

## **BAB 3**

### **ANALISIS DAN PEMROGRAMANAN ARSITEKTUR**

#### **3.1 Esensi Fungsi Bangunan**

*Lunar exploration base* memiliki karakteristik sebagai fungsi bangunan hunian dan juga observasi penelitian di Bulan. Melihat pada isu tentang perlombaan dalam pertambangan di Bulan (*New Space Race*), sehingga *lunar base* juga akan menjadi bagian awal dari eksplorasi tambang di Bulan. Selain itu terdapat fasilitas untuk mendukung kegiatan khusus terutama penelitian di permukaan Bulan. Dengan pendekatan holistik untuk perencanaan pengembangan Bulan, yaitu dengan berpusat pada kebutuhan sistem tempat tinggal yang dirancang sebagai lingkungan ruang adaptif untuk memungkinkan operasi permukaan yang serbaguna.

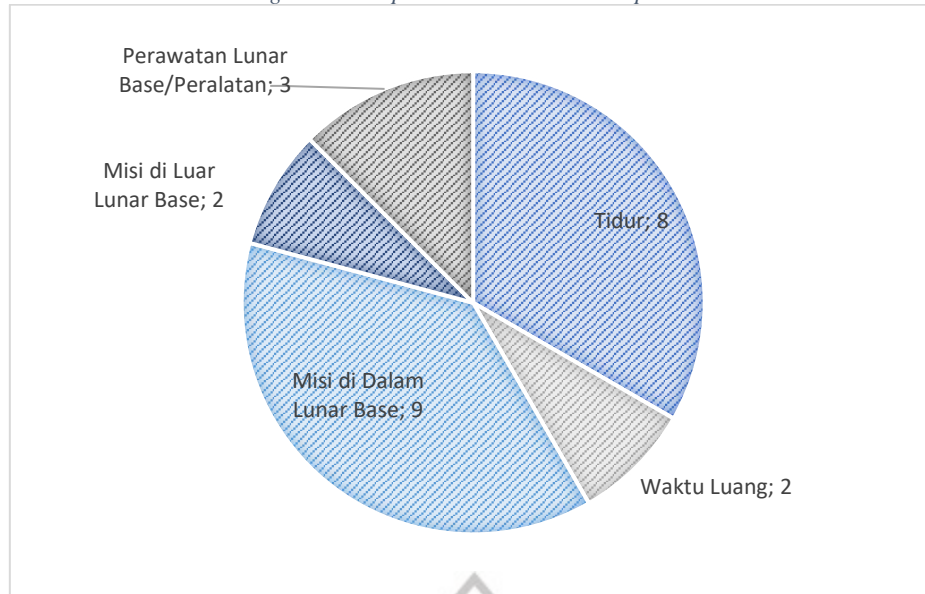
Sehingga dalam arsitektur Bulan nantinya akan mempelajari pemanfaatan material lokal setempat (ISRU) terutama pada debu Bulan/*regolith* yang dapat berpengaruh dalam pembentukan massa *lunar base* yang ideal dan aman dari faktor lingkungan di permukaan Bulan, sehingga sangat berguna jika terjadi hal inflasi dan penyebaran habitat nantinya.

#### **3.2 Analisis Kebutuhan Ruang**

##### **3.2.1 Studi Aktivitas**

Misi program Artemis yaitu mengirim kembali manusia ke permukaan Bulan (yang terakhir pada tahun 1972 dalam misi Apollo 17), NASA akan mengirimkan empat orang pertama dalam misi tersebut sebagai awal mula (National Aeronautics and Space Administration, 2020), akan tetapi secara berkelanjutan para agensi kedirgantaraan yang tergabung dalam misi Artemis dapat mengirimkan para kru hingga 12 orang sekaligus (Cunis, et al., 2014). Dalam kegiatan sehari-hari/rutinitas harian para kru di Bulan memiliki rencana kerja yang sama seperti para pekerja di Bumi. Dengan standar waktu kerja 9-11 jam sehari dan waktu istirahat/tidur selama 8 jam, dan 2 jam waktu luang dapat digunakan untuk kegiatan pribadi/kelompok seperti Tidur, MCK, melakukan komunikasi dengan orang di Bumi, Olahraga, dan Memeriksa Kesehatan. Durasi misi tiap kru adalah 6-8 bulan tergantung dari agensi kedirgantaraan internasional yang mengirim para kru.

Diagram 10 Proporsi Rutinitas Hari Kru per Jam



Pengguna dalam *Lunar base* dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan keahlian masing-masing kru, pembagian tersebut antara lain ialah:

- Kru Astronautika,  
Para kru astronautika akan di kirim sebagai bagian dari pemasangan instalasi dan pengoperasian *Lunar base*, para kru ini akan menjadi bagian penting untuk melakukan misi instalasi modul *lunar base* dan juga pengambilan suplai baik makanan maupun barang untuk para kru lainnya dari roket yang di kirim, selain itu mereka juga akan melakukan penjelajahan terhadap wilayah-wilayah lain diluar kawasan *lunar base* dengan menggunakan kendaraan Bulan/*Rover*. Selain itu terdapat beberapa kegiatan lain dari para kru astronautika seperti melakukan observasi ruang angkasa, melakukan uji volatil dan ekskavasi permukaan Bulan, pemasangan *solar array* untuk pasokan listrik, pengecekan sumber daya untuk *lunar base*, perawatan terhadap kendaraan Bulan (*Moon Vehicle*), dan juga perawatan terhadap Roket dan *Lunar base*.
- Kru Peneliti,  
Terdiri dari beberapa bagian keahlian seperti ahli biologi, fisika dan keahlian lain yang mendukung misi Artemis. Para kru peneliti akan melakukan penelitian terhadap beberapa bidang ilmu pengetahuan untuk kepentingan umat manusia di Bumi dan terhadap ilmu pengetahuan secara umum, mereka akan membutuhkan ruang-ruang khusus seperti laboratorium dan modul penelitian khusus. Untuk aktivitas para kru peneliti dibedakan berdasarkan jenis penelitian dan eksperimen yang akan dilakukan.

- Bidang Biologi dan Bioteknologi,  
Pada bidang biologi dan bioteknologi memiliki aktivitas diantaranya pengambilan sampel/bahan penelitian, melakukan uji sampel/eksperimen, peletakan hasil ekperimen ke dalam ISPR, melakukan dokumentasi dan publikasi terhadap penelitian, dan pembersihan alat. Selain itu juga terdapat penelitian terhadap cara memproduksi makanan dari tanaman yang di tanam (agrikultur), dengan aktivitas diantaranya seperti pengambilan sampel tanaman dan juga tanah, melakukan penanaman, pengecekan pertumbuhan dan nutrisi pada tanaman, pemanenan dan penyimpanan hasil panen.
- Bidang Fisika,  
Kru peneliti dalam bidang fisika memiliki aktivitas diantaranya pengambilan sampel/bahan, uji sampel/ekperimen, penempatan eksperimen baik di ISPR maupun di luar modul laboratorium, melakukan dokumentasi dan publikasi terhadap hasil penelitian, dan melakukan pembersihan alat.
- Bidang Fisik/Fisiologi Manusia,  
Para kru peneliti dibidang fisik/fisiologi manusia akan melakukan aktivitas yang berkaitan dengan kondisi tubuh manusia akibat dari kondisi lingkungan di Bulan, aktivitas tersebut diantara lain seperti melakukan uji nutrisi dan imun para kru dan melakukan tes fisiologi otot dan tulang para kru.
- Bidang Material Sumber Daya,  
Kru peneliti dibidang material sumber daya alam di Bulan akan melakukan penelitian yang bersifat di luar ruang dan juga di dalam ruang khusus, sehingga setiap peneliti dibidang ini sangat sering menggunakan baju angkasawan untuk melakukan aktivitas mereka di luar seperti para kru astronautika, aktivitas para kru meliputi ekskavasi lapisan permukaan Bulan, uji ekperimen elemen/unsur, dan pengolahan material.
- Kru Teknisi  
Merupakan para kru yang akan ditugaskan sebagai bagian untuk pengoperasian dan pemeliharaan teknologi di dalam *Lunar base*, terdiri dari

