dikarenakan ruangan ini berhubungan langsung dengan air maka bukaan pada ruang diminimalisir. Sehingga dibutuhkan pencahayaan buatan dalam pengoprasiaannya dan intensitas kunjungannya tidak pasti.
- c) Ruang kapal : berfungsi sebagai ruang kapal pembawa kapal selam dan kapal penyelamat. Dikarenakan ruangan ini berhubungan langsung dengan air maka bukaan pada ruang diminimalisir. Sehingga dibutuhkan pencahayaan buatan dalam pengoprasiaannya dan intensitas kunjungannya tidak pasti.
- d) Dapur : berfungsi sebagai tempat penyuplai masakan dalam bangunan. Dikarenakan bangunan ini yang berada di laut maka dibutuhkan tempat untuk mengolah bahan komsumtif penghuni bangunan. Ruangan ini akan digunakan pada waktu siang dan malam hari, sehingga penggunaan pencahayaan alami dan buatan, baik untuk mengoptimalkan fungsi ruang.
- e) Ruang makan : dikarenakan ruangan ini akan digunakan pada waktu pagi, siang dan malam hari, sehingga penggunaan pencahayaan alami dan buatan, baik untuk mengoptimalkan fungsi ruang.
- f) Kantor : digunakan sebagai ruang pendukung bagi kepala, sekretaris dan administrasi. Dikarenakan ruang kantor digunakan pada saat siang hari, maka ruangan ini akan menggunakan pencahayaan alami sebagai pencahayaan ruang.
- g) Ruang mesin : berfungsi sebagai tempat mesin yang akan mensupport sistem stabilisasi bangunan. Dikarenakan ruangan ini mempunyai intensitas kunjungan rendah maka digunakan pencahayaan buatan dalam optimalisasi ruangnya.
- h) Kamar : berfungsi sebagai tempat tinggal sementara para pengguna bangunan saat berada di laut. Ruangan ini hanya digunakan pada malam hari, maka ruang akan menggunakan pencahayaan buatan dalam pengoprasiaannya.

- i) Klinik : berfungsi sebagai ruang pengobatan dan pertolongan pertama saat terjadi hal-hal yang tidak diinginkan dalam bangunan tersebut. Dikarenakan ruang mempunyai intensitas penggunaan yang tidak menentu, maka digunakan kombinasi pencahayaan alami (saat siang hari) dan buatan (saat malam hari).

II.4 Sumber Energi

Dari sisi keberadaannya sumber energi di kelompokkan menjadi 2 yaitu energi tak terbarui dan energi terbarui. Energi tak terbarui adalah energi yang tidak dapat diadakan lagi setelah habis. Energi yang termasuk dalam kelompok energi tak terbarui adalah⁸ :

- a) Energi minyak bumi
- b) Energi gas alam
- c) Energi batu bara
- d) Energi nuklir

Energi terbarui adalah energi yang relatif tidak akan pernah habis. Dikatakan relative karena suatu saat nanti matahari pun akan padam sekitar 5 milyar tahun lagi⁸. Beberapa energi yang masuk dalam kelompok energi terbarui adalah :

- a) Energi surya
- b) Energi angin
- c) Energi laut
- d) Massa abio (seperti sampah rumah tangga dan limbah pertanian)

II.4.1 Energi Surya

Matahari adalah sumber energi utama bumi. Boleh dikatakan hampir semua energi yang ada di bumi dapat dilacak asal-usulnya dari matahari. Permukaan

8. *Arsitektur Sadar Energi. Pemanfaatan computer dan internet untuk merancang bangunan ramah lingkungan, Prastowo Satmiko, andi Yogyakarta, 2005.*

matahari sangat panas, 6000°C . Energi surya terbentuk jauh di inti matahari, dimana suhu mencapai $15.000.000^{\circ}\text{C}$ dan tekanannya 340 miliar kali tekanan atmosfer bumi di permukaan laut.

Energi surya dapat dipergunakan secara langsung maupun tidak langsung. Kita menjemur pakaian disaat matahari bersinar terik. Ini merupakan cara penggunaan energi langsung secara primitive. Namun kita dapat mengubah energi surya menjadi listrik memakai sel surya (photo-voltaic) lalu disimpan di batrai untuk digunakan sewaktu-waktu



Gambar II.5 Contoh panel surya

Sumber: www.panelsurya.com

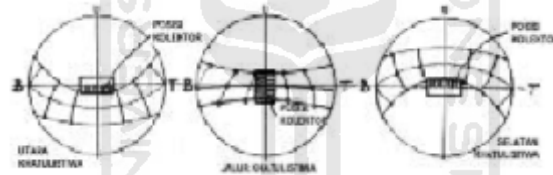
Sel surya (photo-voltaic), dalam bahasa Yunani photo yang berarti cahaya dan nama ahli fisika Alessandro Volta. Sel surya dibuat dari bahan-bahan semi konduktor, yaitu bahan yang akan menjadi konduktor listrik bila terkena cahaya atau panas, namun akan menjadi isolator pada saat suhu rendah. Prinsip kerja efek listrik-cahaya ditemukan oleh Alexander Bequerel di tahun 1839. Sel Surya (PV) dikembangkan pada awal tahun 1950-an di Amerika untuk keperluan tenaga satelit. Penemuan pertama adalah periset Bell Telephone tahun 1954⁸.

8. *Arsitektur Sadar Energi. Pemanfaatan computer dan internet untuk merancang bangunan ramah lingkungan*, Prastowo Satmiko, Andi Yogyakarta, 2005.

Kriteria Perancangan Arsitektur Surya

Beberapa kriteria perancangan arsitektur surya, yaitu :

1. Integrasi sistem surya pada bangunan
Kolektor surya dapat digunakan sekaligus menjadi elemen bidang atap, bidang dinding, lantai, langit-langit atau cantilever.
2. Orientasi kolektor pada bangunan
Orientasi kolektor harus tepat terpasang untuk mengusahakan radiasi matahari maksimum
 - a. Bagi lokasi di belahan bumi utara, orientasi kolektor adalah arah selatan
 - b. Bagi lokasi di belahan bumi selatan, orientasi kolektor adalah arah utara
 - c. Bagi lokasi di khatulistiwa (Indonesia), orientasi kolektor adalah arah barat-timur.



Gambar II.6 Skema orientasi kolektor menurut lokasi geografis

Sumber : Dimensi teknik arsitektur vol.28, no.1, Juli 2000:1-7

3. Luas bidang kolektor
Luas bidang kolektor atap atau dinding ditentukan oleh kebutuhan energi sistem kolektor yang akan dipakai, kondisi intensitas radiasi matahari setempat, dan tingkat kebutuhan energi.
4. Unsur kekuatan, kenyamanan dan estetika.
Salah satu yang harus diperhatikan ialah kekuatan, keamanan dan kenyamanan. Konfigurasi sistem surya ini akan memiliki nilai estetika tinggi apabila dapat terintegrasi dengan konfigurasi ruang yang nyaman, proporsional dan fasade eksteriornya.

Dikarenakan bangunan ini diposisikan bisa berada pada belalahan bumi utara, selatan dan pada daerah equator, maka penempatan solar panel diposisikan pada bagian atas bangunan agar mampu menangkap cahaya matahari dari semua arah. Selain itu dikarenakan bangunan ini diposisikan agar mampu bergerak maka dibutuhkan alat bantu untuk memposisikan arah solar panel agar mampu menangkap cahaya matahari.

Kelebihan : membangkitkan listrik tanpa ada bagian yang bergerak sehingga tidak menimbulkan kebisingan maupun asap, memungkinkan untuk memperoleh listrik di lokasi yang tidak dilalui oleh jaringan listrik umum, ringan dan mudah dipasang, mudah disetel untuk menghasilkan output maksimal, awet, tahan cuaca, hanya memerlukan perawatan kecil (seperti pembersihan), tanpa biaya bahan bakar, sekali dipasang selamanya membangkitkan listrik gratis, menghasilkan listrik searah yang selau dapat disimpan di baterai, tersedia dalam bentuk modul, sehingga mudah ditambahkan sesuai kebutuhan dan dana.

Kelemahan : tergantung pada cuaca, waktu dan area untuk teknologi sekarang masih dibutuhkan area yang luas untuk meletakkan panel surya dan energi yang dihasilkan dari panel surya tersebut masih sangat sedikit⁹.

Lima hal utama yang mempengaruhi unjuk kerja/ performansi dari modul solar cells panel:

1. Bahan pembuat solar cells panel.
2. Resistansi beban.
3. Intensitas cahaya matahari dan bayangan/ shading
4. Suhu/ temperatur solar cells panel

Spesifikasai SOLAR PANEL yang digunakan adalah:



Gambar II.7 Contoh panel surya

Sumber: www.panelsurya.com

Model Solar Panel 300W 12 Volt

Max. Power (Wp) 100Wp

Max. Voltage (Vmp) 12V

Max. Current (Imp) 8, 33A

Size 1250x808x35mm

Glass 1244x802mm

Intensitas penyinaran matahari pada suatu daerah akan berbeda-beda, tergantung arah datang matahari pada suatu daerah tersebut. Pada penggunaan panel surya sebagai salah satu pilihan penghasil energi bangunan, maka letak geografis yang berdasarkan garis lintang juga patut menjadi bahan pertimbangan. Semakin jauh sudut lintang suatu daerah maka intensitas pencahayaannya pun akan berkurang.

Namun berdasarkan table dibawah ini, sudut lintang yang besar akan mempunyai waktu penyinaran yang panjang walaupun intensitas pencahayaan yang diterima kecil, sehingga solar panel mampu mendapatkan energi yang cukup bagi bangunan.

9. www.panelsurya.com

No	Lintang	Waktu Penyinaran Maksimal
1	0	12 jam
2	17	13 jam
3	41	15 jam
4	49	16 jam
5	63	20 jam
6	66,5	24 jam
7	67,5	1 bulan
8	90	6 bulan

Tabel II.1 Waktu penyinaran matahari berdasarkan sudut lintang bumi

Sumber: www.lontar.ui.ac.id

II.4.2 Energi Angin

Angin adalah udara yang bergerak yang disebabkan oleh panas yang tidak merata di permukaan bumi. Permukaan bumi terdiri atas daratan dan air. Pada siang hari yang panas, udara di atas daratan lebih cepat panas daripada udara di atas lautan. Panas tersebut mengembang dan menjadi ringan sehingga naik ke atas. Sebaliknya pada malam hari, udara di daratan akan lebih cepat dingin daripada udara di atas lautan. Itu dikarenakan mekanisme tersebut maka angin pun berhembus saat udara bergerak.

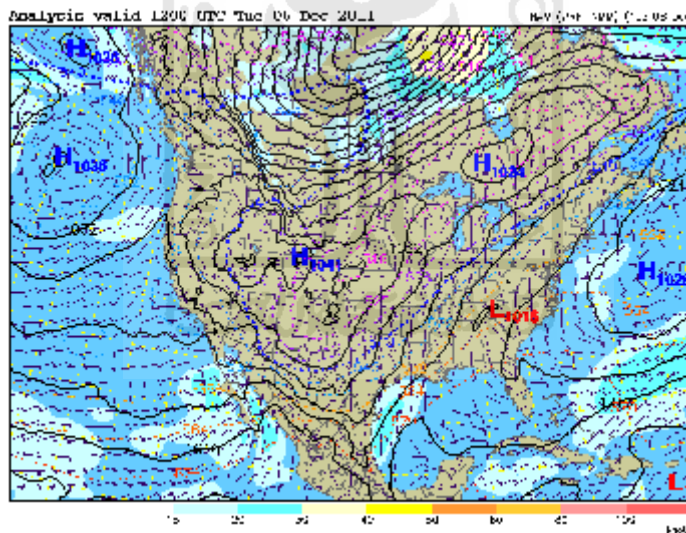
Pada prinsipnya, kincir angin mengubah energi kinetik angin menjadi energi mekanik atau listrik dengan cara memperlambat laju angin. Kincir angin dimanfaatkan untuk memompa air, menumbuk padi dll. Kincir juga dipergunakan untuk membuat listrik dengan menggabungkannya dengan generator listrik. Namanya menjadi turbin angin dan hanya daerah yang berangin yang dapat memakainya.

Pola angin pada bagian utara dan selatan bumi menentukan dalam perencanaan turbin angin pada bangunan Observatorium Astronomi dan

Laboratorium Kelautan ini. Dibawah ini merupakan pola angin yang terjadi pada dua bagian bumi (utara dan selatan).

a) **Bagian bumi utara**

Angin pada bagian bumi utara berhembus dari barat laut menuju Tenggara dikarenakan bagian bumi selatan lebih banyak memperoleh pemanasan matahari dibandingkan bagian bumi utara. Akibatnya pada bagian bumi selatan bertemperatur tinggi dan tekanan udara rendah (minimum) dan sebaliknya pada bagian bumi utara yang mulai ditinggalkan matahari, temperaturnya rendah dan tekanan udaranya tinggi (maksimum). Oleh karena itu terjadilah pergerakan angin dari bagian bumi utara menuju bagian bumi selatan. Rata-rata kecepatan angin pada bagian bumi selatan adalah 5,4m/s hingga 20m/s.



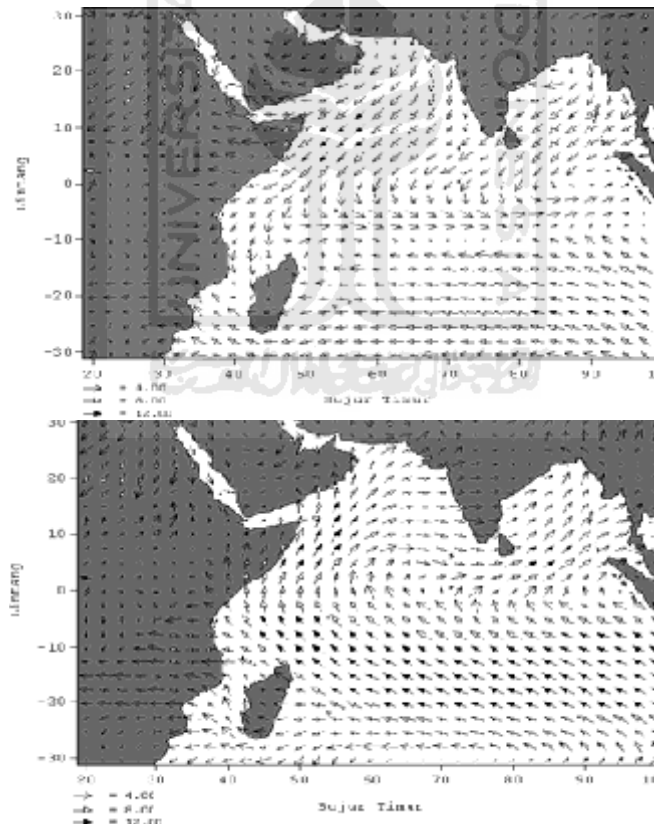
Gambar II.8 Kecepatan angin di perairan Samudra Pasifik

Sumber: ETA model permukaan pressure level (SLP) dan angin, University of Washington

b) **Bagian bumi selatan**

Pada bagian bumi selatan khususnya pada laut Hindia, sangat dipengaruhi oleh angin muson Asia dan Australia dikarenakan pergeseran matahari ke utara dan selatan ekuator. Sedangkan pada bagian laut Hindia sebelah selatan pergerakan angin relative konstan yaitu kearah barat laut. Pada daerah ekuator,

terdapat tiga angin muson yang memengaruhi pola pergerakan angin samudra hindia bagian utara yaitu : angin muson barat (Desember-April), angin muson timur (April-Oktober) dan angin muson peralihan (Maret-Mei dan September-November). Pada bulan Desember-April angin akan bertiup dari barat laut menuju tenggara dikarenakan tekanan udara tinggi berkembang pada benua Asia dan tekanan rendah pada benua Australia. Pada bulan April-Oktober angin akan bertiup dari tenggara menuju barat laut dikarenakan udara dengan tekanan rendah pada benua Asia dan tekanan udara tinggi terdapat pada benua Australia. Sedangkan pada musim peralihan angin akan bertiup lemah dan tiak menentu dikarenakan matahari bergerak melintasi garis ekuator (khatulistiwa).



Gambar II.9 Angin Muson Barat dan timur

Sumber: karakteristik dan variabilitas bulanan angin permukaan di perairan samudra Hindia, Martono, 2009

Kecepatan angin pada perairan Samudra Hindia, sangat bervariasi antar bulannya. Dibawah ini adalah table kecepatan angin pada perairan samudra Hindia :

No	Bulan	Kecepatan angin rata-rata (m/s)
1	Januari	5
2	Februari	4
3	Maret	4
4	April	4
5	Mei	5,5
6	Juni	7
7	Juli	8
8	Agustus	8
9	September	6
10	Oktober	5
11	November	4
12	Desember	4

Tabel II.2 Kecepatan angin di perairan Samudra Hindia

Sumber: karakteristik dan variabilitas bulanan angin permukaan di perairan samudra Hindia, Martono, 2009

Dari tabel diatas, kecepatan angin pada wilayah perairan samudra Hindia sangat bervariasi. Kecepatan terendah pada bulan Februari, Maret, April, November dan Desember sekitar 4m/s dan kecepatan tertinggi pada bulan Juli dan Agustus sekitar 8m/s. Rata-rata kecepatan angin di perairan samudra Hindia adalah 5,4m/s.

Kecepatan dan arah angin pada perairan lepas akan relatif konstan kecuali pada perairan yang berada pada garis ekuator (khatulistiwa) serta laut yang diapit oleh daratan, kecepatan serta arahnya akan dipengaruhi oleh pemanasan matahari pada bagian daratan yang berada pada daerah sekitar

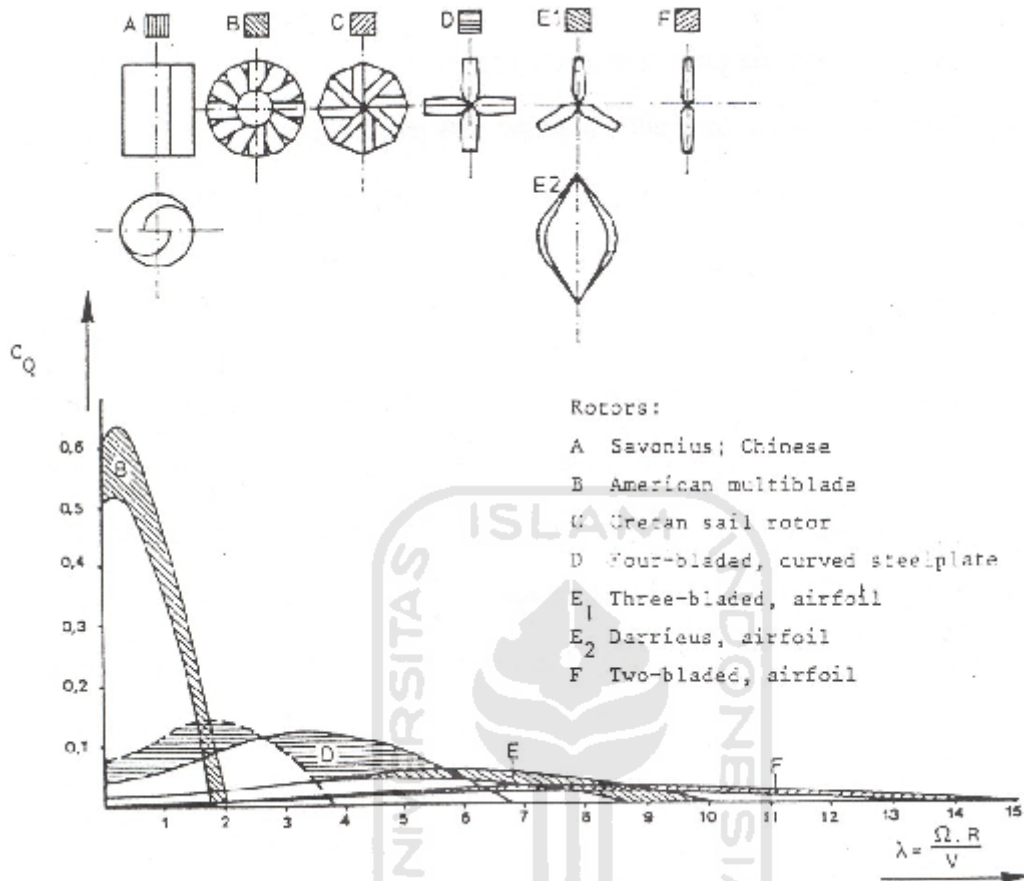
perairan tersebut. Pada bangunan yang mempunyai kemampuan bergerak di air, turbin angin diposisikan agar mampu menangkap angin dari arah yang berbeda. Sedangkan pada bangunan diam, turbin angin diposisikan agar mampu menangkap angin tanpa mengganggu fungsi bangunan.