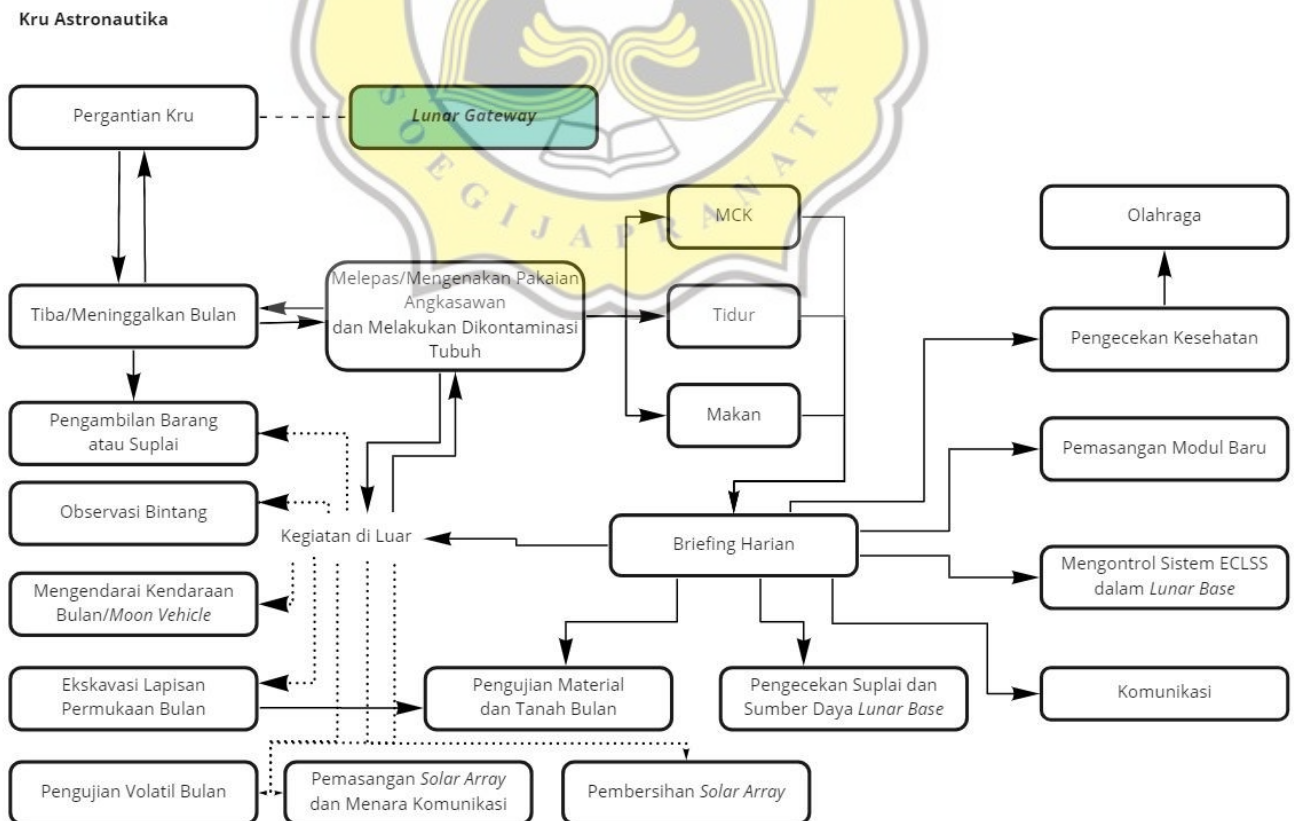
beberapa bidang ilmu seperti teknik mesin, teknik elektro dan komputer, teknik sistem, dan teknik penerbangan dan kedirgantaraan. Para kru teknisi selebihnya juga mendapatkan misi mereka masing-masing seperti melakukan penelitian terhadap teknologi untuk dikembangkan di permukaan Bulan. Aktivitas para kru teknisi diantaranya seperti melakukan instalasi/pemasangan terhadap *lunar base*, pemasangan peralatan dan rak ISPR, melakukan perawatan terhadap airlock modul, pembersihan dan perbaikan baju angkasawan, pembersihan Solar Array, pengecekan kapasitas sumber daya *lunar base*, pemasangan modul sambungan (Node), melakukan pembersihan saluran udara modul dan ECLSS.

### 3.2.2 Alur Kegiatan

Berdasarkan analisis kegiatan yang dilakukan oleh para kru, dapat dijabarkan menjadi sebuah alur kegiatan yang dibagi berdasarkan pengelompokkan pengguna dari *Lunar Exploration Base*.

#### 1. Kru Astronautika

Diagram 11 Alur Kegiatan – Kru Astronautik  
Sumber: Analisa Pribadi

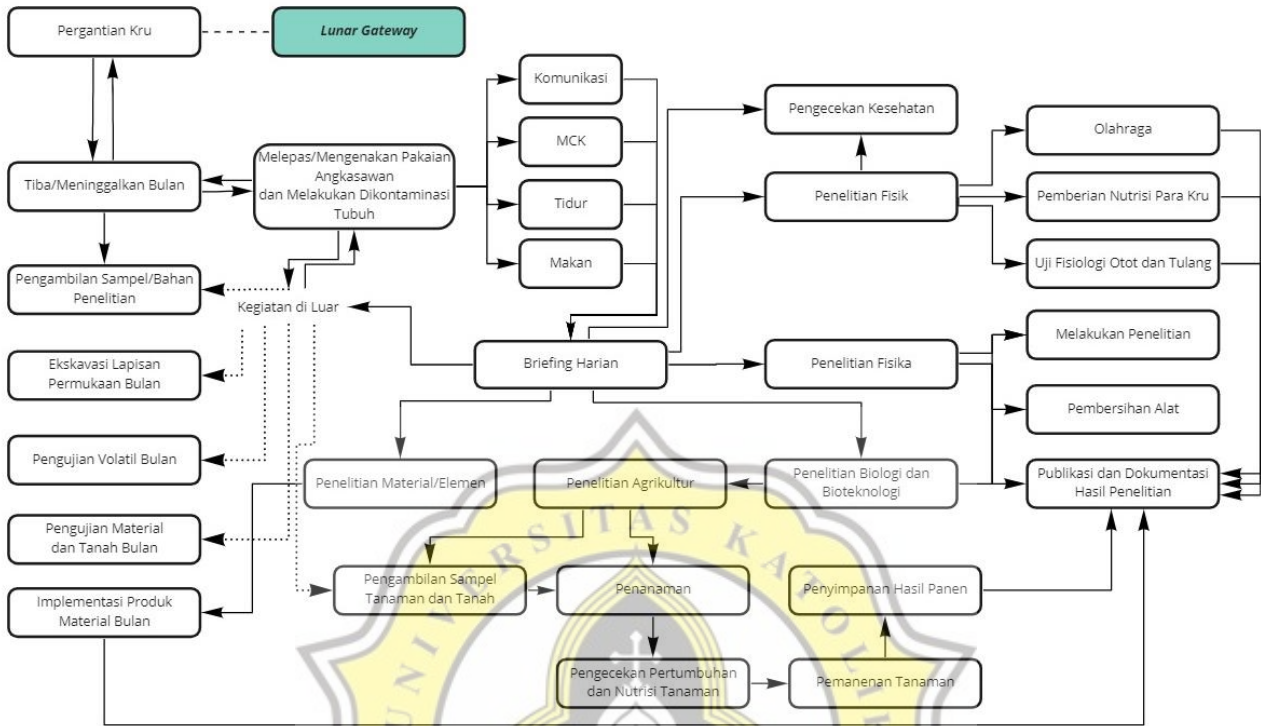




## 2. Kru Peneliti

Diagram 12 Alur Kegiatan – Kru Peneliti  
Sumber: Analisa Pribadi

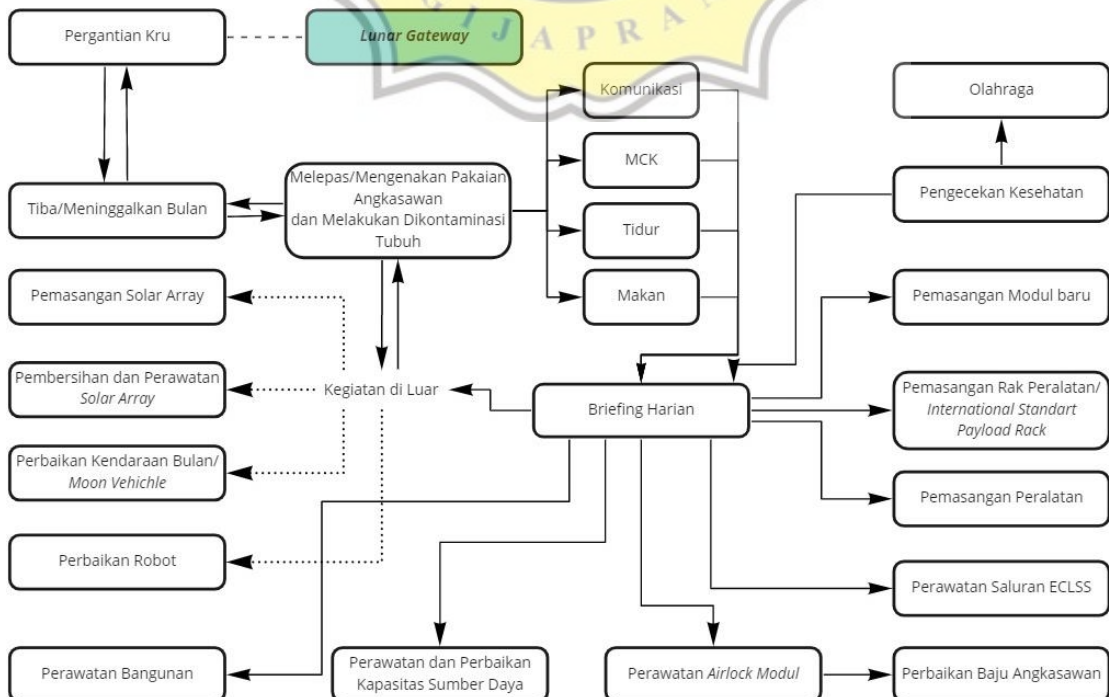
Kru Peneliti



## 3. Kru Teknisi

Diagram 13 Alur Kegiatan – Kru Teknisi  
Sumber: Analisa Pribadi

Kru Teknisi



### 3.2.3 Jenis Ruang

Terdapat tiga jenis ruang/area yang dibedakan berdasarkan tingkat kebutuhan dan kegiatan yang akan dilakukan pada ruang-ruang tersebut diantaranya:

#### 1. Airlock Modul

Pada bagian airlock modul terdiri dari beberapa ruang baik sebagai penyekat tekanan udara dan juga untuk tempat pemakaian baju angkasawan/*spacesuit*. Terdiri dari beberapa ruang yaitu:

- *Airlock Area*
- *Spacesuit Area*
- *Spacesuit Repair Area*
- Dekontaminasi Area

#### 2. Modul Fungsional/Habitat

Merupakan modul yang digunakan untuk berbagai kegiatan baik individual maupun kelompok kru dalam *Lunar Base* dan juga sebagai tempat tinggal. Modul fungsional juga terdapat sistem ECLSS dan juga CHeCS. Terdiri dari beberapa ruang yaitu:

- Ruang Berkumpul
- Area Fisik/Kebugaran
- Area Kesehatan (*Crew Health Care System*)
- Area Dokumentasi (*Cupola*)
- Area Komunikasi
- Area Kontrol
- Area Tidur
- Dapur
- Toilet (*Waste and Hygiene Compartment*)
- Area *Environmental Control and Life Support System*
- Kapsul Limbah/*Trash Airlock*

#### 3. Modul Laboratorium

Merupakan modul yang fungsikan untuk melakukan penelitian/eksperimen oleh para kru peneliti, terdapat beberapa jenis modul laboratorium berdasarkan kegiatan yang dilakukan para kru, seperti:

- Modul Laboratorium Biologis
- Modul Laboratorium Fisika

- Modul Laboratorium Material
- Modul Agrikultur

Kebutuhan ruang tiap laboratorium untuk memenuhi aktivitas para kru peneliti diantaranya:

- *Storage*
- Area Eksperimen/Penelitian
- Area Pembersihan
- *Waste Management Comparartment*

- Modul Laboratorium Fisik (CHeCS)

Dalam modul laboratorium fisik membutuhkan ruang-ruang yang bersifat umum karena dapat digunakan oleh seluruh kru.

- *Ruang Health Maintenance System/Crew Medical Restraint System*

#### 4. Ruang Penyambung Modul/Node

Merupakan sebuah ruang yang menghubungkan antara modul-modul lain dalam *Lunar base*. Node dapat difungsikan sebagai area untuk pertukaran udara di dalam bangunan sehingga sirkulasi dalam bangunan dapat mencakup berbagai area dan juga regenerasi udara tersebut dapat lebih optimal.

#### 5. Modul Servis

Merupakan modul yang difungsikan sebagai untuk kegiatan servis dalam *lunar base*, terdiri dari beberapa ruang diantaranya:

- Ruang Tenaga dan Sumber daya
- Ruang Suplai
- *Storage*
- Kapsul Darurat
- Hanggar Kendaraan

### 3.2.4 Sifat Ruang

#### 3.2.4.1 Privat

Sifat ruang privat digunakan para kru untuk melakukan aktivitas pribadi seperti mandi, BAB/BAK, tidur. Pengelompokan ruang privat diantaranya: Ruang Tidur, Toilet dan Ruang Komunikasi Personal.

#### 3.2.4.2 Publik

Sifat ruang publik difungsikan sebagai ruangan yang digunakan para kru secara bersamaan dan bersifat umum dan memiliki kapasitas lebih dalam satu ruangan untuk

beberapa kru. Pengelompokan ruang publik diantaranya: *Airlock Modul*, Ruang Berkumpul, Ruang Fisik dan Kebugaran, Dapur, Laboratorium, Kapsul Darurat, *Node* dan Selasar, Observatorium, Area Komunikasi, *Cupola*.