Jenis Turbin Angin

Turbin angin dibagi menjadi dua kelompok utama berdasarkan arah sumbu:

- a) **Horizontal.** Turbin angin dengan sumbu horizontal mempunyai sudu yang berputar dalam bidang vertikal seperti halnya propeler pesawat terbang. Turbin angin biasanya mempunyai sudu dengan bentuk irisan melintang khusus di mana aliran udara pada salah satu sisinya dapat bergerak lebih cepat dari aliran udara di sisi yang lain ketika angin melewatinya. Fenomena ini menimbulkan daerah tekanan rendah pada belakang sudu dan daerah tekanan tinggi di depan sudu. Perbedaan tekanan ini membentuk gaya yang menyebabkan sudu berputar.
- b) **Vertikal.** Turbin angin dengan sumbu vertikal bekerja dengan prinsip yang sama seperti halnya kelompok horizontal. Namun, sudunya berputar dalam bidang yang paralel dengan tanah, seperti *mixer* kocokan telur.

Setiap jenis turbin angin memiliki ukuran dan efisiensi yang berbeda. Pada umumnya turbin angin yang mempunyai jumlah sudu banyak (soliditas tinggi) akan mempunyai torsi yang besar. Turbin angin jenis ini banyak digunakan untuk keperluan mekanikal seperti pemompaan air, pengolahan hasil pertanian dan aerasi tambak. Sedangkan turbin angin dengan jumlah sudu sedikit, misalnya dua atau tiga, digunakan untuk keperluan pembangkitan listrik. Turbin angin jenis ini mempunyai torsi rendah tetapi putaran rotor yang tinggi memperlihatkan korelasi antara efisiensi dengan torsi.



Gambar II.10 Perbandingan bentuk dan rated wind speed

Sumber: Tong 1997

Jika dikaitkan dengan sumber daya angin, turbin angin dengan jumlah sudu banyak lebih cocok digunakan pada daerah dengan potensi energi angin yang rendah karena *rated wind speed*-nya tercapai pada putaran rotor dan kecepatan angin yang tidak terlalu tinggi. Sedangkan turbin angin dengan sudu sedikit (untuk pembangkitan listrik) tidak akan beroperasi secara efisien pada daerah dengan kecepatan angin rata-rata kurang dari 4 m/s. Dengan demikian daerah-daerah dengan potensi energi angin rendah, yaitu kecepatan angin rata-rata kurang dari 4 m/s, lebih cocok untuk dikembangkan turbin angin keperluan mekanikal. Jenis turbin angin yang cocok untuk keperluan ini antara lain *american tipe multi blade*, *cretan sail* dan *savonius*.

Pada daerah yang memiliki kecepatan angin 4 m/s atau lebih, dapat menggunakan turbin angin dengan sudu sedikit dan pada daerah yang memiliki kecepatan angin kurang dari 4 m/s menggunakan belah sudu yang banyak.

Kelebihan : angin mudah untuk didapatkan secara gratis, biaya perawatan dan meregenerasi energinya semakin murah dari waktu ke waktu, sumber energi ini baik digunakan di daerah pedesaan terutama pada daerah pertanian.

Kelemahan : membutuhkan banyak pembangkit untuk menghasilkan energi yang besar dan terbatas untuk area yang berangin saja, membutuhkan sistem penyimpanan energi yang mahal.

Maka spesifikasi Turbin Angin yang akan digunakan sebagai salah satu penopang energi dalam bangunan adalah sebagai berikut¹⁰ :

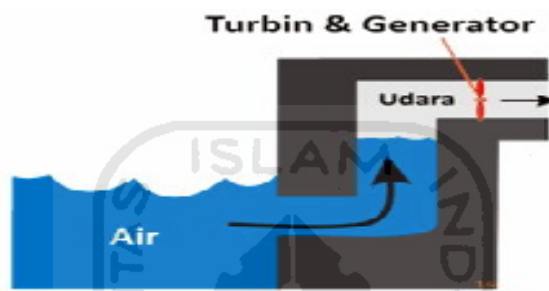
Daya	175 w pada 4m/s, 375w pada 5 m/s, 1150w pada 7m/s
Daya maksimum	3200 watt
Tegangan pengisi aki	120 VDC
Mulai menghasilkan listrik	3m/s
Diameter rotor	3m
Jenis generator	Pmg
Bilah sudu	3
Bahan bilah sudu	Glass reinforced polypropylene
Proteksi putaran berlebihan	Auto furling
Bobot generator	25 kg
Lain-lain	-

Tabre II.3 Spesifikasi Turbin angin

Sumber: www.my-ecowind.com

II.4.3 Energi Laut

Salah satu energi di laut tersebut adalah energi ombak. Sebenarnya ombak merupakan sumber energi yang cukup besar. Ombak merupakan gerakan air laut yang turun-naik atau bergulung-gulung. Energi ombak adalah energi alternatif yang dibangkitkan melalui efek gerakan tekanan udara akibat fluktuasi pergerakan gelombang.



Gambar II.11 Cara kerja pembangkit listrik tenaga ombak

Sumber: www.ardyprasetyo.wordpress.com

Cara kerja pembangkit tenaga ombak ialah dengan masuk dan keluarnya aliran ombak pada suatu ruangan tertentu (khusus) dapat menyebabkan terdorongnya udara keluar dan masuk melalui sebuah saluran di atas ruang khusus tersebut. Apabila diletakkan sebuah turbin di ujung saluran tersebut, maka aliran udara yang keluar masuk akan memutar turbin yang menggerakkan generator. Kelemahan dari model ini adalah aliran keluar masuk udara dapat menimbulkan kebisingan, akan tetapi karena aliran ombak sudah cukup bising umumnya ini tidak menjadi masalah besar.

Selain model *Oscillating Water Column*, ada beberapa perusahaan & lembaga lainnya yang mengembangkan model yang berbeda untuk memanfaatkan ombak sebagai penghasil energi listrik, antara lain:

1. *Ocean Power Delivery*;
2. *Renewable Energy Holding*.

3. *BioPower Systems.*



GambarII.12 Model-model pembangkit listrik tenaga ombak

Sumber: www.ardyprasetyo.wordpress.com

Gambar kiri (1): *Pelamis Wave Energy Converters* dari *Ocean Power Delivery*.

Gambar tengah (2): *Rumput laut mekanik* yang disebut juga *Biowave*. Gambar

kanan (3): *Sirip ekor ikan hiu buatan* yang disebut *Biostream*¹¹

Kelebihan : energi tersedia terus selama aliran air terus berlangsung,
perawatan sederhana dan biaya relative murah, dapat bertahan
20 tahun atau lebih

Kelemahan : sering tergantung musim, perlu menemukan lokasi yang sesuai
dimana ombaknya kuat dan muncul secara konsisten

II.4.4 Energi Bio massa

Bio massa adalah bahan organic yang menyimpan energi matahari dalam bentuk energi kimiawi. Bahan bakar bio massa antara lain kayu, limbah pertanian dan sampah organic rumah tangga. Jika terbakar, energi kimiawi yang terkandung dilepas dalam bentuk panas. Pembakaran bio massa menghasilkan CO₂ yang merupakan gas rumah kaca. Namun jika ada tanaman disekitarnya, maka CO₂ akan diserap oleh tumbuhan tersebut sebagai bahan fotosintesis.

11. ardyprasetyo.wordpress.com

Energi bio massa dapat dipergunakan secara sederhana. Bio massa dimasukan kedalam tungku pembakaran. Panasnya digunakan untuk memanaskan air, kemudian uap air akan memutar turbin listrik. Ketika terurai makan akan timbul gas metan yang dapat dikumpulkan dengan pipa-pipa untuk dipergunakan pada pembangkit listrik.

Kelebihan : energi ini minim residu akan proses produksinya, minim polusi, sederhana dalam produksi energinya.

Kekurangan : membutuhkan tempat penampungan yang besar dalam menghasilkan energi, perlu adanya tumbuhan guna menghilangkan hasil produksi (CO₂).

II.4.5 Kesimpulan

Dikarenakan pemanfaatan energi fosil/ energi tak terbarukan mampu merusak kelestarian lingkungan dan mampu mengahabiskan ketersediaannya maka pemanfatan energi terbarukan merupakan salah satu cara untuk mengurangi efek negative yang ditimbulkan jika menggunakan energi fosil.

Dari keempat energi terbaruai diatas, maka dapat kita simpulkan keefektifitasan energi tersebut :

- a. Angin : angin di laut tidak akan berhenti dikarenakan ada perpindahan panas dari darat dan laut dan berlangsung sepanjang hari.
- b. Air/ gelombang : gelombang dilaut tingginya berdasarkan musim, beberapa pilihan model alat yang memanfaatkan gelombang diikat didasar dan di tarik, sehingga keefektifan pada bangunan yang diam akan berkurang.
- c. Surya/ matahari : matahari selalu ada tiap harinya, kekurangan energi ini adalah kondisi langit yang mendung sehingga mengurangi pasokan cahaya pada solar panel.

II.4.6 Kebutuhan Energi Bangunan

Setelah perincian jenis energi mandiri yang mampu digunakan dalam kondisi lingkungan bangunan, maka selanjutnya diperlukan perincian akan jumlah energi yang akan ditanggung oleh energi mandiri tersebut. Pemanfaatan sumber energi akan digunakan dalam beberapa fungsi yaitu :

- a) Penerangan bangunan saat malam dan pada siang hari (penerangan pada ruang yang meminimalkan cahaya matahari langsung masuk dalam ruang tersebut).
- b) Pengkondisian udara.
- c) Peralatan laboratorium dan teropong.
- d) Pengoprasian alat-alat elektronik dan penunjang.

Penerangan bangunan yang dimaksud adalah lampu yang digunakan untuk mengoptimalkan kinerja bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini. Perincian kebutuhan penerangan bangunan dengan asumsi 15 watt/m² menurut *SNI 6197.2* dalam sistem pencahayaan perkantoran. Digunakannya perkantoran sebagai acuan dikarenakan kantor dalam pengoprasiannya menggunakan banyak alat-alat elektronik, sehingga kebutuhan daya dalam bangunan dapat dikatakan besar. Perinciannya ialah sebagai berikut :

- a) R. BMKG : penggunaan ruang 24 jam, saat siang menggunakan pencahayaan alami, cahaya buatan 12jam x 51m² x 15 watt/m² = 9180 watt/9,2KW
- b) R. penelitian : digunakan saat siang hari sehingga menggunakan pencahayaan alami.
- c) R. penyimpanan data : pada siang hari bangunan menggunakan cahaya alami guna penerangan ruang, sedangkan saat malam asumsi penggunaannya selama 4 jam sehingga perhitungannya : 4jam x 40m² x 15 watt/m² = 2.400watt/2,5KW
- d) R. rapat : ruang rapat digunakan hanya pada saat siang hari, sehingga menggunakan pencahayaan alami.

- e) R. kapal : dikarenakan intensitas penggunaan yang tidak menentu setiap harinya, maka diasumsikan kegiatan berupa perbaikan kapal dan persiapan kapal adalah 8 jam sehingga perinciannya sebagai berikut : $8\text{jam} \times 337\text{m}^2 \times 15\text{ watt/m}^2 = 40.440\text{watt}/41\text{KW}$
- f) Dapur : ruang digunakan dalam waktu 12 jam (dari persiapan, memasak dan tahap akhir). Sehingga perincian dayanya sebagai berikut : $12\text{ jam} \times 226\text{m}^2 \times 15\text{ watt/m}^2 = 40.680\text{watt}/41\text{ KW}$
- g) R. makan : ruang digunakan 3 kali dalam 24 jam yaitu saat pagi, siang dan malam. Asumsi waktu makan malam adalah 2 jam, maka perhitungannya : $2\text{jam} \times 184\text{m}^2 \times 15\text{watt/m}^2 = 5.520\text{watt}/5,1\text{KW}$
- h) Mushola :ruang ini digunakan 1 jam pada waktu malam sehingga perhitungannya : $1\text{jam} \times 70\text{m}^2 \times 15\text{watt/m}^2 = 1.050\text{watt}/1,1\text{KW}$
- i) Kantor : digunakan saat siang hari, sehingga menggunakan pencahayaan alami.
- j) Perpustakaan : digunakan pada siang hari sehingga menggunakan pencahayaan alami
- k) Kamar : digunakan pada malam hari dengan asumsi waktu mulai pukul 18.00-07.00 adalah 13 jam sehingga perhitungannya : $13\text{ jam} \times 121\text{m}^2 \times 15\text{watt/m}^2 = 23.595\text{watt}/24\text{KW}$
- l) Gudang : digunakan dalam intensitas yang tidak menentu, maka diasumsikan penggunaan perwaktunya adalah 1 jam, sehingga perhitungannya : $1\text{jam} \times 42,5\text{m}^2 \times 15\text{watt/m}^2 = 637,5\text{watt}/0,7\text{KW}$
- m) R. penyimpanan energi :digunakan dalam intensitas yang tidak menentu, maka diasumsikan penggunaan perwaktunya adalah 2 jam, sehingga perhitungannya : $2\text{jam} \times 107,5\text{m}^2 \times 15\text{watt/m}^2 = 3.225\text{watt}/3,3\text{KW}$
- n) R. mesin : digunakan dalam intensitas yang tidak menentu, maka diasumsikan penggunaan perwaktunya adalah 2 jam, sehingga perhitungannya $2\text{jam} \times 543,5\text{m}^2 \times 15\text{watt/m}^2 = 16.305\text{watt}/16,5\text{KW}$

- o) R. HVAC : digunakan dalam intensitas yang tidak menentu, maka diasumsikan penggunaan perwaktunya adalah 2 jam, sehingga perhitungannya $2\text{jam} \times 43,2\text{m}^2 \times 15\text{watt/m}^2 \times 2 = 2.592\text{watt}/3\text{KW}$
- p) R. air bersih : digunakan dalam intensitas yang tidak menentu, maka diasumsikan penggunaan perwaktunya adalah 2 jam, sehingga perhitungannya $2\text{jam} \times 163,7\text{m}^2 \times 15\text{watt/m}^2 = 4.911\text{watt}/5\text{KW}$
- q) Km/wc : digunakan dalam intensitas yang tidak menentu, maka diasumsikan penggunaan perwaktunya adalah 4 jam, sehingga perhitungannya $4\text{jam} \times 21,7\text{m}^2 \times 15\text{watt/m}^2 = 1.302\text{watt}/1,5\text{ KW}$ dan $4\text{jam} \times 68,6 \times 15\text{watt/m}^2 = 4.116\text{watt}/4,5\text{KW}$
- r) Klinik : digunakan dalam intensitas yang tidak menentu, maka diasumsikan penggunaan perwaktunya adalah 2 jam, sehingga perhitungannya $2\text{jam} \times 70,7\text{m}^2 \times 15\text{watt/m}^2 = 2.121\text{watt}/2,5\text{KW}$
- s) Laboratorium : berdasarkan luasan ruang dan alat-alat didalamnya, maka kebutuhan daya pada laboratorium (dengan asumsi saat malam digunakan 4-5 jam) adalah : pencahayaan = $4\text{jam} \times 518\text{m}^2 \times 15\text{watt/m}^2 = 31.080\text{watt}/31,5\text{KW}$ sedangkan dari data yang diperoleh kebutuhan daya untuk alat-alatnya adalah: 45KW

Dalam bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini, pengkondisian udara yang digunakan adalah pengkondisian udara buatan untuk melindungi alat-alat yang terdapat pada bangunan. Udara pada kondisi laut tidak baik dikarenakan mampu merusak kinerja alat-alat electrical dan menyebabkan korosi pada bagian-bagian ruang. Perhitungan daya yang digunakan untuk pengkondisian sebagai berikut:

Kebutuhan daya = luas ruang x standart panas dalam ruangan seluas $1\text{m}^2(500\text{ Btu/hr})$

Kebutuhan daya = $5141,506\text{m}^2 \times 500\text{Btu/hari} = 2.570.753\text{ Btu/hari}$

Biasanya dalam satuan daya AC yang dikenal di pasaran adalah pk. Dalam 1 pk setara dengan 10.000 Btu/hari. Maka bangunan membutuhkan 257,075 pk dalam pengoperasiannya. Untuk memudah menghitung daya pada bangunan, maka satuan pk

tersebut dikonversi dalam satuan (watt). Dalam 1 pk= 745,7 watt sehingga bangunan membutuhkan daya 191.701 watt/192KW dalam pengkondisian udara dalam bangunan.

Dari data yang diperoleh, kebutuhan energi pada bangunan Observatorium astronomi adalah 439,38 KW/harinya. Energi tersebut melingkupi pencahayaan bangunan, alat-alat elektronik sebagai penunjang kinerja Observatorium dan daya yang digunakan dalam pengoprasikan teropong benda-benda astronomi.

Sedangkan daya yang diperlukan guna menjalankan alat-alat elektronik dan mesin penunjang bangunan digunakan asumsi kebutuhan suatu pabrik yaitu 107,7KW perharinya. Digunakannya pabrik sebagai acuan dikarenakan dalam suatu pabrik mengoprasikan beberapa mesin dalam kinerja sehari-harinya.

Dari perhitungan diatas maka dapat disimpulkan kapasitas daya yang diperlukan bangunan untuk menjalankan fungsi bangunan secara optimal adalah 907,48KW per harinya.

II.5 Pencahayaan

II.5.1 Pencahayaan Alami Ruang

Cahaya alami yang masuk kedalam bangunan melalui jendela berasal dari beberapa sumber yaitu : sinar matahari langsung, langit cerah atau berawan dan pantulan permukaan bawah dan sekitar bangunan. Distribusi pencahayaan pada pencahayaan langsung menghasilkan kuat cahaya sebesar 60.000 lux, sedangkan distribusi pencahayaan pada langit cerah ke bangunan menghasilkan kuat cahaya sebesar 6.000-10.000 lux dan pada langit mendung atau berawan menghasilkan kuat cahaya sebesar 500-2000 lux, tetap lebih besar 10-15 kali daripada yang ruang dalam butuhkan. Sedangkan distribusi pencahayaan dengan pantulan permukaan, akan relatife tergantung dengan material yang digunakan. Berikut merupakan contoh material dan persentase pantulan yang dihasilkan :

Material	Pemantulan (presentase)
Aluminium, dilitur	70-85
Aspal	10
Batu bata merah	25-45
Beton	30-50
Kaca	
Bening atau berwarna	7
Reflektif	20-40
Rumput	
Hijau gelap	10
Kering	35
Cermin (kaca)	80-90
Cat	
Hitam	4
Putih	70-90
Glafir porselen (putih)	60-90
Salju	60-75
Batu	5-50
Tanaman	25
Kayu	5-40

Tabel II.4 Material dan presentase pantulannya

Sumber: Heating, cooling, lighting; Nobert Lechner; 2007

Pada bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini mempunyai pembagian fungsi ruang yaitu : ruang penelitian dan pengamatan (observatorium dan laboratorium), kantor dan service yang mempunyai kriteria kuantitas pencahayaan yang berbeda-beda. Di bawah ini merupakan kajian tentang kebutuhan pencahayaan dalam ruang-ruang tersebut.

Laboratorium adalah tempat atau ruangan yang digunakan untuk melakukan penelitian atau percobaan. Laboratorium pada bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini dibagi menjadi 3 jenis. Yaitu laboratorium bedah, laboratorium genetic dan laboratorium kimia. Sehingga tiap laboratorium memiliki tingkat illuminasi yang berbeda dalam menaungi fungsinya. Di bawah ini adalah jenis kegiatan yang dinaungi 3 jenis laboratorium tersebut:

- a) Laboratorium Bedah: kegiatan dalam laboratorium ini adalah meneliti dan membedah bahan penelitian. Dalam penelitiannya, kegiatan dalam laboratorium ini akan lebih banyak melakukan pembedahan objek-objek penelitian yang berukuran sedang maupun kecil, sehingga kuantitas pencahayaan pada bidang kerja adalah 600 lux.
- b) Laboratorium Genetik: meneliti DNA dalam objek penelitian. Dalam penelitiannya, peneliti lebih banyak menggunakan instrument elektronik, sehingga kuantitas pencahayaan pada bidang kerja adalah 400 lux.
- c) Laboratorium Kimia: kegiatan dalam laboratorium ini adalah meneliti bahan kimia yang terkandung dalam suatu objek penelitian. Dalam penelitiannya, kegiatan dalam laboratorium ini akan lebih banyak menggunakan bahan kimia dan melakukan pengukuran-pengukuran sampel serta pengamatan dengan mikroskopik dengan detail yang kecil dan berlangsung hampir pada keseluruhan waktu penelitian, sehingga kuantitas pencahayaan pada bidang kerja adalah 600-900 lux

No	Kerja Visual	Illuminasi (lux)
1	Penglihatan biasa	100
2	Kerja dengan detail besar	200
3	Kerja umum dengan detail wajar	400
4	Kerja yang lumayan dengan detail kecil (studio, gambar, menjahit)	600
5	Kerja keras, lama, detail kecil (perakitan barang halus, menjahit dgn tangan)	900
6	Kerja sangat keras, lama detail sangat kecil (pemotongan batu mulia, tisik halus, mengukur benda sangat kecil)	1300-2000
7	Kerja luar biasa keras, detail sangat kecil (arloji dan pembuatan instrumen kecil)	2000-3000

Tabel II.5 Standart kuantitas pada bidang kerja

Sumber: Heating, cooling, lighting; Nobert Lechner; 2007

Observatorium ialah tempat pengamatan terhadap benda-benda luar angkasa. Kegiatan yang dinaungi oleh observatorium adalah, pengolahan data dengan computer, pengamatan foto hasil pemotretan, konsultasi hasil pengamatan.

Kategori	Rentang iluminansi (lux)	Jenis kegiatan
A	20-30-50	Area publik berlingkungan gelap
B	50-75-100	Tempat kunjungan singkat
C	100-150-200	Ruang publik, tugas visual jarang
D	200-300-500	Tugas visual berkontras tinggi
E	500-750-1000	Tugas visual berkontras sedang
F	1000-1500-2000	Tugas visual berkontras rendah
G	2000-3000-5000	Tugas visual berkontras rendah dalam waktu lama
H	5000-7500-10000	Tugas visual sangat teliti dalam waktu sangat lama
I	10000-15000-20000	Tugas visual khusus berkontras sangat rendah

Tabel II.6 Hubungan antara iluminasi ruang dan kebutuhan kerja visual

Sumber: Heating, cooling, lighting; Nobert Lechner; 2007

Dalam tabel diatas dapat dilihat kategori kerja visual dan tingkat iluminansi pada bangunan. Maka ruang penelitian astronomi yang didalamnya menaungi kegiatan pengamatan dengan komputer [(kerja umum dengan detail wajar), pengamatan foto hasil pemotretan (kerja yang lumayan dengan detail kecil), konsultasi hasil pengamatan (kerja umum dengan detail wajar) maka tingkat ruang observatorium sebesar 400-600 lux].

Selain observatorium dan Laboratorium beberapa ruang penunjang yang terdapat dalam bangunan tersebut beserta kriteria pencahayaan yang dibutuhkan:

Tipe ruang	Iluminasi (lux)
Perpustakaan	500-600
Pabrik, laboratorium	3-5
Kantor, kelas, satdion, dapur	200
Lobi, ruang tamu	100
Koridor, kamar tidur	50-100
R. makan	100-200

Tabel II.7 Hubungan tipe ruang dan iluminasi pencahayaan alami ruang

Sumber : Heating, cooling, lighting; Nobert Lechner; 2007

II.5.2 Jenis dan Ragam Bukaannya Pada Bangunan

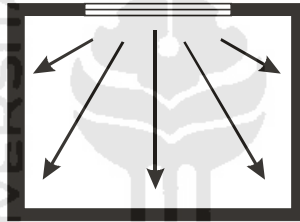
Bukaan pada bangunan berfungsi sebagai tempat masuknya cahaya matahari yang dimaksudkan untuk mengurangi beban listrik akan penerangan dalam ruangan di siang hari. Jenis bukaan pada bangunan dibagi menjadi 2 yaitu sebagai berikut :

a) Sistem pencahayaan samping

Penerangan dari samping bangunan merupakan salah satu metoda paling praktis dari sistem pencahayaan. Sistem pencahayaan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: orientasi, skala, elemen pemantul dan konfigurasi penerangan samping dalam bentuk jendela. Pada saat berawan, penggunaan jendela tinggi akan meningkatkan distribusi cahaya. Hal tersebut dikarenakan cahaya lebih banyak berasal dari langit, sementara cahaya refleksi luar bangunan tidak terlalu kuat. Namun pada saat langit cerah, penggunaan jendela tinggi akan mengakibatkan kelebihan distribusi cahaya pada daerah sekitar jendela atau bukaan. Sementara itu penggunaan jendela rendah akan meningkatkan distribusi cahaya. Yang dihindari dari penggunaan bukaan samping adalah cahaya langsung pada pagi dan sore hari, saat cahaya matahari langsung dapat masuk kedalam bangunan dan menyebabkan kenaikan suhu dalam bangunan.

b) Sistem pencahayaan atap (top)

Untuk bangunan yang rendah dengan bentang yang lebar, sistem ini merupakan bentuk penyinaran yang paling efisien. Kelebihan yang paling jelas dari sistem ini dibandingkan sistem pencahayaan samping adalah kebebasan untuk menempatkan bukaan pencahayaan alami pada lokasi yang diinginkan, baik untuk disebarkan secara merata maupun pola apapun yang diperlukan bagi kegiatan pemakai ruang. Kelemahan sistem ini adalah pengguna bangunan pada daerah tropis dapat meningkatkan panas ruangan. Selain itu penyinaran atap secara langsung mempunyai efek negative berupa glare atau silau. Efek glare disebabkan oleh masuknya cahaya matahari yang mengakibatkan kontras diantara permukaan yang sangat terang dengan yang gelap.

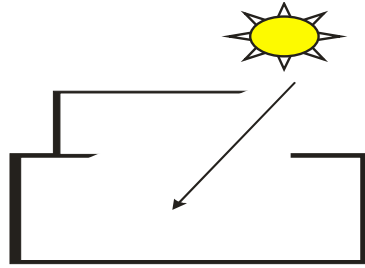


Gambar II.13 Distribusi cahaya pada pencahayaan atas secara langsung

Sumber: Ilmu Fisika Bangunan, Heinz Frick, 2008

Selain penyinaran secara langsung sistem pencahayaan memiliki sistem pencahayaan tak langsung atau dengan proses pemantulan seperti clerestory, sawtooth clerestory dan monitotor atau double clerestory.

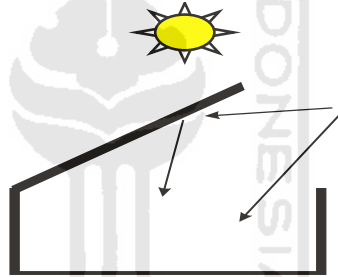
- a) Clerestory : penggunaan jendela tinggi atas, diatas tinggi langit-langit. Paling baik dilakukan dengan jendela menghadap ke utara untuk menghindari radiasi matahari. Dengan bukaan ke arah utara, bukaan pada langit-langit dibuat besar.



Gambar II.14 model clerestory

Sumber: Ilmu Fisika Bangunan, Heinz Frick, 2008

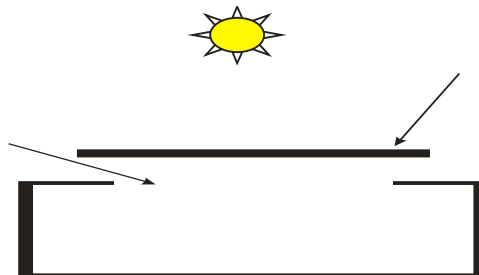
- b) Sawtooth clerestory: plafon miring yang menghasilkan lebih banyak cahaya tidak langsung. Meningkatkan efisiensi dan skylight dan mungkin penggunaan kaca yang sedikit. Paling baik bukaan menghadap utara.



Gambar II.15 Model sawtooth clerestory

Sumber: Ilmu Fisika Bangunan, Heinz Frick, 2008

- c) Paling baik dilakukan jika orientasi sumbunya ke arah Timur dan Barat. Gunakan pelindung cahaya yang pasif pada sisi Selatan untuk menahan radiasi matahari langsung masuk ke dalam bangunan.



Gambar II.16 Model sawtooth clerestory

Sumber: Ilmu Fisika Bangunan, Heinz Frick, 2008

Penggunaan bukaan samping digunakan untuk memasukan cahaya pada ruang-ruang berada pada dinding terluar bangunan, sedangkan bukaan atap digunakan pada ruang-ruang tengah yang tidak mendapatkan pasokan cahaya alami.

Cara mengontrol pencahayaan yang masuk ke dalam bangunan melewati bukaan samping adalah dengan menggunakan peneduh. Peneduh dibagi menjadi 2 jenis yaitu, peneduh diam dan peneduh yang bergerak. Ada beberapa model peneduh yang mampu di aplikasi ke dalam bukaan samping yaitu :

- a) Overhang (panel horizontal), orientasi yang terbaik adalah selatan, barat dan timur, peneduh ini dapat menangkap udara panas serta dapat dibebani oleh salju dan angin.
- b) Overhang (louver horizontal pada bidang vertical), orientasi yang terbaik sama seperti louver horizontal bidang vertical, peneduh ini memperkecil panjang overhang namun akan membatasi view dari bangunan keluar.
- c) Overhang (panel vertical), orientasi yang baik adalah selatan, barat dan timur, tanpa beban salju, namun membatasi pandangan.
- d) Sirip vertical, orientasi yang baik adalah barat, utara dan timur, namun membatasi pandangan.
- e) Sirip vertical miring, orientasi yang terbaik adalah barat dan timur, sangat membatasi pandangan biasanya miring kearah utara untuk mendapatkan cahaya yang konstan.
- f) Eggcrate, orintasi yang baik adalah barat dan timur, peneduh ini dapat menangkap udara panas, pemandangan sangat terbatas dan biasanya untuk iklim yang sangat panas.

Adapun alat peneduh yang mampu bergerak (moveable shading) yang biasanya memberikan respon yang lebih baik terhadap keadaan cuaca yang dinamis dibandingkan perangkat permanen. Selain itu kelebihan perangkat yang moveable ini

ialah mampu menyelesaikan masalah ketidak pastian sudut datang matahari. Model peneduh yang mampu bergerak sebagai berikut:

- a) Overhang (awning), orientasi terbaik pada arah selatan, barat dan timur, peneduh ini dapat disesuaikan secara berkala, harian atau pada saat badai, peneduh ini menangkap panas dan mampu mengoptimalkan pandangan dari dalam bangunan.
- b) Overhang (louver horizontal yang dapat berputar, orientasi terbaiknya pada arah selatan, barat dan timur, peneduh ini akan menghalangi sebagian pemandangan dari dalam bangunan ke luar.
- c) Sirip (yang mampu berputar), orientasi yang terbaik pada arah barat dan timur, alat ini lebih efektif dibandingkan dengan yang tetap serta mengganggu pemandangan.
- d) Eggcrate, orientasi yang baik pada barat dan timur, akan mengganggu pemandangan namun lebih baik daripada eggcrate yang tetap.

Dalam perencanaan bangunan Observatorium Astronomi dan Laboratorium Kelautan yang mampu bergerak ini, penggunaan shading yang moveable lebih mampu mengoptimalkan pengontrolan pencahayaan saat bangunan bergerak, dan pada bangunan yang diam, penggunaan peneduh/shading overhang dan sirip mampu meminimalisir cahaya berlebihan yang masuk ke dalam ruangan tanpa mengganggu pandangan.

II.5.3 Kajian Orientasi Matahari

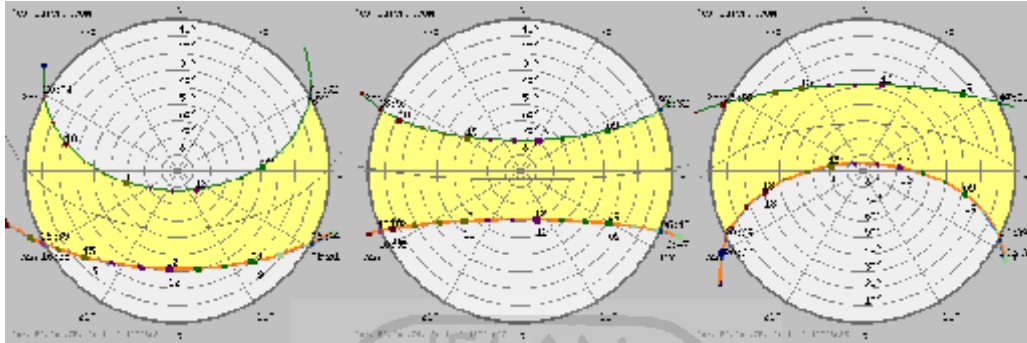
Matahari merupakan satu-satunya sumber cahaya alami yang menghasilkan cahaya alami (daylight) disertai energi cahaya panas. Energi cahaya yang dihasilkan oleh sinar matahari akan berpengaruh pada kenyamanan visual dalam bangunan, sedangkan energi panas akan berpengaruh pada kenyamanan termal. Sehingga dibutuhkan perencanaan bentuk bangunan dan rekayasa pencahayaan dalam ruang yang mampu meminimalisir efek sinar matahari langsung pada bangunan

Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini. Walaupun bangunan ini mempunyai kemampuan moveable di laut, namun tidak selamanya bangunan ini bergerak. Saat melakukan pengamatan astronomi ataupun melakukan penelitian kelautan pada suatu daerah, bangunan akan diposisikan diam beberapa waktu pada suatu daerah tertentu.

Dikarenakan bangunan ini bisa berada pada daerah equator, bagian selatan bumi dan bagian utara bumi, maka dibutuhkan contoh tempat pada tiap bagian bumi tersebut sebagai acuan orientasi posisi bangunan dan acuan rekayasa pencahayaan bangunan saat diam. Contoh koordinat wilayah yang akan diambil adalah 35 derajat LU (bagian utara bumi), 5 derajat LU (bagian equator) dan 27 derajat LS (bagian selatan bumi). Tempat tersebut diambil dikarenakan beberapa sebab, antara lain:

- a) Koordinat 35 derajat LU diambil dikarenakan daerah tersebut berada pada koordinat lintang bumi yang lebih mampu menaungi pengamatan langit utara saat proses pengamatan benda-benda astronomi berlangsung, dibandingkan Observatorium Gemini. Observatorium Gemini sebagai salah satu Observatorium yang memiliki kemampuan pengamatan langit terluas pun mempunyai blank spot akan deklinasi 79 derajat arah utara. Oleh karena itu koordinat 35 derajat LS diambil sebagai contoh koordinat yang mampu menutup keterbatasan Observatorium Gemini.
- b) Koordinat 5 derajat LU diambil dikarenakan daerah tersebut merupakan salah satu wilayah yang mempunyai sebaran terumbu karang yang banyak. Sehingga wilayah tersebut merupakan salah satu tempat penelitian kelautan.
- c) Koordinat 27 derajat LS diambil dikarenakan daerah tersebut berada pada koordinat lintang bumi yang lebih mampu menaungi pengamatan langit selatan saat proses pengamatan benda-benda astronomi berlangsung, dibandingkan Observatorium Gemini. Observatorium Gemini sebagai salah satu Observatorium yang memiliki kemampuan pengamatan langit terluas

pun mempunyai blank spot akan deklinasi 89 derajat arah selatan. Oleh karena itu koordinat 27 derajat LS diambil sebagai contoh koordinat yang mampu menutup keterbatasan Observatorium Gemini.



Gambar II.17 Pergerakan matahari pertahun pada daerah koordinat 5°LU , 35°LU dan 27°LS Sumber: www.gaisima.com

Dari gambar diatas dapat kita ketahui pergerakan matahari per-tahun pada daerah koordinat 5° , 35° dan 27° . Berhubung koordinat 5°LU adalah daerah yang dekat dengan garis equator (khatulistiwa), maka pergerakan matahari pertahunnya dari utara dan selatan. Sehingga cahaya pada bagian timur dan barat bangunan sangat banyak dan bangunan butuh rekayasa pencahayaan pada bagian tersebut. Sedangkan koordinat 35°LU yang berada pada bagian utara bumi, siklus matahari setiap tahunnya berada pada bagian selatan. Cahaya selatan adalah cahaya yang dihindari karena berasal dari pancaran matahari langsung, sedangkan cahaya utara lebih bersifat bersih dibandingkan matahari selatan. Pada koordinat 27°LS yang berada pada bagian selatan bumi, siklus matahari setiap tahunnya berada pada bagian utara bangunan. Cahaya utara adalah cahaya yang dihindari karena berasal dari pancaran matahari langsung.

Pencahayaan alami pada bangunan sebaiknya berusaha menghindari cahaya langsung dari matahari yang mempunyai efek memanaskan ruang dalam bangunan. Cahaya langsung hanya baik digunakan sebelum jam 09.00, sedangkan setelah waktu itu, cahaya matahari mempunyai radiasi yang membuat panas ruangan. Sehingga pencahayaan alami menggunakan cahaya langit (cahaya matahari yang tersebar

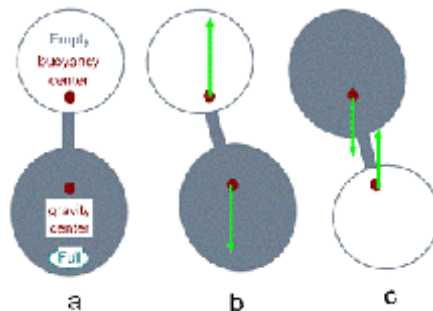
dikarenakan cahaya langsung dipantulkan oleh awan dan langit) yang kualitasnya lebih bersih dan dingin dibandingkan cahaya langsung.