#### 3.2.4.3 Servis

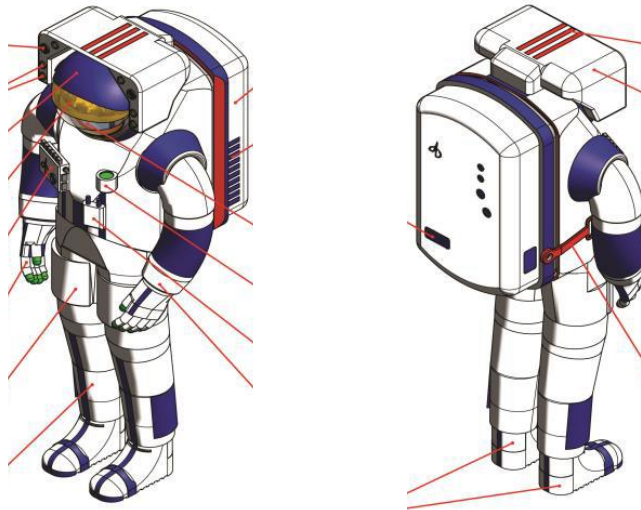
Sifat ruang servis difungsikan sebagai ruangan yang digunakan untuk melayani/mendukung kegiatan lain, seperti kegiatan pengambilan barang penelitian, perawatan peralatan, penyambungan modul. Pengelompokan ruang servis diantaranya: Ruang Tenaga dan Sumber daya, *Waste Management Compartment*, Area Perbaikan Baju Angkasawan, Dekontaminasi Area, *Storage*, Hanggar, Ruang Daya Listrik, Kapsul Limbah/*Trash Airlock*, Ruang *Environmental Control and Life Support System*.

#### 3.2.5 Persyaratan Ruang

Dalam persyaratan ruang dalam *Lunar base* memiliki beberapa standar dalam pengaturan ruang untuk memberi rasa aman dan nyaman terhadap para kru, beberapa standar tersebut diambil dari hunian dan laboratorium ruang angkasa yang masih aktif saat ini yaitu *International Space Station*, mengambil beberapa aspek penting dari ruang-ruang yang telah terbentuk di ISS.

- Airlock Modul
  - Airlock modul membutuhkan sebuah rasio luas minimal 4 m<sup>2</sup>/orang astronot jika tidak mengenakan baju angkasawan (*spacesuit*) dan luas sirkulasi 9 m<sup>2</sup>/orang astronot yang mengenakan baju angkasawan.
  - Membutuhkan pencahayaan buatan yang terang (standar ruang utilitas 300 lux).
  - Keamanan sangat tinggi untuk saluran udara sebagai penstabil tekanan di airlock modul dan habitat modul.
  - Terhubung dengan ECLSS dan pengatur temperatur ruangan untuk memberikan kenyamanan para kru di ruang tersebut.
- *Spacesuit & Repair Area*
  - Dimensi khusus untuk ukuran baju angkasawan dan peletakan baju angkasawan. Untuk dimensi baju angkasawan memiliki tinggi 1,95 m dengan kebutuhan sirkulasi 9 m<sup>2</sup>.

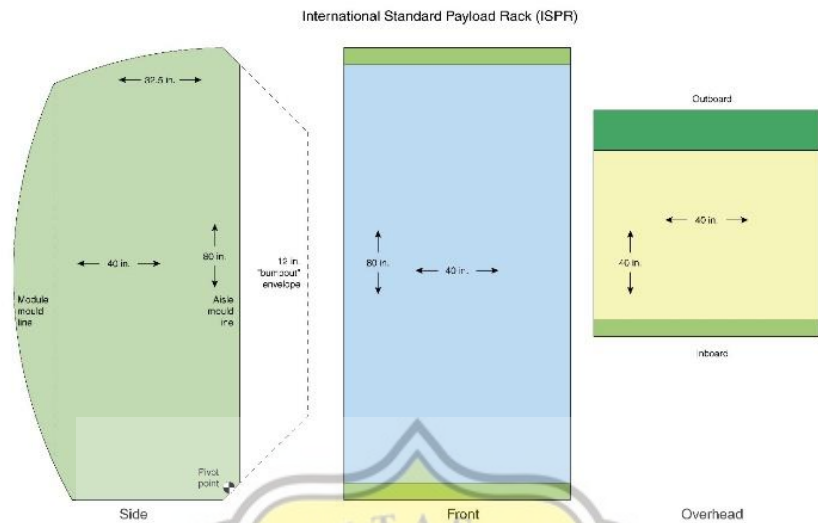




Gambar 36 Spacesuit Misi Program Artemis  
 Sumber: (Degtyarev, et al., 2018)

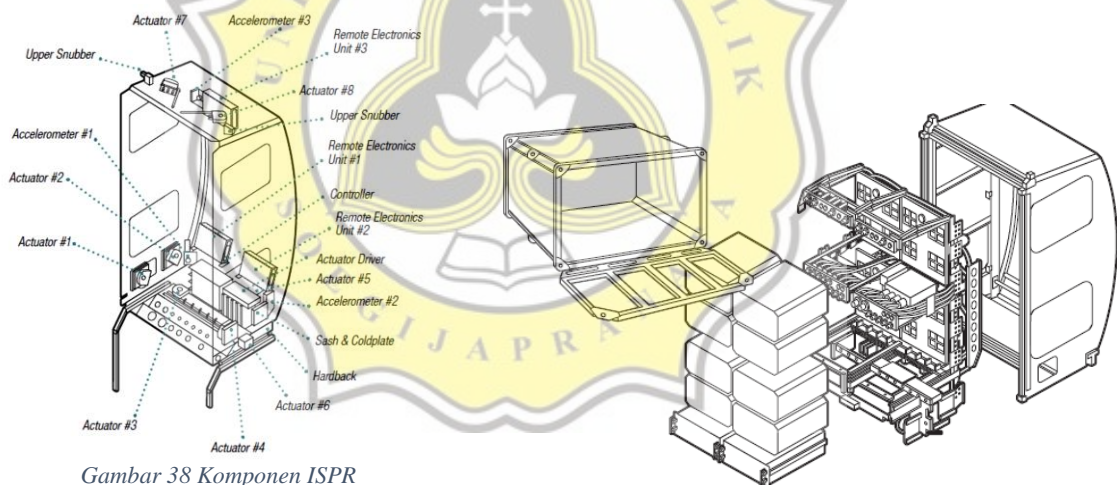
- Pencahayaan standar dengan kecerahan 300 lux seperti pada *airlock area*.
- Terdapat rak penyimpanan peralatan dan onderdil untuk perbaikan baju angkasawan
- Dekontaminasi Area
  - Sirkulasi udara pada ruang dekontaminasi harus selalu lancar dan diperbarui untuk menghilangkan bakteri dan partikel debu pada para kru dari luar *lunar base*.
  - Pencahayaan standar dengan kecerahan 300 lux.
- Modul Habitat
  - Memiliki pengatur tekanan udara dan sirkulasi udara dalam ruangan.
  - Memiliki sistem pemadam kebakaran dengan memutus tekanan udara otomatis pada modul.
  - Membutuhkan pencahayaan sebesar 300 lux.
  - Lapisan struktur pelindung modul tertutup dan aman dari masalah fisika lingkungan di Bulan seperti radiasi dan meteorit.
  - Terdapat rak peralatan (ISPR) untuk menunjang aktivitas di dalam ruangan.
  - Kebutuhan untuk jaringan dan peralatan komunikasi dan dokumentasi kegiatan di dalam habitat modul.