Dari data arah datang cahaya matahari di koordinat 5°LU, 35°LU dan 27°LS maka, orientasi bangunan diusahakan meminimalisir panas yang akan timbul dikarenakan cahaya langsung yang menyorot bangunan dengan meminimalisir bukaan pada arah datang cahaya matahari atau merencanakan rekayasa pencahayaan alami pada ruang serta mengatur orientasi bangunan agar bagian bangunan terlebar menjauhi arah datang cahaya langsung.

II.6 Bangunan Yang Terapung dan Moveable di Laut

II.6.1 Bentuk Bangunan

Bangunan dalam kasus ini berada di laut, sehingga bangunan harus mempunyai kemampuan dalam hal mekanika fluida. Salah satu hukum yang bekerja dalam mekanika fluida adalah hukum Archimedes. Hukum Archimedes berbunyi sebagai berikut: “suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruh ke dalam zat cair, akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut”. Dalam hukum Archimedes, tidak ada komponen horizontal dari resultannya sehingga proyeksi benda yang terendam atau bagian yang terendam dari benda terapung itu pada bidang vertical selalu nol.



Gambar II.18 Gaya apung yang terjadi suatu benda

Sumber : www.ccintonline.com

Benda dapat dikatakan mengapung dikarenakan massa jenis benda lebih kecil daripada massa jenis fluida atau air. Pada gambar diatas, dapat dilihat perbandingan jika suatu benda dikondisikan mengapung. Dalam contoh nyata penerapan gambar tersebut ialah pada kapal. Kapal yang berbahan dasar besi dan baja yang mempunyai massa jenis 7800 kg/m^3 dan air yang mempunyai massa jenis 1000 kg/m^3 . Jika dilihat dari pernyataan “benda dapat mengapung dikarenakan massa jenis benda lebih kecil daripada massa jenis air” maka seharusnya kapal yang mempunyai massa jenis lebih besar daripada massa jenis air, akan tenggelam. Namun dikarenakan kapal mempunyai rongga udara maka gaya angkat kapal bertambah dikarenakan udara mempunyai massa jenis lebih ringan daripada air, selain itu rongga dalam kapal menciptakan ruang yang besar dan menaikkan gaya apung kapal dikarenakan jumlah zat cair atau fluida yang dipindahkan semakin besar pula.

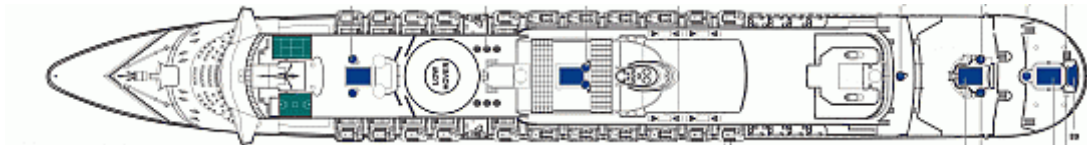
Benda dengan massa jenis yang lebih besar daripada massa jenis air dikarenakan terdapat udara dalam benda yang menyebabkan gaya angkat benda tersebut naik. Sehingga pada bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini harus memili cukup ruang terbuka yang akan berisi udara sebagai gaya angkat bagi bangunan.

Bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini mempunyai kemampuan moveable bertujuan memudahkan bangunan mendapatkan posisi yang optimal saat pengamatan terhadap objek-objek astronomi. Dalam hal bangunan yang mampu bergerak di air (moveable), maka terdapat beberapa kriteria benda yang mampu bergerak di air sebagai berikut :

- a) Berbentuk ramping (streamline) agar mampu membelah air
- b) Memanjang
- c) Mengerucut pada bagian depan

Kesimpulan dari ketiga kriteria tersebut adalah, bangunan atau benda yang mampu bergerak di air harus memiliki kemampuan dalam membelah air. Bagian depan yang mengerucut bermaksud agar benda tersebut mampu meminimalisir

tekanan pada saat bangunan bergerak menghantam air. Bentuk memanjang bermaksud agar laju pada benda tidak terganggu. Sebagai pengaplikasiannya dalam dunia nyata, dapat dilihat pada desain kapal laut.



Gambar II.19 bentuk kapal laut

Sumber: www.google.com

Dari kriteria bentuk yang hidrodinamis diatas maka kita baru mampu merancang bentukan bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan yang mampu terapung di air serta mampu bergerak berpindah (moveable di air).

II.6.2 Bahan Stuktur Bangunan

Bahan struktur bangunan yang sering dipakai pada pembangunan bangunan-bangunan bertingkat adalah baja dan beton. Dikarenakan bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini berada di air maka dibutuhkan bahan struktur bangunan yang kuat, mudah dibentuk dan ringan. Dibawah ini adalah perbandingan antara struktur baja dan beton :

- a) Baja : baja adalah struktur yang memiliki perbandingan kekuatan tarik yang lebih besar daripada kekuatan tekan. Walau sedikit sulit dalam hal pembentukan, namun baja memiliki dimensi yang lebih kecil dan ramping daripada struktur beton. Massa jenis baja adalah 7.800 kg/m^3 atau lebih berat daripada massa jenis beton. Keunggulan baja berkaitan dengan beban gempa, angin dan beban-beban dinamis lainnya didapat dari sifat materialnya yang sangat daktail (tidak getas), dimana baja mampu berdeformasi (melengkung) dengan besar tanpa langsung runtuh, sehingga dapat menyerap energi dinamis dengan sangat baik. Hal ini berhubungan

dengan keselamatan pengguna bangunan yang dinaunginya. Selain itu waktu pengerjaan struktur baja lebih efisien dibandingkan struktur beton.

- b) Beton : beton adalah bahan struktur bangunan yang terdiri dari kombinasi bahan campuran semen dan baja. Beton memiliki perbandingan kuat tekan lebih besar dibandingkan kuat tariknya. Dalam hal pembentukan atau fleksibilitas bentuk, beton mempunyai kelebihan dibandingkan baja. Namun beton mempunyai dimensi yang lebih besar dibandingkan material baja. Massa jenis beton lebih ringan dibandingkan material baja yaitu 2.400kg/m^3 . Dalam hal waktu pengerjaan struktur beton sekarang ini, tidak jauh dibandingkan struktur baja dikarenakan pemanfaatan beton precast dimana pengerjaan pembentukan dikerjakan dalam pabrik dan saat didistribusikan, pengerjaan pemasangan struktur bisa langsung dilakukan.

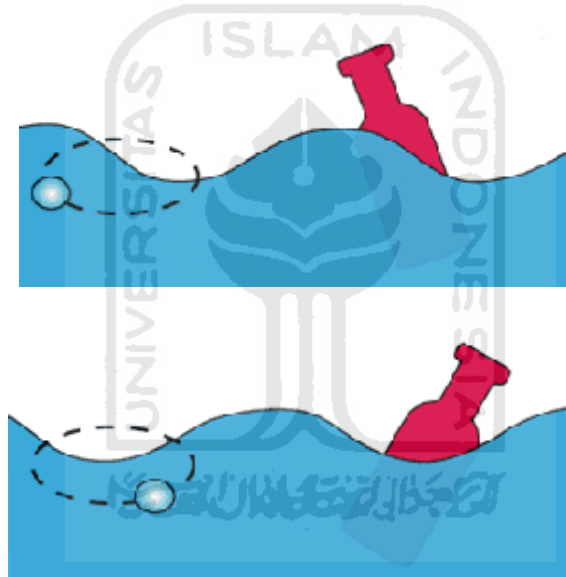
Dari penjabaran kedua struktur diatas maka kita dapat menentukan struktur yang akan digunakan dalam perencanaan bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini. Bangunan ini akan beroperasi pada lingkungan laut, sehingga harus memiliki daya apung yang besar dalam pengoperasiannya. Daya apung yang besar akan dipengaruhi oleh massa jenis bangunan dan ketersediaan ruang yang besar untuk menampung udara sebagai salah satu syarat benda terapung pada air. Maka bahan bangunan yang dipilih sebagai struktur bangunan adalah baja. Walau massa jenis baja lebih berat daripada beton, namun baja mempunyai dimensi yang lebih kecil dalam menahan beban yang sama dengan beton. Sehingga berat baja akan lebih ringan daripada berat beton keseluruhan. selain itu baja mampu menahan beban dengan bentang lebar, sehingga dapat memfleksibelitaskan ruang dalam bangunan.

II.6.3 Stabilisasi Bangunan di Air

Bangunan di air selain harus mempunyai kemampuan dalam mengapung, bangunan tersebut harus pula memiliki kemampuan dalam stabilisasi di air. Maksud

kata “*stabilisasi*” bangunan di air adalah, kemampuan bangunan dalam meminimalisir gaya yang disebabkan oleh gaya dari luar (gelombang laut) yang menyebabkan fungsi bangunan terganggu.

Salah satu gaya luar yang biasanya mempengaruhi stabilisasi bangunan pada kawasan laut ialah gerakan gelombang laut. Karena gerakan memutar dari gelombang laut menyebabkan bangunan di atas laut terombang ambing akibat gaya gelombang tersebut. Gelombang laut yang besar mampu mengganggu stabilitas atau yang lebih berbahaya lagi adalah mampu menenggelamkan bangunan laut tersebut. Dapat kita lihat pada gambar berikut :



Gambar II.20 Pola pergerakan gelombang air laut

Sumber: www.blogohblog.com

Partikel air berada dalam satu tempat, bergerak di suatu lingkaran, naik dan turun dengan suatu gerakan kecil dari sisi satu kembali ke sisi semula. Gerakan ini memberi gambaran suatu bentuk gelombang. Pelampung yang mengapung di air pindah ke pola yang sama, naik turun di suatu lingkaran yang lambat, yang dibawa oleh pergerakan air.

Dari gerakan air laut yang bergerak seperti lingkaran tersebut menyebabkan enam macam gerakan bangunan laut diatas permukaan laut yang terdiri dari 3

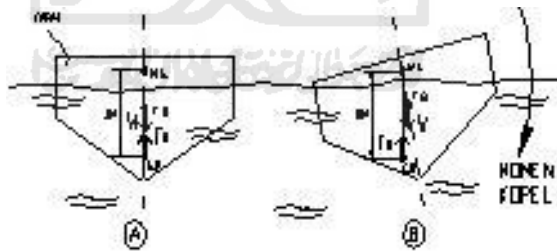
gerakan translasi dan 3 gerakan rotasi berdasarkan sumbu ordinat. Gerakan translasi terdiri dari :

- Surging, gerakan kapal yang maju mundur dikarenakan gerakan ombak/ gelombang yang mengenaikan depan dan belakang kapal.
- Swaying, gerakan bangunan laut ke kanan dan kekiri pada arah melintang
- Heaving, gerakan bangunan laut naik dan turun kapal secara vertical.

Pada perencanaan bangunan Observatorium Astronomi di butuhkan konstruksi yang mampu mengoptimalkan pengamatan akan benda-benda astronomi dengan menahan gerak surging, swaying dan heaving yang disebabkan oleh gerakan gelombang laut yang bergerak seperti lingkaran.

Dalam hal kesetimbangan benda terhadap fluida (air), memiliki dua prinsip kerja yang berbeda. Yang akan penulis bahas kali ini adalah kesetimbangan benda terapung dan benda yang melayang dalam fluida (air). Terdapat 2 faktor interent yang mempengaruhi yaitu, pusat berat dan pusat apung pada benda tersebut.

- Kesetimbangan terapung adalah kesetimbangan dimana pusat berat suatu benda berada diatas pusat apung benda tersebut.

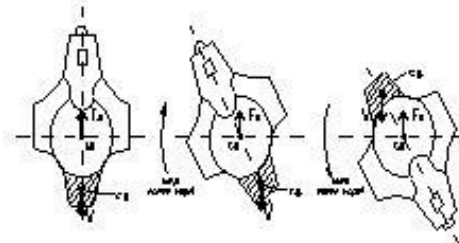


Gambar II. 21 Gaya yang bekerja pada saat benda terapung

Sumber: www.ccitonline.com

Pada saat posisi setimbang, pusat berat dan pusat apung berada pada satu garis vertikal. Pusat berat selalu memiliki gaya ke bawah, dan pusat apung selalu memiliki gaya ke atas. Saat terjadi guncangan, pusat berat tidak berubah sedangkan pusat apung akan berubah letaknya. Saat itulah terjadi momen kopel yang mengembalikan kapal ke posisi setimbang.

- b) Kestimbangan saat melayang adalah kestimbangan dimana pusat berat benda di bawah pusat apung benda tersebut.



Gambar II. 22 Gaya yang bekerja pada saat benda melayang

Sumber: www.ccitonline.com

Kestimbangan saat bangunan terapung jika pusat berat suatu benda diatas pusat apung suatu benda, sedangkan kestimbangan bangunan melayang adalah kebalikan dari kestimbangan bangunan terapung dimana pusat berat suatu benda dibawah pusat apung suatu benda tersebut.

Permasalahan Umum

1. Bagaimanan mendesain ruang Observatorium Astronomi dan Laboratorium kelautan yang mampu memenuhi kebutuhan pengamatan astronomi dan penelitian kelautan.
2. Bagaimana mendesain bangunan yang mampu memenuhi kebutuhan energinya sendiri dengan memanfaatkan energi terbarukai yang ada.
3. Bagaimana mendesain bangunan dengan orientasi pencahayaan yang berubah-ubah.
4. Bagaimana mendesain Observatorium Astronomi dan Laboratorium Kelautan dengan posisi serta kualitas pengamatan yang optimal.

Permasalahan Khusus

1. Bagaimana mendesain tata ruang pada fasilitas Laboratorium Kelautan dan Observatorium Astronomi terapung yang efektif.
2. Bagaimana mendesain layout sistem pemanenan energi surya dan angin yang maksimal pada bangunan.

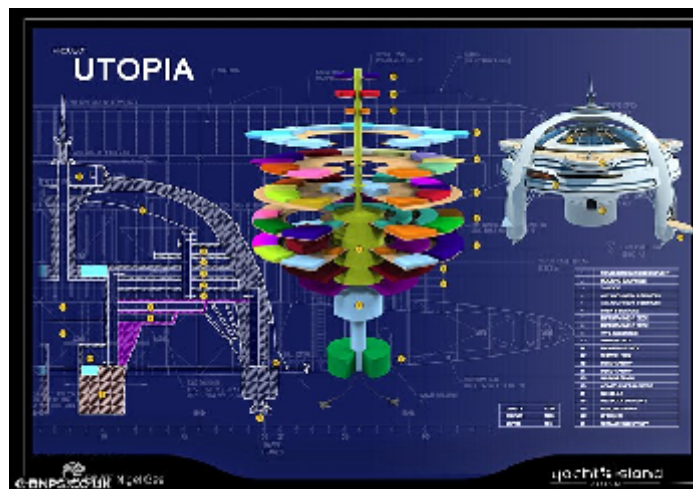
3. Bagaimana mendesain bukaan-bukaan pada bangunan dengan orientasi pencahayaan yang berubah-ubah.
4. Bagaimana mendesain bangunan yang mampu terapung dengan stabil di laut.



STUDY KASUS



Utopia Yacht adalah salah satu bangunan air masa depan yang menjadi study kasus bangunan Observatorium Astronomi dan Laboratorium Kelautan ini. Bangunan ini berbentuk lingkaran dan tinggi dengan 4 kaki di tiap sisinya. Kaki ini digunakan sebagai tempat masuknya sirkulasi udara dari bawah dan dialirkan pada bagian tengah bangunan. Selain itu kaki ini jga difungsikan sebagai peminimalisir gaya hantaman ombak atau arus laut jika bangunan bergerak. Sebagai jangkar dan stabilisasi bangunan saat diam, maka bangunan ini menggunakan jangkar yang berupa kait dan tali pengegang yang berada pada bagian bawah bangunan.



BAB III

ANALISIS PENYELESAIAN MASALAH

III.1 PROGRAM RUANG

III.1.1 Analisa Kebutuhan dan Besar Ruang Yang Efektif

Bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini akan dioperasikan sebagai salah satu tempat penelitian kelautan dan pengamatan akan benda-benda astronomi yang mempunyai kemampuan berpindah dari satu tempat ketempat lain. Sehingga dibutuhkan banyak orang dalam pengoprasian bangunan ini. Selain peneliti dalam bidang astronomi dan kelautan, bangunan ini juga harus memiliki orang-orang yang mampu mengelola dan membantu optimalisasi bangunan saat berada di laut lepas dalam waktu yang lama. Dibawah ini adalah jumlah pengguna bangunan:

- | | |
|-----------------------|------------|
| 1) Pengamat | : 20 orang |
| 2) Peneliti kelautan | :20 orang |
| 3) Bagian BMG | : 6 orang |
| 4) TU | : 5 orang |
| 5) Mesin | : 6 orang |
| 6) Penyimpanan energy | :6 orang |
| 7) Koki | : 8 orang |
| 8) Cleaning service | : 5 orang |
| 9) Dokter | : 2 orang |

Bangunan ini akan menaungi fungsi penelitian kelautan dan pengamatan astronomi. Dalam tinjauan pustaka sebelumnya, telah disebutkan jenis-jenis ruang standart apa saja yang dibutuhkan dalam perencanaan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan. Dalam hal ini, jenis dan jumlah ruang yang banyak akan mempengaruhi luas bangunan ini, sehingga kerja AHU akan lebih berat dan akan menimbulkan pemborosan energi mandiri yang dihasilkan dari panel surya dan turbin angin. Selain itu penggabungan ruang lebih mampu memberi

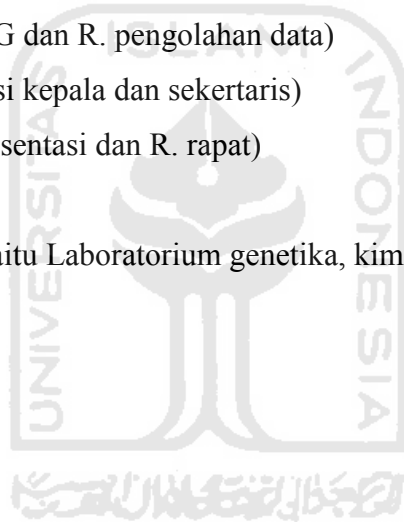
keefektifitasan dalam pencahayaan alami dikarenakan mampu mengoptimalkan bukaan pada bagian luar bangunan sebagai penyuplai pencahayaan ruang-ruang dalam bangunan. Oleh karena itu perlu pemadatan jenis ruang yang digunakan dalam bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan:

RUANG UTAMA

- 1) Observatorium
- 2) R.penelitian
- 3) R. BMKG dan penengendali observatorium (gabungan R.komputer data, R.pengendali satelit komunikasi BMKG dan R. pengolahan data)
- 4) Kantor (staff, administrasi kepala dan sekertaris)
- 5) R rapat (gabungan R. presentasi dan R. rapat)
- 6) R.penyimpanan data
- 7) Laboratorium dibagi 3 yaitu Laboratorium genetika, kimia dan bedah.

RUANG PENDUKUNG

- 1) Perpustakaan
- 2) Dapur
- 3) R. makan
- 4) Gudang
- 5) Kamar
- 6) Km/wc
- 7) Mushola
- 8) Klinik
- 9) R. kapal dan kapal selam
- 10) R. kapal penyelamat
- 11) R. HVAC
- 12) R. air bersih
- 13) R. penyimpanan energi
- 14) R. mesin

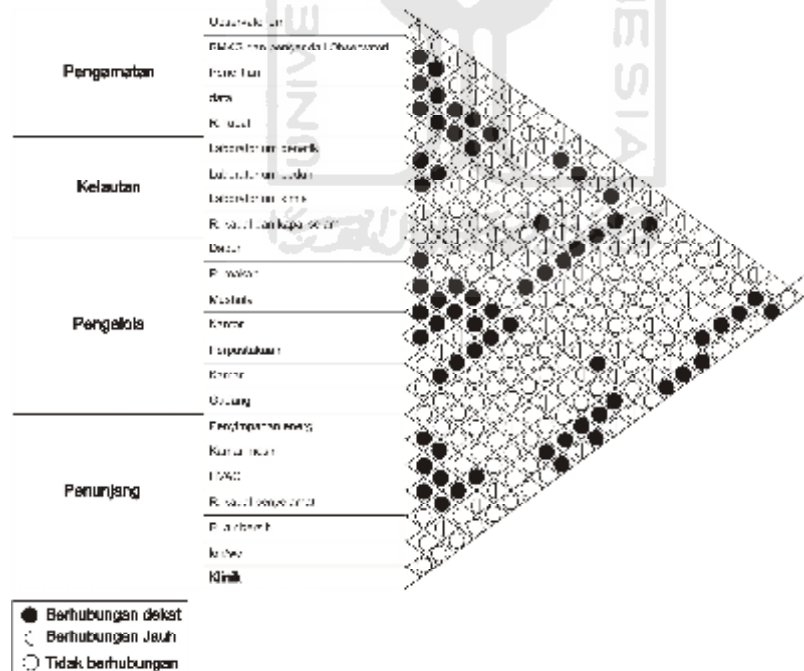


Berdasarkan analisis kebutuhan ruang dan jumlah pengguna bangunan diatas disimpulkan bahwa program ruang untuk perencanaan bangunan Observatorium Astronomi dan Laboratorium Kelautan ini adalah sebagai berikut :

III.1.2 Matrik Program Ruang

III.1.3 Hubungan dan Organisasi Ruang

Dari kebutuhan ruang-ruang diatas maka dapat kita buat analiisi hubungan antar ruang dalam bangunan Observatorium dan Laboratorium Kelautan ini. Hubungan antar ruangnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar III.1 Pola hubungan ruang

Sumber: analisis penulis yang dikembangkan dari kajian kebutuhan ruang

III.1.4 Tata Ruang

Perencanaan tata ruang pada bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini, didasarkan pada fungsi ruang dan kebutuhan pencahayaan alami pada bangunan. Kebutuhan pencahayaan bangunan pun didasari oleh intensitas kunjungan ruang dan waktu yang diperlukan pengguna dalam ruang tersebut. Dari pembagian ruang diatas yang berdasarkan beberapa criteria, maka dapat diambil keputusan tata ruang yang optimal bagi bangunan sebagai berikut :

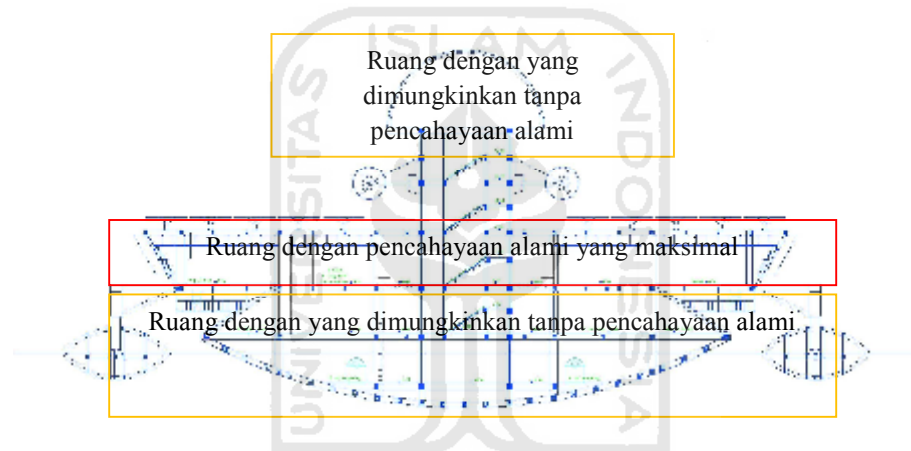
Nama Ruang	Fungsi Ruang	Kebutuhan Pencahayaan yang dominan		Intensitas Kunjungan	
		Alami	Buatan	Lama	Sebentar
Observatorium	Pengamatan benda astronomi		O		O
BMKG dan pengendalian observatorium		O	O	O	
Penelitian	Meneliti hasil penelitian dan foto hasil pengamatan	O		O	
Penyimpanan data	Menyimpan data hasil penelitian astronomi dan kelautan	O		O	
Rapat	Pertemuan, rapat	O		O	

Laboratorium	Penelitian	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kapal	Tempat kapal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Dapur	Penyuplai masakan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Makan	Makan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mushola	Ibadah	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kantor	Administrasi dan pengelolaan bangunan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Perpustakaan	Mencari literature	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kamar	Istirahat (tidur)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Gudang	Penyimpanan barang	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Penyimpanan energi	Menyimpan energi bangunan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mesin	Tempat mesin tali pengekang	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
HVAC	pengkondisian udara	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kapal penyelamat	Tempat kapal	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Air bersih	Penyuplai air bersih	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Km/wc	Mandi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Klinik	Pengobatan	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tabel III.1 Pengelompokan ruang berdasarkan kebutuhan jenis pencahayaan dan intensitas kunjungan pada ruang

Sumber: analisis penulis yang dikembangkan dari kajian kebutuhan ruang

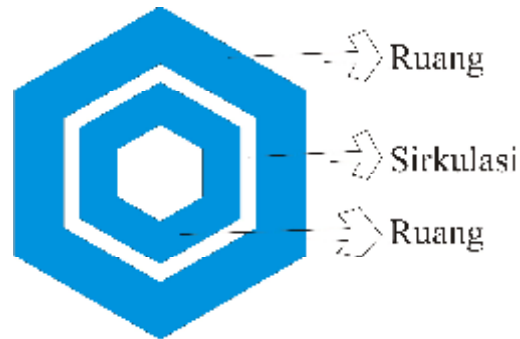
Dari table diatas, maka kita mampu mengelompokan ruang-ruang yang dioptimalkan pencahayaan alami dan yang dimungkinkan tanpa pencahayaan alami, dikarenakan intensitas penggunaan ruang yang berlangsung dalam waktu yang sebentar. Dalam table diatas terdapat beberapa ruang yang dominasinya menggunakan dua jenis pencahayaan, hal itu disebabkan waktu kunjungan pada ruang-ruang tersebut tidak menentu sehingga menggunakan 2 dominasi jenis pencahayaan.



Gambar III.2 Pembagian ruang

Sumber: analisis penulis yang dikembangkan dari analisis tata ruang

Dari gambar diatas, dapat dilihat bahwa pada ruang peneropongan pada bagian atas diposisikan tidak mendapatkan pencahayaan alami dikarenakan hanya beroperasi pada saat malam hari, sedangkan pada bagian bangunan bagian atas diposisikan mengoptimalkan pencahayaan alami, sehingga ruang-ruang yang membutuhkan pencahayaan alami diletakan pada bagian ini dan pada bagian bawah bangunan diposisikan meminimkan pencahayaan atau dimungkinkan pula tidak menggunakan pencahayaan alami dikarenakan intensitas kunjungan pada bagian ini rendah/ kecil. Penempatan ruang-ruang yang membutuhkan pencahayaan alami, diposisikan pada sisi bangunan terluar, yang berhubungan langsung dengan sumber cahaya.



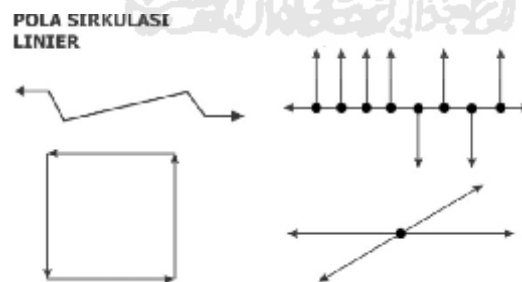
Gambar III.3 Penempatan ruang

Sumber: analisis penulis yang dikembangkan dari analisis tata ruang

III.1.5 Pola Sirkulasi

Sirkulasi dalam bangunan Observatorium Astronomi dan Laboratorium kelautan ini terbagi menjadi 2 macam, yaitu sirkulasi horizontal dan vertikal.

- a) Pola sirkulasi yang digunakan adalah pola linear agar mencapai ruang secara langsung dan jelas. Sirkulasi akan diposisikan diantara ruang-ruang agar dapat mengoptimalkan pencahayaan pada ruang.

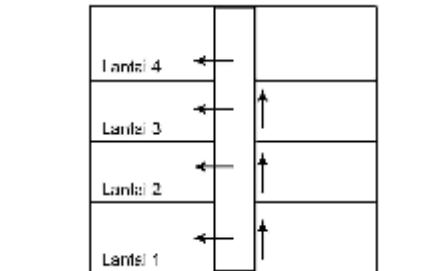


Gambar III.4 Bentuk sirkulasi horizontal dalam bangunan

Sumber: Francis D.K Ching, 1996

- b) Selain pola sirkulasi horizontal, terdapat pula pola sirkulasi vertical yang akan digunakan pada bangunan Observatorium Astronomi dan Laboratorium Kelautan sebagai pemisah antara ruang basah dan ruang kering. Maksud ruang basah adalah ruang yang berfungsi sebagai ruang yang berdekatan dengan air seperti (ruang kapal dan ruang kapal selam)

sedangkan ruang kering adalah ruang yang diusahakan kering dan tidak terkena air laut seperti (penyimpanan data, dapur, kantor).



Gambar III.5 Alur sirkulasi vertical bangunan

Sumber: Francis D.K Ching,1996

III.3 ENERGI MANDIRI

III.3.1 Kebutuhan Solar Panel dan Turbin Angin

Energi yang digunakan pada bangunan sepenuhnya ditanggung oleh energi mandiri yang dihasilkan oleh solar panel dan turbin angin. Sehingga dibutuhkan perhitungan jumlah solar panel dan turbin angin yang akan digunakan pada bangunan untuk mengoptimalkan fungsi bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini. Dari perhitungan pada bab sebelumnya diperoleh, bahwa kebutuhan energi pada bangunan Laboratorium dan Observatorium adalah 907,48KW/ hari. Dengan kebutuhan energy pada bangunan sebesar 907,48 KW/ hari, maka dapat dihitung jumlah solar panel dan Turbin angin yang dibutuhkan untuk menjalankan bangunan ini. Berikut perhitungan asumsi jumlah solar panel dan turbin anginnya :

Kebutuhan energy bangunan : 907,48 KW/ hari = 907.480 watt/ hari dengan rata-rata kecepatan angin 5,4-20 m/s sehingga menghasilkan daya Turbin angin minimal : 375watt/jam serta menggunakan Solar panel : 300 watt/jam (WP) dengan asumsi watt peak (WP) selama 4 jam per hari maka jumlah solar panel dan turbin angin yang digunakan :

- Dalam sehari min solar panel mampu menghasilkan listrik $300 \times 4 = 1200$ watt

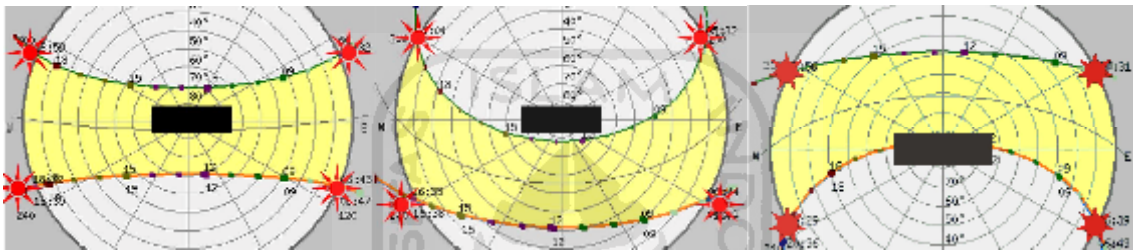
- Dan turbin angin akan menghasilkan minimal 375/hari watt/jam, maksimal 1150watt/jam dan akan bekerja dalam 24 jam.

Dikarekan kincir angin dengan diameter rotor yang mencapai 3m maka penggunaan kincir angin yang terlalu banyak, akan berkendala pada luasan dan layout penempatan turbin angin pada bangunan. Maka pemecahan yang diambil dengan cara memaksimalkan solar panel dengan kapasitas besar tersebut. Turbin angin yang akan digunakan berjumlah 2 buah yang difungsikan sebagai cadangan energi pada bangunan dan energi yang dibutuhkan akan dipasok dari solar panel dengan jumlah sebagai berikut :

- Dalam sehari min solar panel mampu menghasilkan listrik $300 \times 4 = 1200$ watt. Sehingga perhitungannya = $907.480 : 1200 = 756,23$ atau 757 buah. Dari perhitungan tersebut maka dapat kita simpulkan luasan untuk solar panel adalah 757m^2 (@luas panel suya 1m^2).
- Turbin angin berjumlah 2 buah akan menghasilkan 750watt/jam yang diguakan sebagai cadangan energi. Dikarenakan turbin angin mendapatkan angin dalam 24 jam, maka perhitungan energi yang dihasilkan minimal dalam 24 jam adalah : $750 \times 24 = 18.000$ watt dan energi maksimal yang mampu dihasilkan adalah $1150 \times 2 \times 24 = 55.200$ watt.
- Kemampuan baterai solar panel ialah 65 Watt mampu diakomodasi dengan 1 baterai, dimensi baterai ialah pxlxt : $0,3 \times 0,17 \times 0,2 = 0,0102\text{m}^2$. Sehingga perhitungan jumlah baterai bagi solar panel sebagai berikut: $(300 : 65) \times 757$ buah = 3.493 buah baterai. Kemudian 3.493×0.0102 (dimensi baterai)= $35,63/ 36\text{m}^3$. Dikarenakan baterai akan digunakan juga sebagai cadangan kebutuhan energi bangunan sewaktu-waktu yang diperoleh dari turbin angin, maka jumlah baterai akan dikali dua sehingga dimensi baterai keseluruhan adalah 72m^3 .

III.3.2 Analisa Pergerakan Matahari

Pergerakan matahari setiap tahunnya pada daerah equator adalah dari arah utara bangunan dan selatan bangunan pada daerah Marshall. Pada bulan juni matahari berada pada daerah utara bangunan dan pada bulan desember matahari berada pada bagian selatan bangunan. Hal itu disebabkan karena adanya perputaran bumi terhadap matahari. Pada bagian bumi utara, pergerakan matahari hanya pada daerah selatan bangunan sedangkan pada bagian selatan bumi, pergerakan matahari hanya pada daerah utara bangunan.



Gambar III.6 Sirkulasi matahari pada koordinat 5°LU , 35°LU dan 27°LS

Sumber: www.Gaisma.com

Pada kajian sebelumnya dijelaskan bahwa orientasi solar panel yang optimal pada daerah yang berada pada di garis khatulistiwa adalah barat dan timur bangunan, serta memanjang kearah barat dan timur bangunan, pada daerah yang berada pada bagian utara bumi, orientasi solar panel yang optimal adalah arah selatan dan pada bagian selatan, orientasi solar panel yang optimal pada adalah arah utara. Namun dari gambar diatas, kita melihat, matahari pada daerah khatulistiwa selalu berpindah tempat setiap bulannya dan tidak selalu berada tepat pada barat dan timur bangunan (azimuth yang selalu berubah setiap bulannya). Dengan orientasi solar panel yang menghadap ke barat dan timur bangunan dan gerakan matahari yang tidak selalu berada pada barat dan timur bangunan maka dibutuhkan alat yang mampu mengoptimalkan arah datang cahaya matahari tersebut.

Dikarenakan pergerakan cahaya matahari yang azimuthnya selalau berubah dan berbeda pada koordinat 35°LU dan 27°LS , maka digunakan Solar panel yang mampu mengikuti sudut datang matahari demi mengoptimalkan kinerja solar panel. Sebagai pemecahan dari masalah tersebut, maka digunakan heliostat sebagai tracker pencari arah sinar yang optimal.



Gambar III.7 Contoh heliostat panel surya

Sumber: www.google.com

Penggunaan heliostat dapat mengoptimalkan pemanenan energi matahari pada bangunan ini, selain itu penggunaan heliostat mampu mengoptimalkan pula pemanenan energi saat bangunan berada pada daerah utara maupun selatan bumi yang kuantitas intensitas cahaya matahari tidak sebesar daerah equator. Heliostat akan membantu solar panel dalam menentukan sudut tegak lurus terhadap arah datangnya matahari, sehingga solar panel beroperasi dalam menghasilkan energi dalam bangunan.

Bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini adalah bangunan yang menggunakan energy mandiri, maka keefektifan pemanfaatan energy juga menjadi point penting dalam perencanaannya. Dalam hubungan antara efektifitas pemanfaatan energy dan sistem penggerak heliostat, maka terdapat 3 sistem yang diajukan, yaitu sistem manual, system semi otomatis dan system otomatis. Terdapat efek positif dan negative dalam penggunaan 3 sistem tersebut. Dapat kita lihat di tabel di bawah ini :

No	Jenis Sistem	Kelebihan	Kekurangan
1	Manual	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sistem ini menggunakan energy listrik yang paling minimal 2. Dapat diposisikan secara maksimal tanpa ada batasan 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membahayakan bagi orang yang mengendalikan karena pergerakannya membutuhkan operator yang langsung turun ke lapangan (tidak efektif) 2. Kurang efisien tempat dikarenakan dibutuhkan space sebagai ruang sirkulasi.

2	Semi otomatis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Simple (efektif) dalam pengoperasiannya. 2. Biasa memaksimalkan tempat bagi solar panel (efisien) 3. Keselamatan operatroranya lebih terjamin 4. Penggunaan listrik/ enrgi nya lebih hemat dibandingkan system otomatis 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kualitas masih di bawah sistem otomatis.
3	Automatis	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat dikendalikan jarak jauh 2. Simple (efektif) dalam pengoprasian 3. Biasa memaksimalkan tempat bagi solar panel (efisien) 4. Keselamatan operatornya lebih terjamin 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Membutuhkan biaya yang besar 2. Boros listrik/ energi

Tabel III.2 Kelebihan dan kekurangan system pengoprasian solar panel

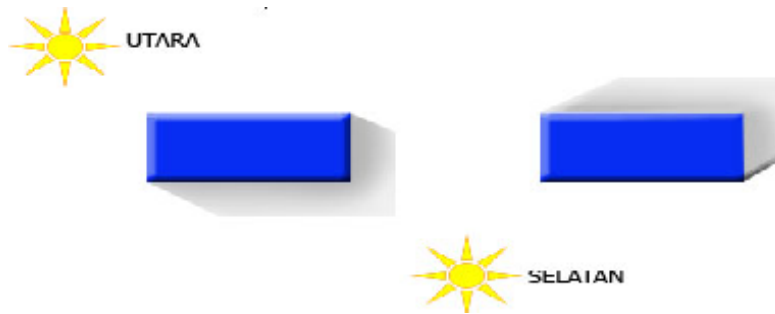
Sumber : analisis penulis

Dari tabel diatas, maka kita dapat menyeleksi sistem pengoprasian yang dapat digunakan pada bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini. Penggunaan sistem manual sangat tidak dianjurkan dikarena selain faktor keselamatannya rendah, sistem ini juga boros lahan dan merepotkan dalam pengoperasiannya. Penggunaan sistem otomatis memiliki kelebihan dalam keefektifan pengoprasian, faktor keselamatan yang lebih terjamin dan mampu memaksimalkan lahan yag terbatas namun sistem ini boros listrik (energi). Penggunaan sistem semi otomatis, mempunyai banyak kelebihan seperti sistem otomatis namun dalam pengoperasiannya tidak seboros sistem otomatis. Karena sistem semi otomatis ini sebagian pengoperasiannya dilakukan oleh operator, sehingga tidak membutuhkan energi yang banyak dibandingkan dengan sistem otomatis dalam penentuan sudut solar panel yang optimal.