- Terdapat modul-modul ruang khusus pada habitat modul dengan standar seperti *international space station*.
  - *International Standard Payload Rack (ISPR)*



Gambar 37 Dimensi International Standard Payload Rack (ISPR)

Sumber: [International Standard Payload Rack volume : NASA/Marshall Space Flight Center : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive](#)

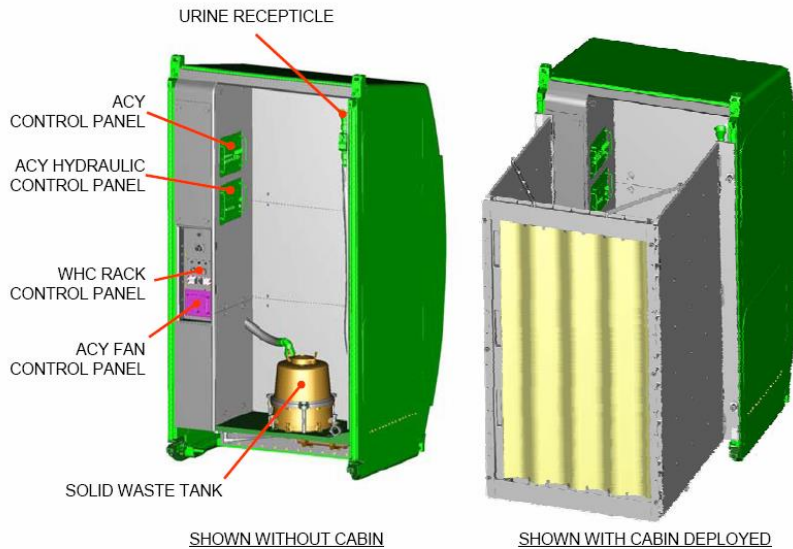


Gambar 38 Komponen ISPR

Sumber: (National Aeronautics and Space Administration, 2015)

Sumber: (National Aeronautics and Space Administration, 2015)

- Modul *Waste and Hygiene Compartment (WHC)*  
Memiliki dimensi modul sama dengan ISPR dengan ketinggian 203 cm, panjang dan lebar 101,6 cm.



Gambar 40 Modul Waste and Hygiene Compartment  
 Sumber: (Link & Balistreri, 2008)



Gambar 41 Modul WHC Misi STS-126  
 Sumber: [This photo shows the waste and hygiene compartment that will be delivered to the International Space Station on the STS-126 mission. — Google Arts & Culture](#)

- Area *Environmental Control and Life Support System*
  - Dimensi dari peralatan *environmental control and life support system/ECLSS* yang memiliki standar seperti yang digunakan di *International space station*.
  - Berada di area yang terjangkau dari tangki dan penyimpanan yang berada di servis modul.
  - Dekat dengan area toilet atau *waste and hygiene compartment*.
  - Terdapat saluran penyedotan udara untuk di proses di ECLSS.
- Modul Laboratorium
  - Sirkulasi udara dalam ruangan yang selalu dimenghasilkan udara segar untuk menghindari terjadinya kontaminasi udara yang berdampak buruk pada para kru peneliti.
  - Kebutuhan pencahayaan dalam modul laboratorium sebesar 400-500 lux.
  - Penggunaan material khusus yang transparan seperti kaca pada modul agrikultur untuk membantu memperoleh sinar ultraviolet dari matahari secara langsung.
  - Tersedia area dekontaminasi

- Modul Penyambung
  - Memiliki material yang aman terhadap tekanan udara dan terlapisi dengan material lain untuk menghindari terjadinya kebocoran tekanan udara terutama pada area sambungan.

### 3.3 Dimensi dan Skala Ruang

#### 3.3.1 Ruang Dalam (Indoor)

Dimensi ruang pada *Lunar exploration base* didasarkan pada analisis ruang yang telah menjadi standar dan juga berdasarkan analisis pribadi dari hasil temuan studi preseden dan studi kegiatan. Selain itu dalam menentukan besaran sirkulasi mengacu pada *Time Saver Standard* (Chiara & Callender, 1987) diantaranya:

- 5% - 10% : Standar Minimum Sirkulasi
- 20% : Standar Kebutuhan Keleluasaan Sirkulasi
- 30% : Tuntutan Kenyamanan Fisik
- 40% : Tuntutan Kenyamanan Psikologis
- 50% : Tuntutan Kegiatan Spesifik
- 70% - 100% : Tuntutan Kegiatan Banyak

Tabel 3 Daftar Sumber Acuan Dimensi Ruang Dalam

No	Notasi	Keterangan	Sumber
1	ISS	Standar pada <i>International Space Station</i>	(National Aeronautics and Space Administration, 2015)
2	MCLH	<i>Minimal Configuration Lunar Habitat</i>	(Degtyarev, et al., 2018)
3	AP	Analisis Pribadi	

Tabel 4 Dimensi Ruang Dalam

	Nama Ruang	Kapasitas	Jumlah	Luas	Analisa	Sumber	Total (m <sup>2</sup> )
<b>Airlock Modul</b>							
1	<i>Airlock Area</i>	6	2	46	Terlampir	ISS; MCLH	92
2	<i>Spacesuit and Repair Area</i>	10	2	255	Terlampir	ISS; MCLH	510
4	Dekontaminasi Area	10	2	39	Terlampir	AP	78
Total							680
<b>Habitat Modul</b>							
1	Ruang Berkumpul	12	1	21	Terlampir	AP	21
4	Area Dokumentasi	4	1	30	Terlampir	ISS	30



5	Area Komunikasi	6	1	10	Terlampir	ISS	10
6	Area Tidur	12	1	24	Terlampir	MCLH	24
7	Dapur	12	1	6	Terlampir	MCLH	6
8	Area Kontrol	4	1	25	Terlampir	ISS	25
9	<i>Area Environmental Control and Life Support System</i>	4	1	7	Terlampir	ISS	7
10	<i>Toilet &amp; Waste Management Compartment</i>	2	1	12	Terlampir	ISS	12
11	Kapsul Limbah	2	1	6	Terlampir	ISS	6
Total							141
<b>Modul Penyambung/Node</b>							
1	Selasar	6	1	5	Terlampir	AP	5
Total							5
<b>Modul Laboratorium</b>							
<b>Laboratorium Biologis</b>							
1	Area Eksperimen	6	1	61	Terlampir	ISS	61
2	<i>Storage</i>	6	1	14	Terlampir	AP	14
3	Area Pembersihan	4	1	5	Terlampir	AP	5
4	<i>Waste Management Compartment</i>	2	1	6	Terlampir	ISS	6
Total							86
<b>Laboratorium Fisika</b>							
1	Area Eksperimen	6	1	26	Terlampir	ISS	26
2	<i>Storage</i>	6	1	16	Terlampir	AP	16
3	Area Pembersihan	4	1	8	Terlampir	AP	8
4	<i>Waste Management Compartment</i>	2	1	6	Terlampir	ISS	6
Total							56
<b>Laboratorium Material/Elemen</b>							
1	Area Eksperimen	6	1	40	Terlampir	ISS	40
2	<i>Storage</i>	6	1	18	Terlampir	AP	18
3	Area Pembersihan	4	1	10	Terlampir	AP	10
4	<i>Waste Management Compartment</i>	2	1	6	Terlampir	ISS	6
Total							74
<b>Laboratorium Fisik/CHeCS</b>							
1	<i>Health Maintenance System/Crew Medical Restraint System</i>	10	1	72	Terlampir	ISS	72
Total							72
<b>Agrikultur Modul</b>							
<b>Airlock Modul</b>							