“Penggunaan sistem semi otomatis memiliki faktor keselamatan yang terjamin, efektif dalam pengoprasian, tidak boros energi serta mampu memaksimalkan lahan yang tersedia”

Salah satu hal utama yang mempengaruhi kerja/performasi dari modul solar panel adalah intensitas cahaya matahari dan bayangan/shading. Untuk mencapai WP(watt peak) pada modul solar panel maka dibutuhkan intensitas cahaya yang maksimal karena itu diusakan solar panel

tidak tertutupi bayangan benda atau bangunan lain. Dengan menempatkan solar panel pada bagian atap bangunan, maka tertutupi bayangan benda atau bangunan lain akan diminimalisir.



Gambar III.8 Arah bayangan bangunan

Sumber: analisis penulis

III.3.3 Analisa Pergerakan Angin



Gambar III.9 Arah pergerakan angin muson barat

Sumber: analisis penulis

Gambar A merupakan analisis pergerakan angin muson barat dikarenakan matahari berada pada bagian selatan, sehingga menyebabkan pemanasan pada bagian selatan bumi dan mengakibatkan tekanan lebih rendah daripada bagian utara. Sehingga angin akan bergerak dari tekanan tinggi (utara) ke tekanan rendah (selatan). Sehingga pemasangan turbin angin mengarah pada Barat Laut.

Gambar B merupakan analisis pergerakan angin muson timur dikarenakan matahari berada pada bagian utara, sehingga menyebabkan pemanasan pada bagian utara bumi dan mengakibatkan tekanan lebih rendah daripada bagian selatan. Sehingga angin akan bergerak dari tekanan tinggi (selatan) ke tekanan rendah (utara). Sehingga pemasangan turbin angin mengarah pada arah Tenggara.

Gambar D pada adaah siklus angin pancaroba yang bertiup sekitar bulan Maret hingga Mei. Siklus angin ini tidak tetap dikarenakan matahari berada pada daerah khatulistiwa dan menyebabkan panas berada pada tengah bumi. Sehingga angin dari utara dan selatan menuju daerah khatulistiwa dan saat bertabrakan akan menuju arah lain. Karena itu pada saat pancaroba angin bertiup tidak menentu.

Gambar C adalah pergerakan angin pada bagian bumi utara dan selatan. Pada daerah laut lepas bagian utara bumi pergerakan angin selalu mengarah ke tenggara dan pada bagian selatan bumi arah pergerakan angin selalu ke barat laut. Dikarenakan pemanasan bagian daratan pada daerah equator (khatulistiwa) sehingga arah angin lebih dominan menuju daerah equator.

Dikarenakan angin yang bertiup dari berbagai arah, maka dibutuhkan turbin angin yang mampu menangkap angin yang tidak tetap tersebut. Penggunaan turbin angin dengan ekor pada bagian belakang, mampu menangkap angin dari berbagai arah. Selain itu pengoprasiannya lebih simple, karena turbin sendiri yang menentukan arah.



Gambar III.10 Contoh turbin angin

Sumber: www.my-ecowind.com

III.4 Analisa Pencahayaan Bangunan

III.4.1 Analisis Orientasi Massa Bangunan

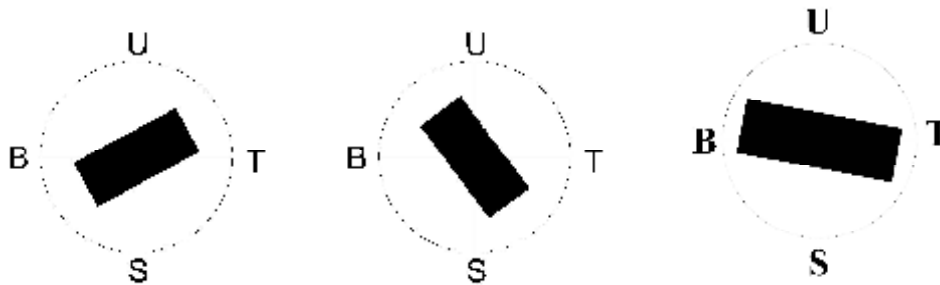
Langkah untuk menentukan altitude dan aziumuth adalah dengan menggunakan software pada webside *jamesrbass.com*. Hasil dari analisis tersebut :

Koordinat	Bulan	Tanggal	09.00	17.00
			Alt/Azm	Alt/Azm
5 ⁰ LU	Juni	22	-28,6	71,6
			-120,6	-166,5
	Desember	22	-33	60,6
			-65,6	7
35 ⁰ LU	Juni		-20	69
			46	139
	Desember	22	46	-33
			260	344
27 ⁰ LS	Juni	22	9	17
			72	101
	Desember	22	30	21
			252	281

Tabel III.3 Altitude serta azimuth matahari pada koordinat 5⁰LU, 35⁰LU dan 27⁰LS

Sumber : www.jamesrbass.com

Dari tabel analisis di atas didapatkan besar sudut aziumuth yaitu sudut menyimpang matahari secara horisontal baik saat matahari dibelahan bumi utara maupun selatan. Sudut ini yang bisa menentukan orientasi bangunan saat diam yang dapat mengoptimalkan pencahayaan alami dan meminimalisir radiasi ke dalam bangunan. Pada koordinat 5⁰LU orientasi bangunan berdasarkan azimuth adalah 143,55 derajat, sedangkan pada koordinat 35⁰LU azimuthnya adalah 344 derajat dan pada koordinat 27⁰LS azimuthnya adalah 281 derajat.



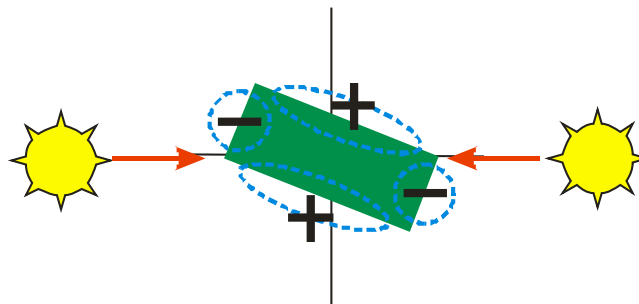
Gambar III.11 Orientasi optimal bangunan pada koordinat 35°LU , 5°LU dan 27°LS

Sumber: analisis penulis yang dikembangkan dari analisis orientasi matahari

III.4.2 Analisis Besar dan Posisi Bukaannya yang Optimal Saat Bangunan Diam

Cahaya alami berupa matahari untuk penerangan siang hari di dalam bangunan harus dimanfaatkan seoptimal mungkin. Tetapi untuk maksud ini cahaya matahari langsung tidak dikehendaki masuk ke dalam bangunan karena akan menimbulkan pemanasan dan silau dalam ruang, kecuali sinar matahari pada pagi hari. Sehingga yang perlu dimanfaatkan untuk penerangan adalah cahaya langit.

Dari analisis arah orientasi bangunan, maka kita dapat menyimpulkan, pada bangunan Observatorium Astronomi dan Laboatorium kelautan sisi bangunan terlebar akan menjauhi paparan cahaya matahari langsung dengan arah utara dan selatan sedangkan sisi tersempitlah yang mendekati arah matahari, yaitu pada bagian barat dan timur. Dengan sisi bangunan yang terkena paparan matahari kecil, maka pemanasan ruang dapat diminimalisir.



Gambar III.12 Analisis kebutuhan bukaan pada bangunan

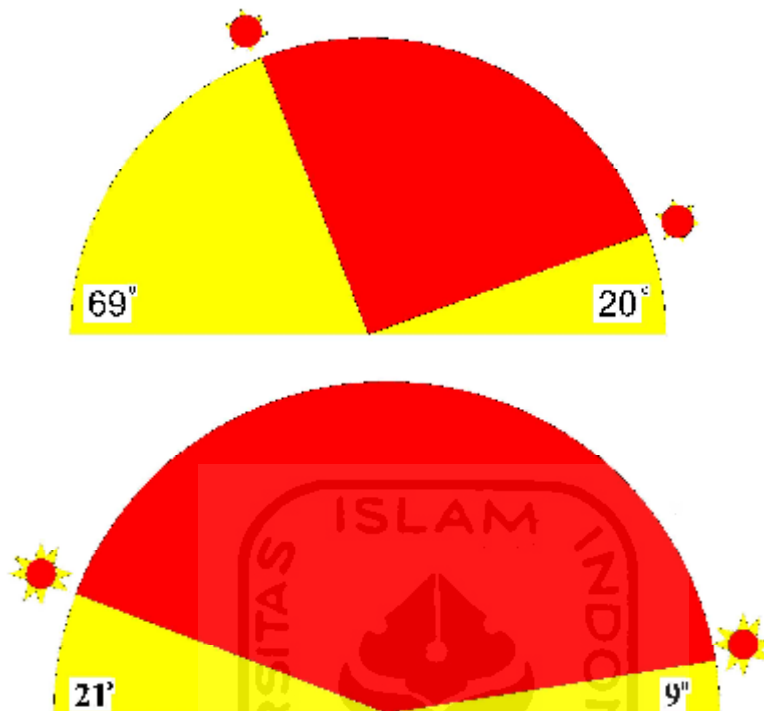
Sumber: analisis penulis

Bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini berusaha meminimalisir panas yang ditimbulkan dari penyinaran matahari langsung yang mengenai bagian sisi bangunan. Sehingga saat posisi bangunan diam, bangunan berusaha mencari posisi dimana bagian sisi bangunan yang terkena sorot matahari relative kecil/ sempit. Bagian timur dan barat bukaan diminalkan agar cahaya yang kurang baik (lebih dari 09.00 hingga matahari tenggelam) seminimalis mungkin masuk kedalam ruag bangunan. Pada gambar diatas tanda + menyimbulkan maksimalisasi akan bukaan pada bangunan, sedangkan tanda – menyimbulkan minimalisasi atau dengan menggunakan rekayasa pencahayaan pada bukaan bangunan.

Namun dikarenakan bangunan ini mempunyai kemampuan bergerak di air dan berpindah-pindah, maka dengan bukaan yang seimbang pada tiap sisinya mampu mengoptimalisasi kebutuhan pencahayaan bangunan yang bergerak. Sehingga dibutuhkan pula rekayasa pencahayaan terhadap tiap bukaan disekeliling bangunan.

Pada bagian bangunan yang menghadap pada arah datangnya matahari langsung digunakan peneduh yang akan mengontrol jumlah cahaya yang masuk pada bangunan. Dengan menggunakan sudut altitude terendah pada setiap tempat dengan koordinat tersebut diatas, maka kita dapat menentukan jenis peneduh apa yang digunakan sebagai filter cahaya matahari langsung. Dari gambar altitude matahari terlihat bahwa zona kuning memiliki tingkat radiasi rendah yang bisa dimanfaatkan untuk pencahayaan alami sedangkan zona merah memiliki tingkat radiasi sehingga cahaya yang masuk sebaiknya di beri filter.





Gambar III.13 Sudut datang dan tenggelam matahari pada 5°LU , 35°LU dan 27°LS

Sumber: analisis penulis dikembangkan dari analisis sudut altitude bangunan

Pada koordinat 5°LU yang berada dekat dengan equator bagian timur dan barat bangunan akan menerima paparan matahari langsung akan dikontrol dengan pemberian peneduh, agar jumlah cahaya masuk tidak melebihi intensitas cahaya yang dibutuhkan ruang yang dapat memberi panas berlebih pada ruang tersebut. Sedangkan pada koordinat 35°LU dan 27°LS yang jauh dari garis equator, cahaya matahari lebih banyak berasal dari arah selatan bangunan. Karena itu control cahaya yang masuk ke bangunan akan di fokuskan pada bagian selatan bangunan. Dikarenakan sudut datang matahari yang berbeda pada koordinat 5°LU , 35°LU dan 27°LS berbeda, maka penggunaan shading yang mampu mengakomodasi cahaya datang pada sudut yang berbeda diperlukan.

Orientasi bangunan saat diam dapat dilihat pada analisis sebelumnya, yaitu mendekati arah barat daya dan tenggara. Namun bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini selain difungsikan sebagai tempat pengamatan dan penelitian yang bersifat diam, bangunan ini difungsikan sebagai alat untuk menuju tempat pengamatan yang optimal, maka dari

itu dibutuhkan peneduh (shading) yang bukan hanya mampu mengakomodasi cahaya matahari di daerah Marshall dan Cyprus, namun juga mampu mengatasi masalah pencahayaan alami yang berubah-ubah orientasinya (bangunan diam dan bangunan bergerak). Peneduh yang mampu bergerak (moveable) diambil sebagai pemecahan masalah orientasi pencahayaan alami yang berubah-ubah dikarenakan peneduh ini lebih mampu menyelesaikan masalah sudut datang matahari yang tidak tetap dibandingkan peneduh yang diam.

Pada kasus bangunan ini yang mengandalkan pencahayaan alami pada ruang, maka peneduh yang berbentuk sirip yang digunakan untuk meminimalisir arah datang matahari saat bangunan bergerak dan peneduh overhang yang digunakan untuk meminimalisir cahaya masuk secara berlebihan pada pukul 09.00-17.00. dikarenakan bangunan mempunyai kemampuan bergerak maka shading yang digunakan menggunakan shading yang moveable.

Dalam hal besar bukaan bangunan, maka pengujian bukaan pada bangunan yang optimal menggunakan perincian sebagai berikut :

Faktor penerangan siang hari rata-rata 20% dapat diperoleh dengan lubang cahaya 15% dari luas lantai, dengan catatan posisi lubang cahaya di dinding, pada ketinggian normal pada langit, lebar sekitar 1 meter, faktor refleksi cahaya rata-rata dari permukaan dalam ruang sekitar 50% - 60% dan tidak ada penghalang dimuka lubang dan kaca penutup adalah kaca bening¹².

12. *Lechner, noberg. Heating, coling, lighting, 2007*

No	Kebutuhan Ruang	Dimensi (m2)	Kebutuhan Pecahayaann	Dimensi Bukaann(m2)
	PENELITIAN			
1	R.Penelitian	24	600	2.3
2	R.Pengamatan	165.05	600	15.6
3	R. BMKG	51	200	1.6
4	Laboratorium			
	Genetik	63	400	4
	Bedah	171	600	16.2
	Kimia	171	600	16.2
5	R. Penyimpanan Data	40	200	1.3
6	Gudang	42.5	200	1.4
	PENGELOLAAN			
1	R. Kepala	45	200	1.4
2	R. Tamu	12.5	100	0.2
3	R.Sekretaris	12	200	0.4
4	R. Rapat	36	200	1.2
5	R. admint & staff	35	200	1.1
	MEE			
1	R. air bersih	163.7	200	5.2
2	R. Penyimpanan Energi	107.5	200	3.4
3	R.HVAC	43.2	200	1.7
4	Dapur	226	200	7.1
5	R.mesin	543.5	200	17.2
	Penunjang			
1	Perpustakaan	106.49	600	10.1
2	Fotocopy	2.4	200	0.1
3	Mushola	70	100	1.1
4	Kamar	121	100	2
5	R.Makan	184	200	5.8
7	R. kapal selam	20	400	1.3
9	km/wc	34	100	0.5
10	klinik	70.7	200	2.2

Tabel III.4 Dimensi bukaan optimal pada bangunan

Sumber : analisis penulis yang dikembangkan dari buku . *Heating, coling, lighting*

III.5 Bangunan Moveable

III.5.1 Analisis Bentuk Bangunan

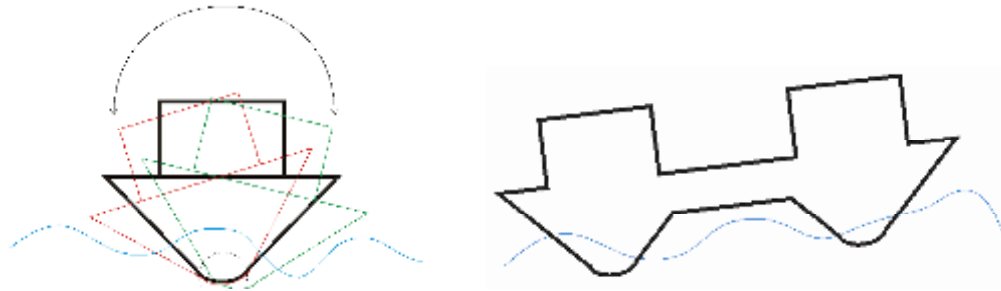
Bangunan mampu terapung jika pada bangunan tersebut terdapat rongga udara yang menaikan gaya apung bangunan tersebut atau massa jenis bangunan lebih kecil daripada massa jenis air. Suatu bangunan yang kompleks akan memiliki massa jenis yang lebih besar daripada massa jenis air yang homogen. Maka dengan membuat rongga pada bangunan adalah pilihan untuk merancang bangunan yang terapung.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan tata massa bangunan terapung adalah, gerak laut yang berupa :

- a) Surging, gerakan maju mundur kapal searah pergerakannya
- b) Swaying, gerakan kapal ke kanan dan kekiri pada arah melintang
- c) Heaving, gerakan naik dan turun kapal secara vertical.

Bangunan dengan massa yang tunggal lebih efektif dibandingkan bentukan dengan lebih dari satu massa bangunan. Hal ini disebabkan reaksi gerakan bangunan terhadap gerakan gelombang laut. Pada bangunan dengan massa tunggal, poros gerakan bangunan hanya satu saja yaitu hanya pada bagian dasar bangunan, sedangkan pada bangunan dengan massa bangunan dengan massa bangunan lebih dari satu maka poros gerakan bangunan pun menjadi lebih dari satu. Sehingga ada tarik menarik antara massa bangunan satu dengan massa bangunan dua yang menyebabkan gerakan bangunan lebih besar.

Bangunan yang mampu bergerak yang mempunyai kriteria : Berbentuk ramping (streamline), memanjang dan mengerucut pada bagian depan agar mampu membelah air. Bentuk mengerucut pada bagian depan sebagai bentuk yang mampu meminimalisir hantaman gelombang saat bangunan bergerak dan menghemat pemakaian energi.



Gambar III.14 Gerak bangunan

Sumber: analisis penulis

Dalam hal stabilisasi bangunan laut berdasarkan kajian pada bab sebelumnya yang berbunyi “pusat berat suatu benda berada diatas pusat apung suatu benda tersebut”, maka pusat kegiatan akan berada pada bagian atas bangunan yang menyebabkan pengelompokan ruang berada di bagian atas bangunan sedangkan pada bagian bawah bangunan akan memberi rongga yang cukup untuk meningkatkan gaya apung benda (pusat apung).



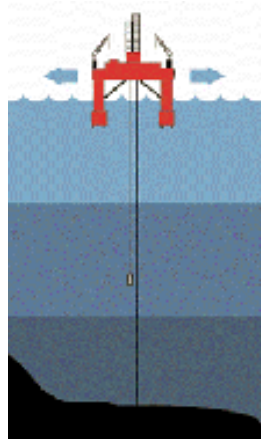
Gambar III.15 Penempatan pusat berat dan pusat apung bangunan

Sumber: analisis penulis

III.5.2 Analisis Stabilisasi Observatorium

Ada enam macam gerakan kapal diatas permukaan laut yang terdiri dari 3 gerakan translasi dan 3 gerakan rotasi bedasarkan sumbu ordinat. Gerakan translasi terdiri dari :

- Surging, gerakan maju mundur kapal searah pergerakannya
- Swaying, gerakan kapal ke kanan dan kekiri pada arah melintang
- Heaving, gerakan naik dan turun kapal secara vertical.