1	<i>Airlock Area</i>	4	1	51	Terlampir	ISS; MCLH	51
2	<i>Spacesuit and Repair Area</i>	6	1	240	Terlampir	ISS; MCLH	240
4	Dekontaminasi Area	6	1	40	Terlampir	AP	40
Total							331
<b>Modul Laboratorium</b>							
1	Area Tanam	6	1	31	Terlampir	ISS	31
2	Area Eksperimen	4	1	7	Terlampir	ISS	7
3	<i>Storage</i>	4	1	11	Terlampir	AP	11
4	Area Penyimpanan Hasil Panen	6	1	12	Terlampir	AP	12
5	<i>Waste Management Compartment</i>	2	1	4	Terlampir	ISS	4
Total							65
<b>Servis Modul</b>							
<b>Airlock Modul</b>							
1	<i>Airlock Area</i>	6	1	80	Terlampir	ISS; MCLH	80
2	<i>Spacesuit Area</i>	8	1	330	Terlampir	ISS; MCLH	330
3	Dekontaminasi Area	8	1	43	Terlampir	AP	43
Total							453
<b>Modul Utama</b>							
4	Ruang Tenaga dan Sumber Daya	6	2	38	Terlampir	ISS	76
5	Ruang Suplai	8	1	13	Terlampir	AP	13
6	<i>Storage</i>	8	1	17	Terlampir	AP	17
Total							106
<b>Luar Modul</b>							
7	Kapsul Darurat	12	2	381	Terlampir	AP	762
8	Hanggar	10	1	273	Terlampir	AP	273
Total							1035

Total Luas Bangunan      **3104 m<sup>2</sup>**  
 Sirkulasi Luar      100%      3104 m<sup>2</sup>  
 Total Keseluruhan      6208 m<sup>2</sup>

### 3.3.2 Ruang Luar/Tapak

Berdasarkan hasil dari perhitungan dimensi bangunan *lunar exploration base* didapatkan hasil luasan total 3.104 m<sup>2</sup> dengan sirkulasi luar bangunan sehingga mendapatkan luasan area bangunan 6.208 m<sup>2</sup>. Selain itu terdapat bagian-bagian lain disekitar tapak yang mendukung dari *lunar exploration base* seperti area observatorium, area *solar array*, *landing pad*, reflektor, dan menara komunikasi.

#### Perhitungan luas tapak

- Luas Area *Solar Array* = 100 m x 100 m = 10.000 m<sup>2</sup>  
Dimensi *Solar Array* (4 m x 1 m)  
Luas Area dibutuhkan sekitar 100 m x 100 m pada tahap awal.
  - Luas Area *Landing Pad* = Diameter 86 = 5.808,8 m<sup>2</sup>  
Mengambil preseden *landing pad* di Space X - Cape Canaveral Space Force,
  - Radius Area Menara Komunikasi = 6 m x 6 m = 36 m<sup>2</sup>
  - Luas Area Bangunan = 6208 m<sup>2</sup>
- Total Luas Tapak = **22.060,8 m<sup>2</sup>**

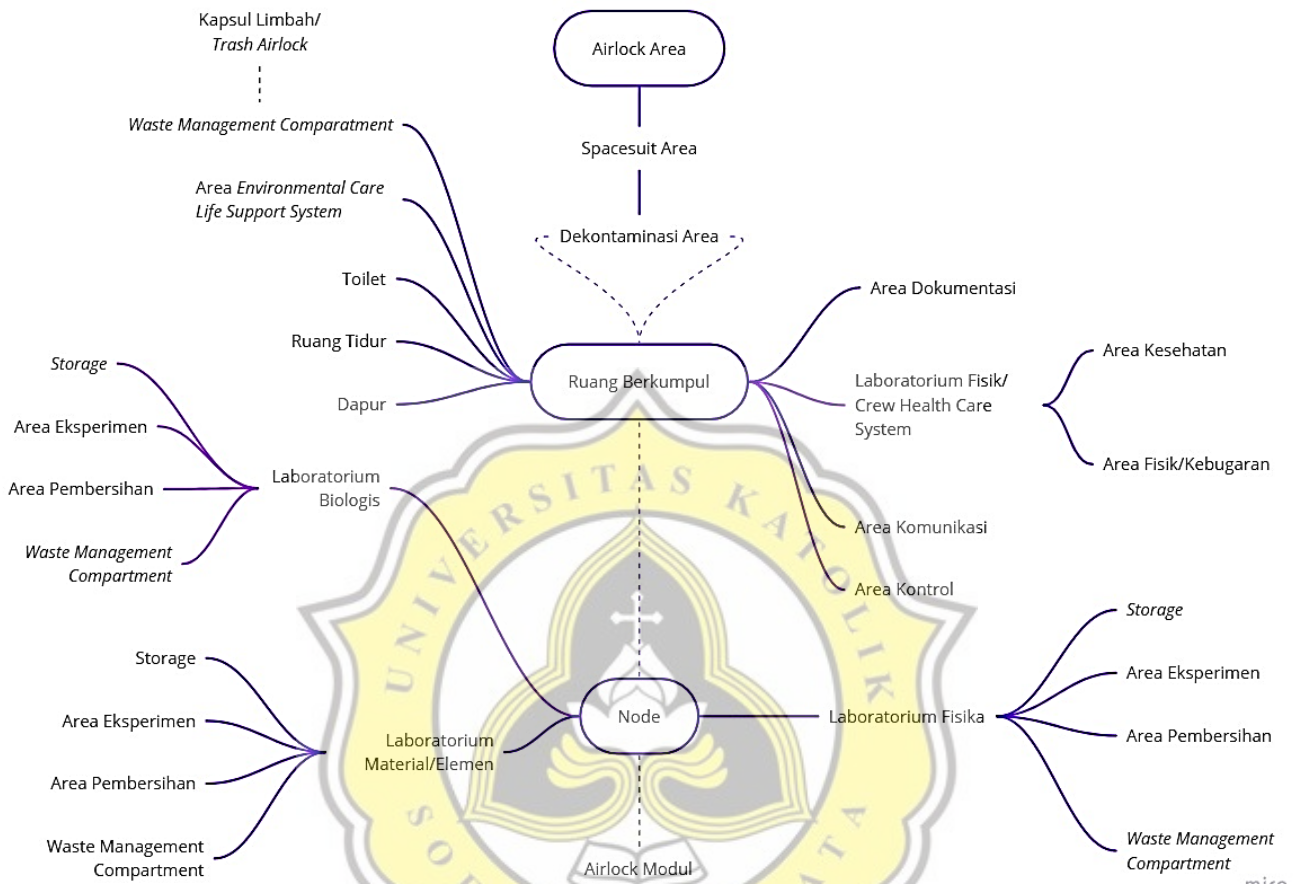


### 3.4 Struktur Ruang

#### 3.4.1 Hubungan Ruang

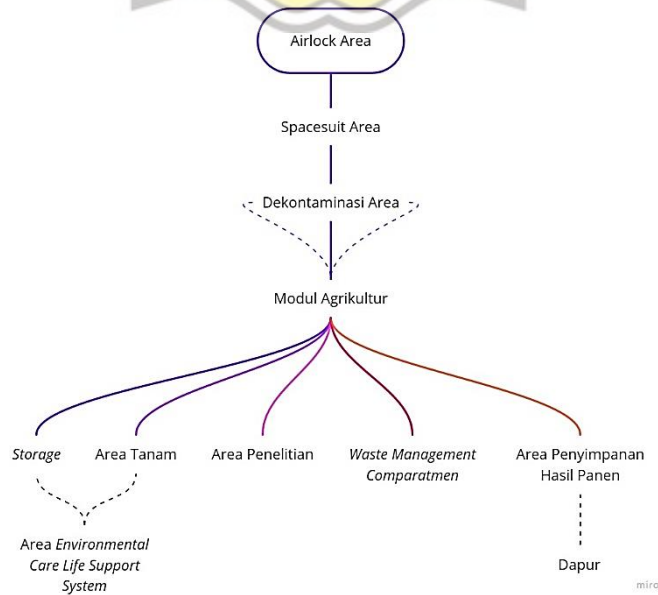
##### 3.4.1.1 Habitat Modul

Diagram 14 Hubungan Ruang pada Habitat Modul



##### 3.4.1.2 Agrikultur Modul

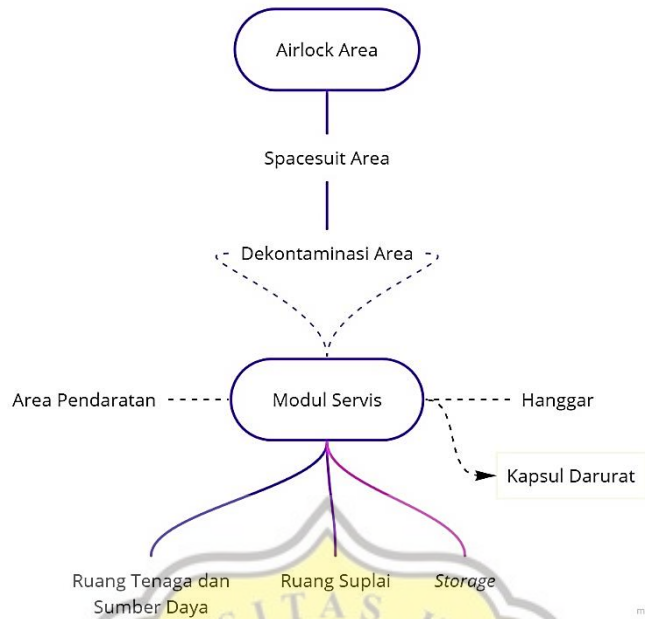
Diagram 15 Hubungan Ruang pada Agrikultur Modul





### 3.4.1.3 Servis Modul

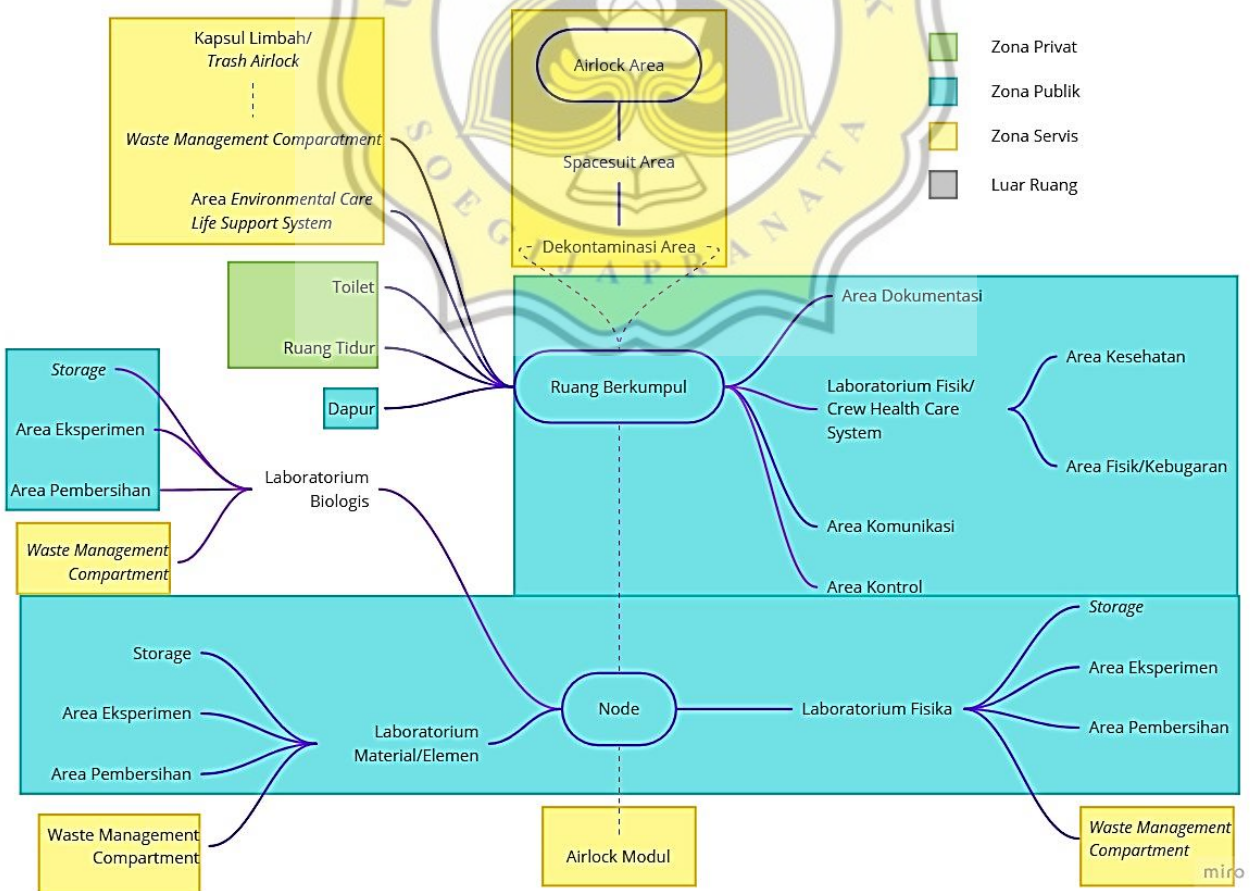
Diagram 16 Hubungan Ruang pada Servis Modul