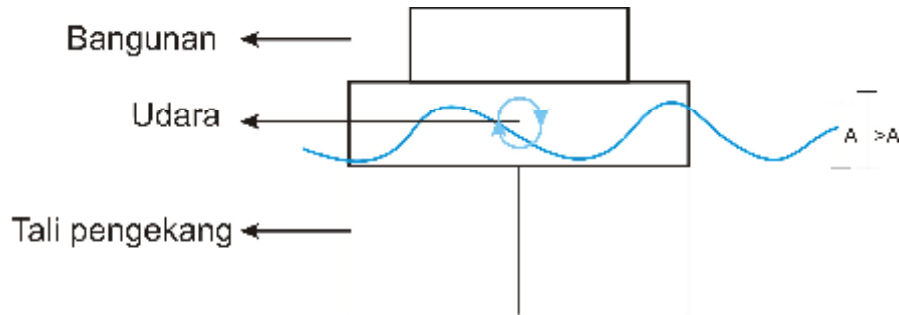


Gambar III.16 sistem apung anjungan lepas pantai

Sumber: <http://rudiwp.wordpress.com>

Gambar diatas adalah sistem yang digunakan oleh anjungan lepas pantai untuk menyiasati pemborosan konstruksi pondasi pada laut dalam. Sistem semacam ini akan digunakan sebagai penopang bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan yang membutuhkan stabilisasi di laut. Bangunan observatorium yang difungsikan sebagai tempat pengamatan benda-benda astronomi diusahakan tidak bergoyang saat pengamatan terjadi, demi optimalisasi hasil pengamatan. Tali pengekang akan menahan gerakan rotasi yang diakibatkan oleh gelombang laut, sehingga bangunan stabil..

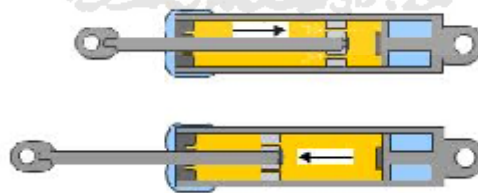
Akibat dari bangunan yang menggunakan tali pengekang sebagai pondasi stabilisasi, maka bangunan harus memiliki reaksi terhadap tinggi gelombang laut daerah tersebut. Pada daerah laut lepas di kawasan Cyprus dan Marshall, tinggi gelombang laut berkisar antara 4-5m, sehingga bangunan laut harus memiliki tinggi lebih dari tinggi gelombang laut agar ruangan yang membutuhkan pencahayaan tidak terendam oleh air.



Gambar III.17 reaksi bangunan terhadap tinggi gelombang laut

Sumber: analisis penulis

Penggunaan tali pengekang diposisikan pada saat bangunan diam dan untuk mengoptimalkan pengamatan benda-benda astronomi, sedangkan sistem yang digunakan pada saat bangunan bergerak dan saat pengamatan tidak berlangsung menggunakan sistem pegas. Sistem pegas digunakan untuk mengurangi gerak berlebih pada bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini. Sistem stabilisasi bangunan yang digunakan adalah sistem pegas yang kinerja hampir sama dengan sistem yang berada pada shock mobil. Sistem peredam guncangan ini mampu mengurangi gerak pada bagian dalam kendaraan karena guncangan paa bagian luar kendaraan. Sehingga meminimalisir gerak pada bangunan.



Gambar III.18 sistem yang digunakan bangunan sebagai stabilisasi

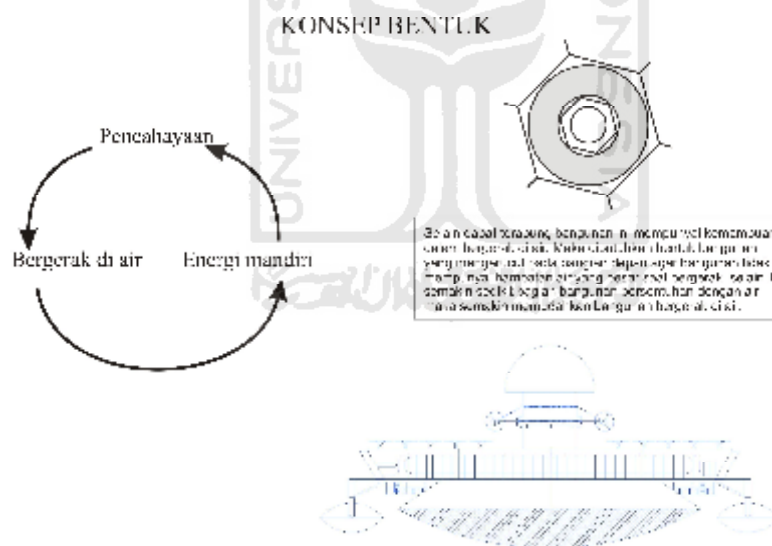
Sumber: analisis penulis

BAB IV

KONSEP

IV.1 Konsep Bentuk Bangunan

Konsep bentuk bangunan ini didasarkan oleh dua analisis yaitu bentuk yang dapat terapung dan bentuk yang dapat bergerak di air. Bentuk bangunan yang dapat terapung, jika bangunan mempunyai rongga udara yang dapat memperbesar gaya angkat/ gaya apung suatu bangunan di air. Sedangkan bentuk bangunan yang dapat bergerak di air adalah bentuk yang mengerucut pada bagian depan agar mengurangi efek hantaman pada bagian luar bangunan. Stabilisasi kapal yang berupa bentuk lengkung pada bagian bawah bangunan digunakan pada bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini dikarenakan bentuk lengkung dapat memperhalus gerak kapal saat benda bergerak ataupun saat diam.

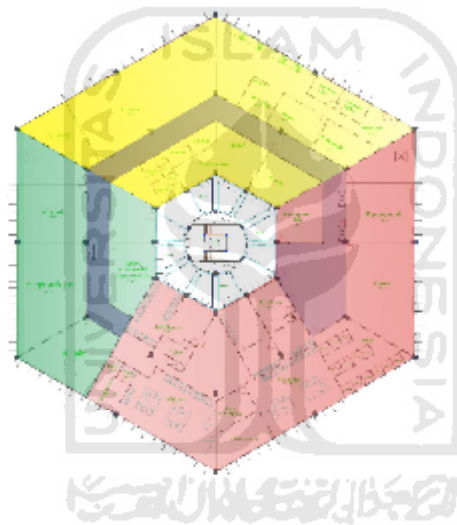


Gambar IV.1 Konsep bentuk bangunan

Sumber : penulis

Bentuk bangunan yang bersegi enam dimaksudkan agar sudut jatuh matahari langsung dan luas bangunan yang terpapar matahari langsung minimal. Sehingga meminimalisir panas

yang akan disebabkan oleh paparan sinar matahari langsung pada bangunan. Dalam hal layout ruang, demi mengoptimalkan pencahayaan alami bagi bangunan, maka ruang di posisikan memanjang pada pinggir bangunan dan sirkulasi (warna biru) diletakan pada bagian tengah bangunan. Ruang yang diposisikan pada pinggir bangunan dimaksudkan agar cahaya alami bisa langsung masuk pada ruang-ruang dalam bangunan. Dalam gambar dibawah ini, ruang yang membutuhkan cahaya alami dalam jumlah banyak diletakan pada bagian bangunan terluar dan ruang yang membutuhkan pencahayaan alami yang lebih sedikit diletakan pada sisi dalam bangunan. Sedangkan ruang utilitas dan mechanical diletakan pada bagian bawah bangunan.



Gambar IV.2 Pencahayaan bangunan

Sumber : penulis

Dalam hal energi mandiri yang dibutuhkan bangunan, maka atap yang datar dan luas diperlukan untuk menaungi energi mandiri yang berupa solar panel dan turbin angin. Dengan bangunan yang lebar pada bagian atas, maka produksi energi mandiri dapat terpenuhi. Dalam hal ini bentuk atap bangunan yang melebar dimaksudkan sebagai sarana layout bagi solar panel.

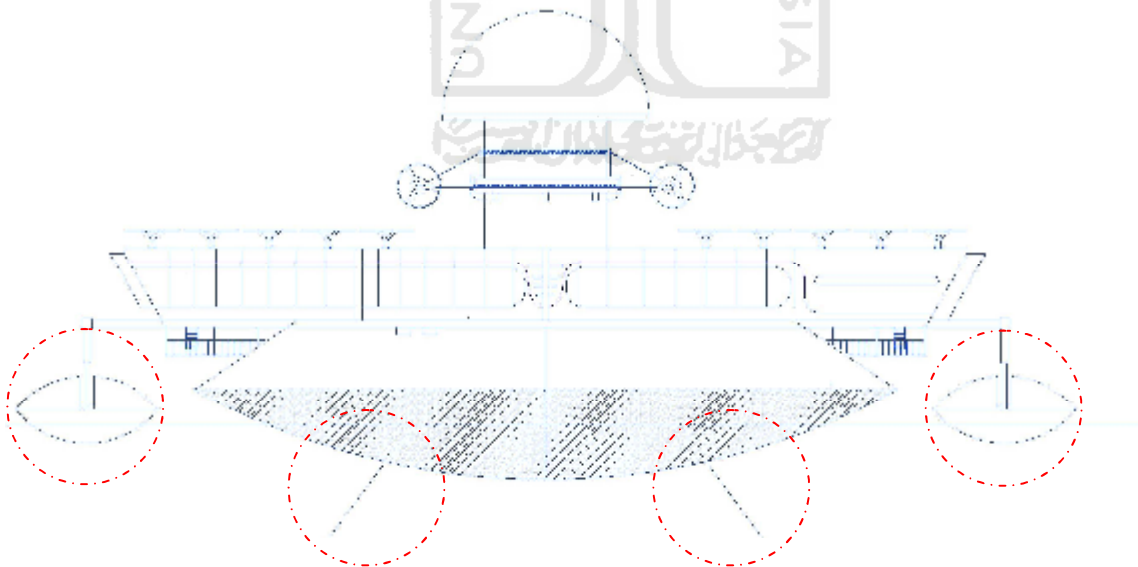
IV.2 Konsep Sistem Stabilisasi Observatorium

Stabilisasi bangunan adalah salah satu faktor yang penting dalam pengoptimalan fungsi bangunan Observatorium. Dikarenakan bangunan ini dapat bergerak sehingga dibutuhkan sistem

pondasi atau stabilisasi yang efektif dan efisien. Dibawah ini beberapa criteria perenenaan stabilisator:

- a. Bahan bangunan yang digunakan sebagai pondasi
- b. Keefektifitasan stabilisator (saat satu tempat ditinggalkan dalam kurun waktu beberapa bulan)

Dari dua criteria diatas, maka barulah kita mampu merencanakan jenis satabilisator pada bangunan ini. Penggunaan tali pengekuat akan meminimalisir penggunaan bahan bangunan jika menggunakan pondasi yang besar dan dalam, selain itu penggunaan tali pengekuat juga mampu meminimalisir efek terhadap kehidupan hayati dan lingkungan laut dibawahnya. Namun dalam pegamatan terhadap benda-benda astronomi, dibutuhkan bangunan yang mampu meminimalisir gerakan bangunan. Sehingga digunakan struktur tali yang menjadi salah satu pondasi bangunan agar tidak bergerak saat terjadi pengamatan. Bagian struktur tambahan pada kanan dan kiri bangunan digunakan sebagai struktur yang menahan gaya oling dari kapal saat berjalan dan saat tidak melakukan pengamatan.

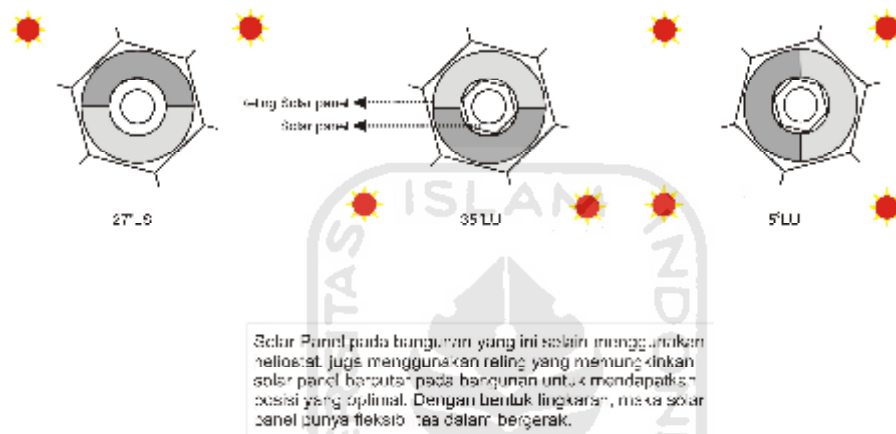


Gambar IV.3 Stabilisasi bangunan di air

Sumber : penulis

IV.3 Energi Mandiri “SOLAR PANEL DAN TURBIN ANGIN”

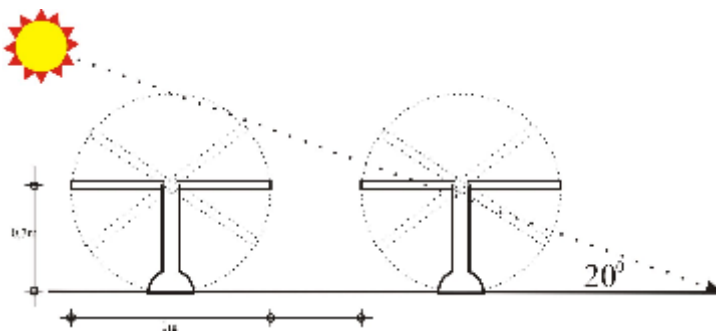
Pada bab-bab sebelumnya telah terumuskan bahwa penempatan pemanenan energy mandiri berada pada bagian atas bangunan, yang dimaksudkan agar tidak mengganggu pencahayaan dan fungsi ruang-ruang lain. Pada penempatan surya panel diposisikan agar tidak tertutupi bangunan Observatorium yang berada di bagian atas bangunan pula.



Gambar IV.4 Penempatan solar panel

Sumber : penulis

Dari gambar diatas, maka penggunaan roll pada surya panel mampu mengoptimalikan penangkapan cahaya matahari pada siang hari tanpa takut akan tertutupi bayangan Observatorium yang berada lebih tinggi daripada solar panel dan penggunaan atap datar mampu mengoptimalikan kinerja roll pada solar panel. Selain itu dengan menggunakan

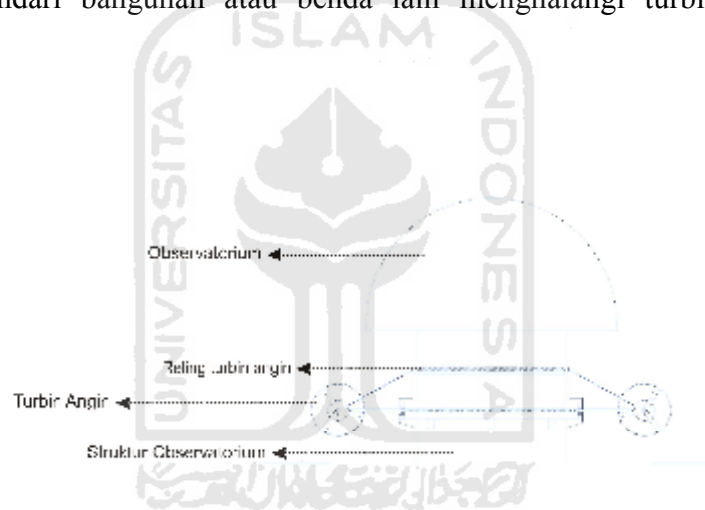


Gambar IV.5 Jarak antara solar panel

Sumber : penulis

Gambar diatas adalah gambar penempatan solar panel dilihat dari sisi samping. Jarak antara solar panel adalah 0,5 m dan tinggi solar panel sampai dasar adalah 0,7m. solar panel diposisikan melayang dikarenakan untuk member ruang pada solar panel dalam berotasi mencari sudut matahari yang datang dan jarak 0,5m antara solar panel dimaksudkan agar solar panel dapat mendapatkan posisi optimal saat matahari berada pada sudut yang rendah.

Dikarenakan turbin angin digunakan sebagai alternative pemanenan energi maka jumlah turbin angin yang digunakan adalah 2 buah pada bagian bawah observatorium. Turbin angin diposisikan pada bagian bawah observatorium dimaksudkan agar tidak mengganggu kinerja panel surya dan menghindari bangunan atau benda lain menghalangi turbin angin dalam menangkap arah angin.



Turbin angin diletakkan pada dasar atas bangunan agar tidak ada penghalang yang menghalangi turbin angin dalam menangkap arah angin. Turbin angin memiliki 2 sisi, yang pertama menangkap arah angin dan yang kedua adalah turbinnya itu sendiri.

Gambar IV.6 Penempatan turbin angin

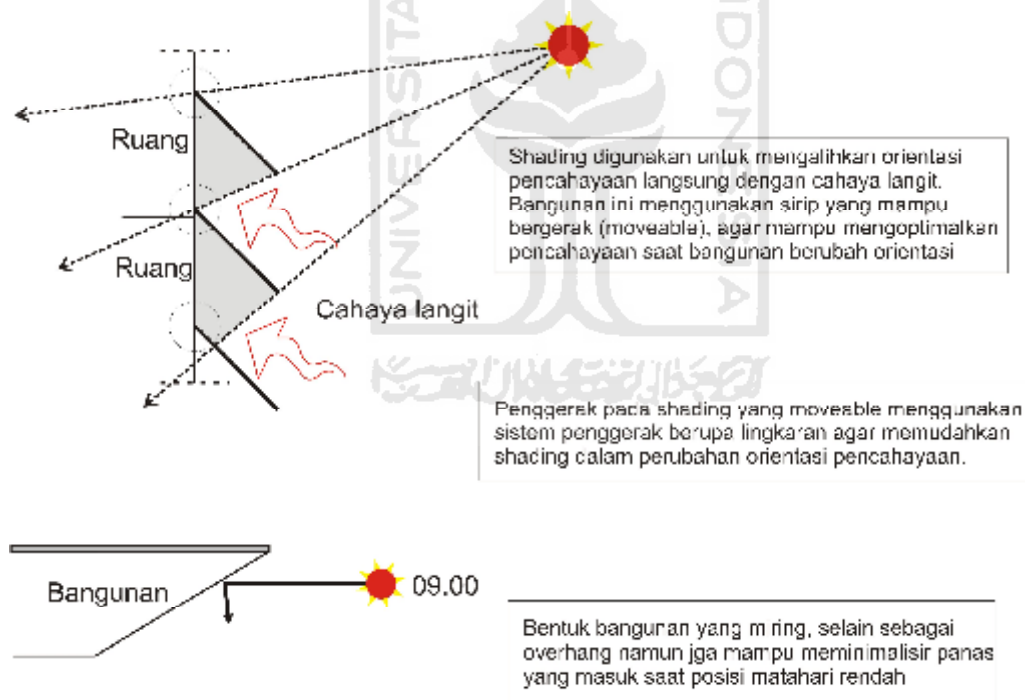
Sumber : penulis

IV.4 Pencahayaan Bangunan

Orientasi bangunan saat diam pada daerah Cyprus adalah memanjang dari barat daya dan timur laut, sedangkan pada daerah Marshall orientasi bangunan akan memanjang pada arah tenggara dan barat laut. Hal ini dikarenakan untuk meminimalisir panas matahari yang menyorot

bangunan secara langsung saat sudut matahari berada pada posisi terendah di kedua daerah tersebut.

Dalam hal pengontrolan terhadap cahaya matahari yang masuk ke dalam ruangan dalam bangunan, digunakan sirip. Sirip digunakan untuk mengalihkan orientasi sumber cahaya yang masuk ke dalam bangunan, dengan cara menutupi cahaya langsung yang masuk dan mengalihkan orientasi cahaya masuk berupa cahaya langit. Untuk meminimalisir cahaya yang masuk ke dalam bangunan di atas pukul 09.00, maka shading overhang yang digunakan adalah dengan menyatukan overhang dengan bangunan dengan memiringkan fasad. Selain berfungsi sebagai overhang, bentuk bangunan yang miring mampu memantulkan panas yang masuk ke dalam bangunan saat posisi matahari rendah, sedangkan pada sirip, digunakan sirip yang mampu bergerak.



Gambar IV.7 Pencahayaan bangunan

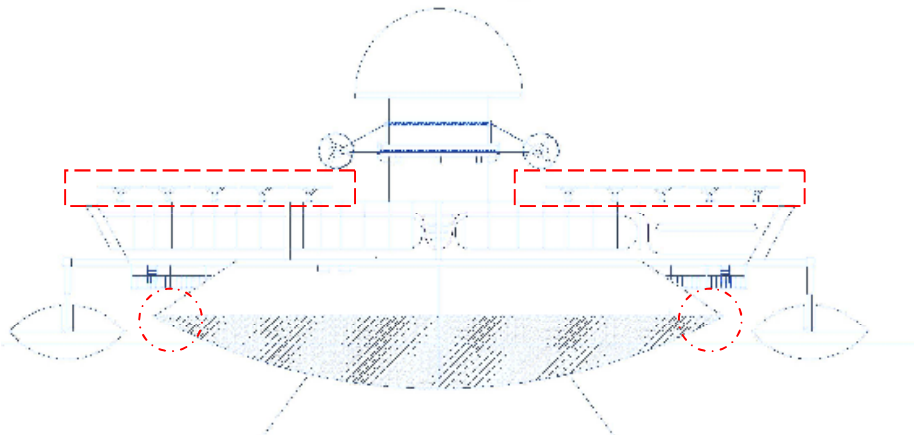
Sumber : penulis

BAB V

RANCANGAN

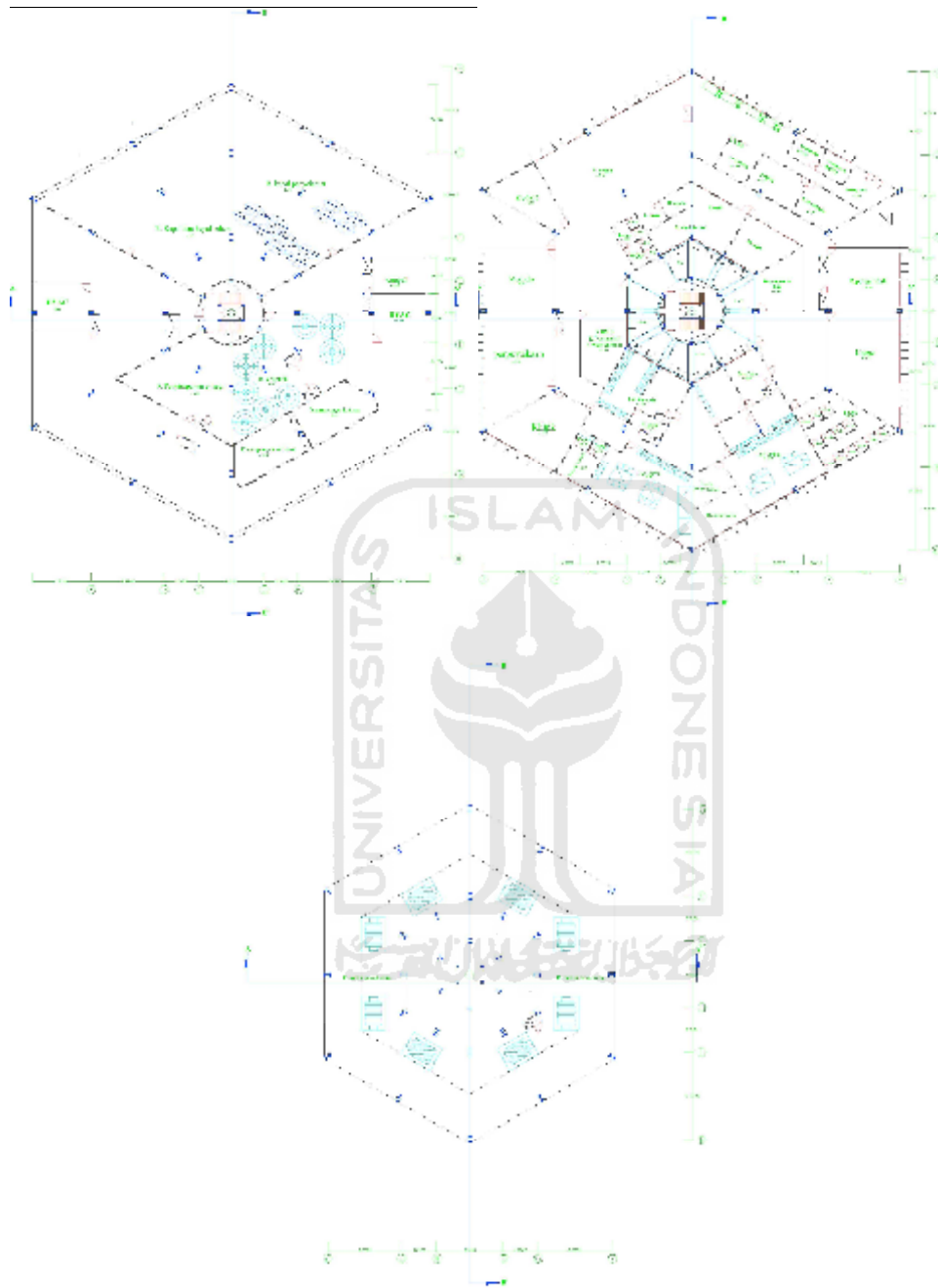
V.1 Bentuk Bangunan

Bentuk bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini, berdasarkan atas beberapa hal yaitu, pencahayaan, stabilitas dan pergerakan bangunan di air serta penempatan energi mandiri. Dalam hal pencahayaan bangunan, penulis berusaha mengoptimalkan pencahayaan alami pada ruang-ruang dalam bangunan. Sehingga bentuk bangunan harus bisa memposisikan ruang mendapatkan pencahayaan alami secara langsung. Namun dikarenakan bangunan mempunyai kemampuan bergerak di air, maka bentuk bangunan dengan banyak sudut mampu meminimalisir panas yang timbul akibat sorot matahari langsung pada bangunan. Dalam hal stabilitas dan pergerakan bangunan, maka bangunan penulis menggunakan prinsip kapal yaitu menggunakan rongga udara pada bagian bawah bangunan agar meningkatkan gaya apung dan menggunakan bentuk mengerucut pada bagian depan agar pergerakan kapal tidak terganggu oleh hantaman air laut. Pada penempatan energi bangunan, maka bangunan yang memaksimalkan solar panel sebagai sistem penghasil energi pada bangunan, menggunakan atap yang lebar sebagai ruang bagi layout solar panel.



Gambar V.1 Bentuk bangunan

Sumber : pemikiran penulis

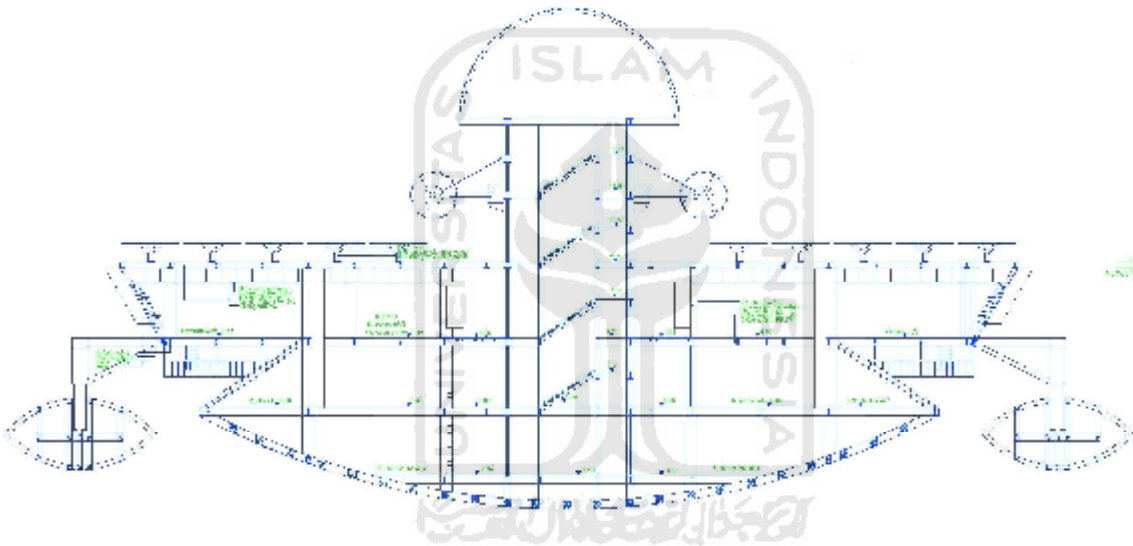


Gambar V.2 Denah bangunan

Sumber : pemikiran penulis

V.2 Sistem Stabilisasi Observatorium

Stabilisasi pada bangunan ini menggunakan dua sistem yaitu tali pengekang dan pegas pada bagian sisi samping bangunan. Tali pengekang digunakan bangunan, sebagai sistem stabilisasi saat bangunan diam pada suatu daerah dan digunakan sebagai jangkar agar bangunan berada pada posisi yang optimal saat terjadi pengamatan akan benda-benda astronomi. Sedangkan sistem pegas digunakan bangunan sebagai sistem yang menjaga bangunan dari oling, yang disebabkan oleh gerak gelombang .



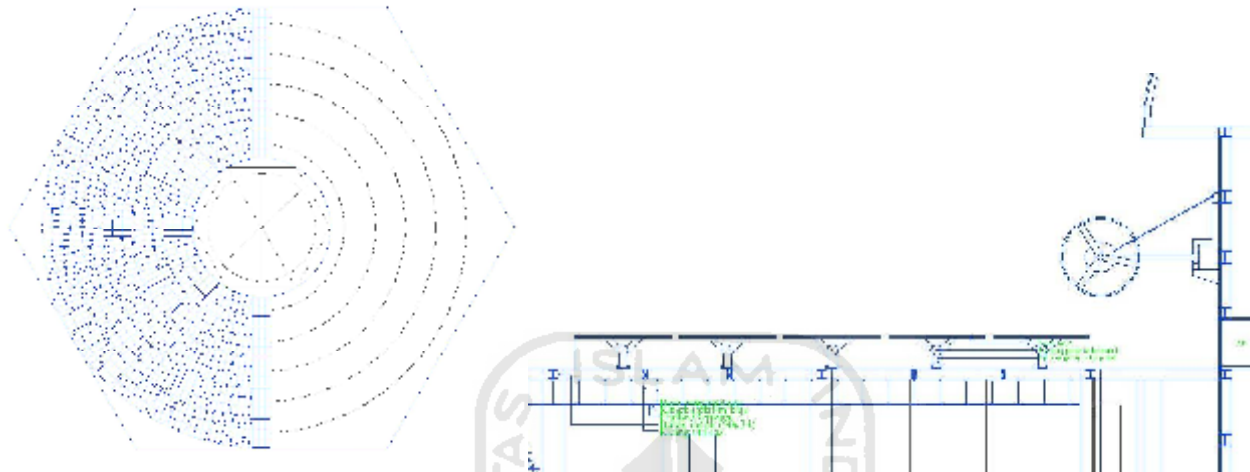
Gambar V.3 Sistem stabilisasi

Sumber : pemikiran penulis

V.3 Energi Mandiri

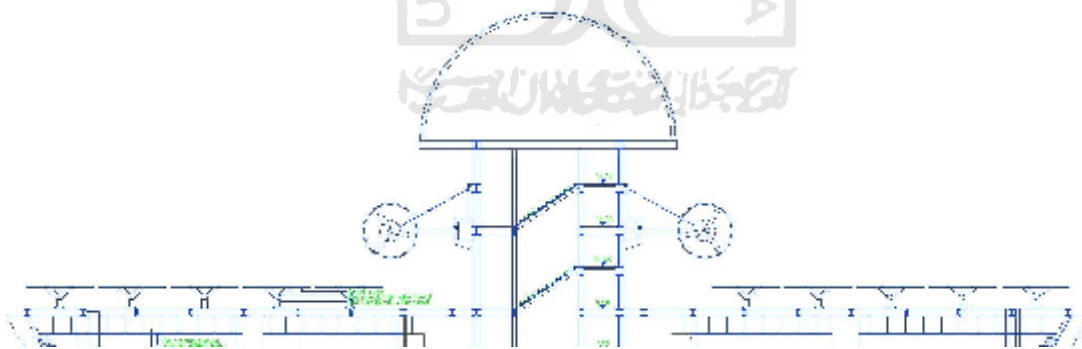
Energi alami yang dimanfaatkan bangunan adalah energi matahari dan energi angin. Pada bangunan Observatorium astronomi dan Laboratorium kelautan ini, orientasi arah datang matahari selalu berubah-ubah dikarenakan bangunan mampu berpindah dari satu daerah ke daerah yang lain. Sehingga untuk mengoptimalkan pemanenan energi matahari digunakan

heliostat dan sistem rol. Sedangkan turbin angin diposisikan diatas solar panel agar optimalisasi kedua sistem tidak saling terganggu.



Gambar V.4 Sistem pada solar panel

Sumber : pemikiran penulis

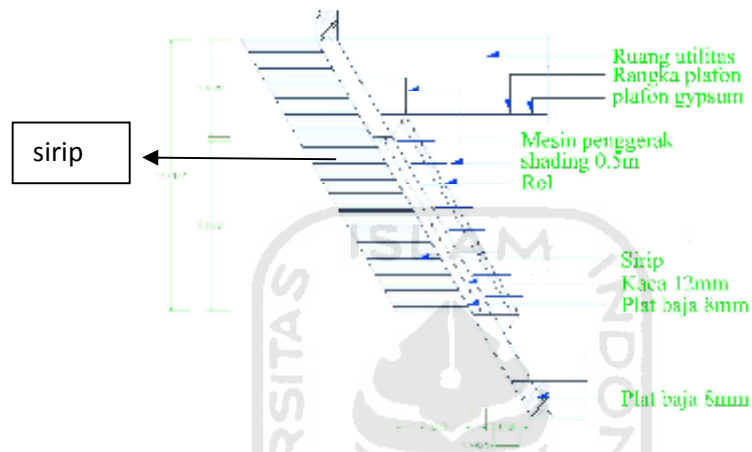


Gambar V.5 Sistem pada turbin angin

Sumber : pemikiran penulis

V.4 Pencahayaan Bangunan

Sistem rekayasa pencahayaan bangunan menggunakan peneduh/ shading berupa sirip dan overhang. Sistem shading yang moveable diambil karena bangunan mempunyai kemampuan bergerak dan berpindah pada satu daerah ke daerah lain.



Gambar V.6 Sistem shading pada bangunan

Sumber : pemikiran penulis

BAB VI

REFLEKSI

- 1) Fokus pengambilan latar belakang, lebih dipertegas
Revisi : dijelaskan pada halaman 1-7, bab I
- 2) Karakteristik ruang yang berhubungan dengan kebutuhan pencahayaan alami harus dilengkapi agar analisa dan pengambilan keputusannya lebih jelas.
Revisi : dijelaskan pada halaman 16,18-19, 22-24, bab II
- 3) Reaksi bangunan akan perbedaan intensitas pencahayaan pada bagian bumi di daerah equator dan bagian bumi yang jauh dari daerah equator, dideskripsikan dalam kajian pustaka.
Revisi : dijelaskan pada halaman 28, bab II.4.1
- 4) Kurang terperinci antara jumlah kebutuhan daya pada bangunan dan energi yang dihasilkan panel surya dan turbin angin
Revisi : dijelaskan pada halaman 39, bab II.4.6 serta analisis pada halaman 69, bab III.3.1
- 5) Ketersediaan energi sebagai pasokan bagi pencahayaan buatan dijabarkan dalam kajian, untuk memutuskan jumlah energi mandiri yang akan digunakan bangunan.
Revisi : dijelaskan pada halaman 39, bab II.4.6
- 6) Penetapan iluminasi yang dibutuhkan pada ruang laboratorium lebih diperinci.
Revisi: dijelaskan pada halaman 44, bab II.5.1
- 7) Pengambilan keputusan tentang sampel tempat yang dijadikan salah satu acuan posisi bangunan saat diam, harus dijelaskan.
Revisi : dijelaskan pada halaman 51, bab II.5.3
- 8) Acuan perencanaan arsitektural bangunan air pada koordinat selatan, dijelaskan.
Revisi : dijelaskan pada halaman 51, bab II.5.3
- 9) Penjelasan tentang pengambilan keputusan bahan yang digunakan pada bangunan ini harus dijelaskan.
Revisi : dijelaskan pada halaman 55, bab II.6.2

- 10) Agar pengambilan keputusan akan konsep jelas, maka penjelasan pergerakan kapal dideskripsikan.

Revisi : dijelaskan pada halaman 57-58, bab II.6.3

- 11) Penekanan analisis ruang yang didasari oleh pencahayaan alami dideskripsikan, agar batasan analisis ruangnya lebih jelas.

Revisi : dijelaskan pada halaman 65, bab III.1.4

- 12) Kebutuhan bukaan bagi pencahayaan ruang dilengkapi dengan pengujian.

Revisi : dijelaskan pada halaman 80, bab III.4.2

- 13) Untuk mengatasi gerakan surging, swaying dan heaving, maka analisis struktur tambahan harus dilengkapi.

Revisi : dijelaskan pada halaman 82-84, bab III.5.2

- 14) Pada bagian bangunan atas, pasokan pencahayaan alami ruang-ruang bagian dalam kurang. Sehingga dibutuhkan perencanaan bentuk bangunan observatorium agar pencahayaan alami dapat masuk pada bagian dalam bangunan tanpa tertutupi bayangan dari bangunan observatorium.

- 15) Bahan bangunan yang digunakan, disesuaikan dengan gambar kerja.

Revisi : dilengkapi pada gambar kerja

DAFTAR PUSTAKA

Berdasarkan literature :

Dimensi teknik arsitektur vol.28, no.1, Juli 2000:1-7

Martono, *Karakteristik dan variabilitas bulanan angin permukaan di perairan samudra Hindia, Sumatra Barat, 2009*

Erinst Neufert, *Data Arsitek*, Erlangga, Jakarta

Judistira Aria dan Lina Aviyanti, “*Kebijakan penanganan polusi cahaya*”, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, hal.1,2

Lechner Nobert, *Heating, cooling, lighting*, 2007

Mutiawati Mandaka, 2003. *Observatorium Astronomi Lembang*, Tugas akhir, Jawa Barat

Satmiko Prastowo, *Arsitektur Sadar Energi. Pemanfaatan computer dan internet untuk merancang bangunan ramah lingkungan*, andi Yogyakarta, 2005

Berdasarkan website :

www.ardyprasetyo.wordpress.com

www.bloghblog.com

www.ccintonline.com

www.cintailautindonesia.blogspot.com

www.gaisima.com

www.goblue.or.id

www.iniunik.web.id

www.kamusbesar.com

www.lontar.ui.ac.id

www.my-ecowind.com

www.politik.kompasiana.com

www.panelsurya.com