## 3.4.2 Zonasi Ruang

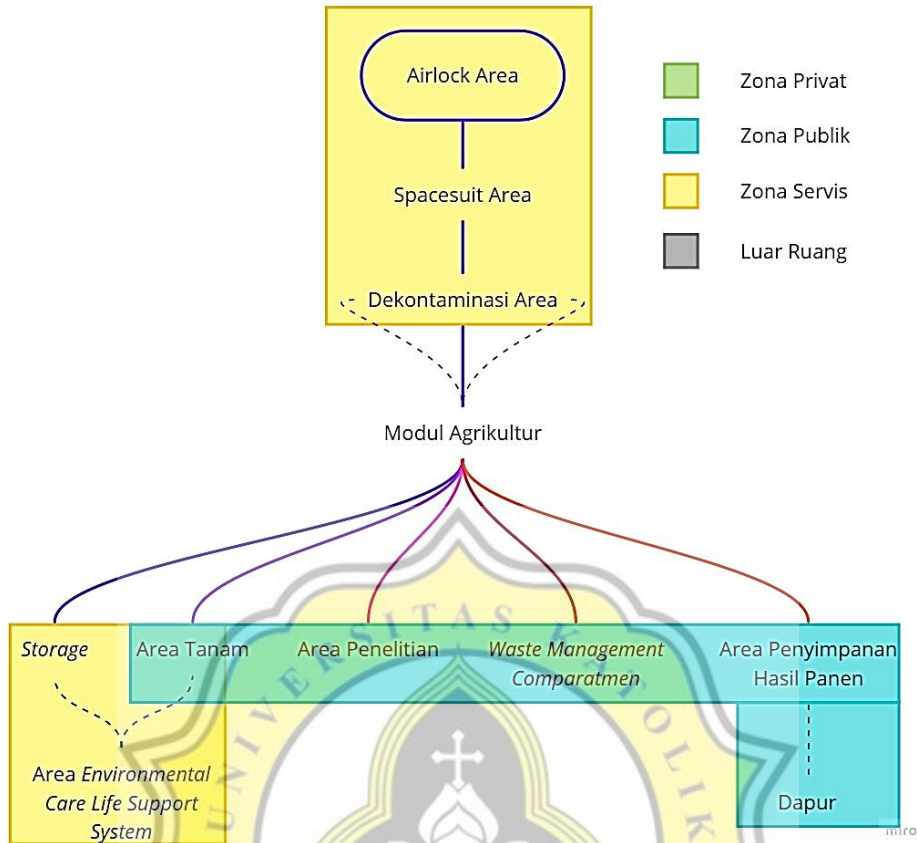
### 3.4.2.1 Habitat Modul

Diagram 17 Zonasi Ruang Habitat Modul



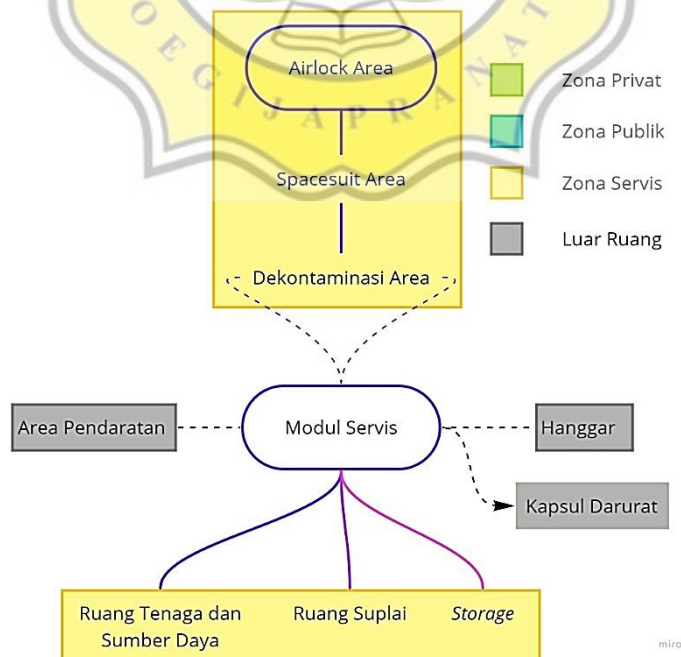
### 3.4.2.2 Agrikultur Modul

Diagram 18 Zonasi Ruang Agrikultur Modul

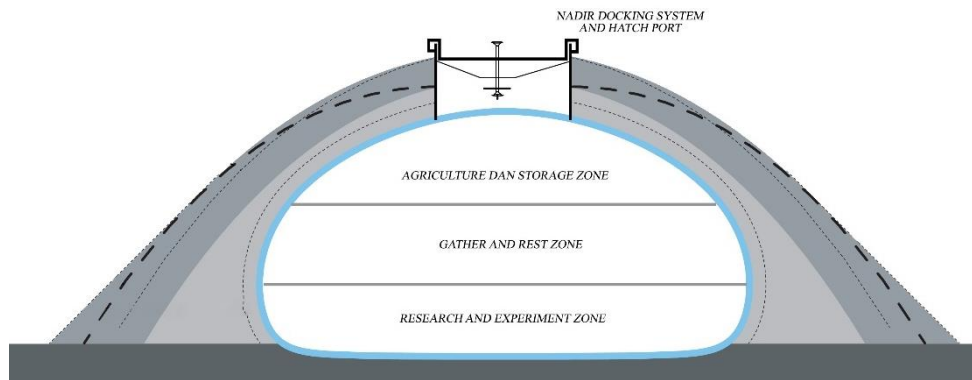


### 3.4.2.3 Servis Modul

Diagram 19 Zonasi Ruang Servis Modul



### 3.4.2.4 Zonasi Level Lantai



Gambar 42 Zonasi Level Lantai

### 3.4.3 Organisasi Ruang

Pembagian organisasi ruang pada *lunar exploration base* dibagi menjadi dua jenis yang pertama pada *lunar habitat modul*, menggunakan organisasi ruang bentuk radial untuk memungkinkan adanya ruang tengah yang luas dan juga sebagai tempat untuk berkumpul dari ruang-ruang disekitar.

Organisasi ruang kedua yaitu linear yang berada pada modul servis dan modul laboratorium termasuk modul agrikultur. Organisasi linear memungkinkan pola hubungan ruang yang lebih fleksibel dan tidak memerlukan area yang besar untuk penyusunan ruang-ruang tersebut.



Gambar 43 Organisasi Ruang Pola Linear  
Sumber: (Arsitur Studio, 2017)

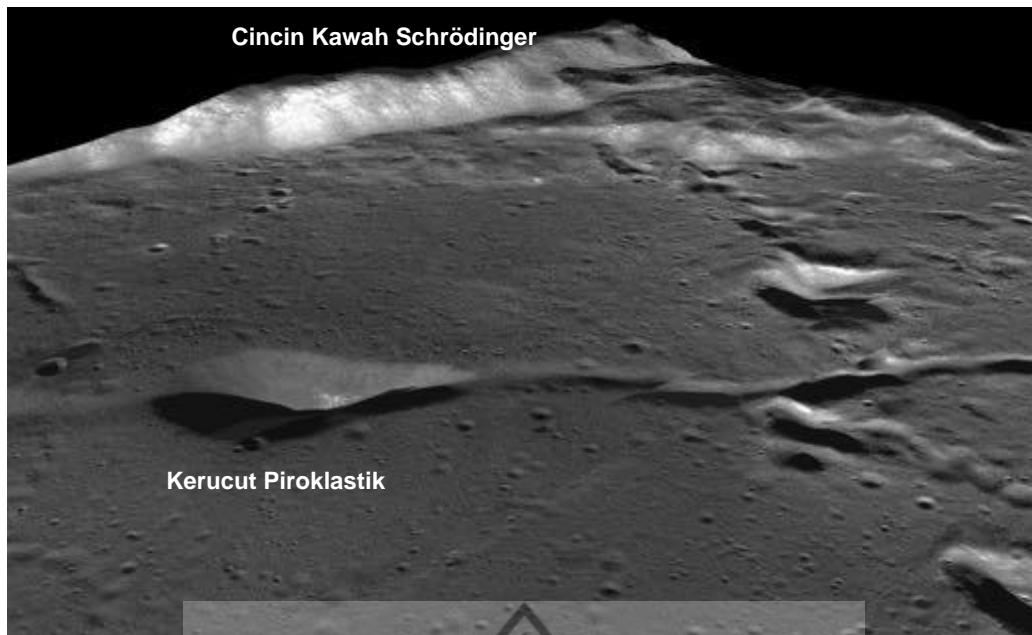
Gambar 44 Organisasi Ruang Pola Radial  
Sumber: (Arsitur Studio, 2017)

## 3.5 Analisa Lingkungan

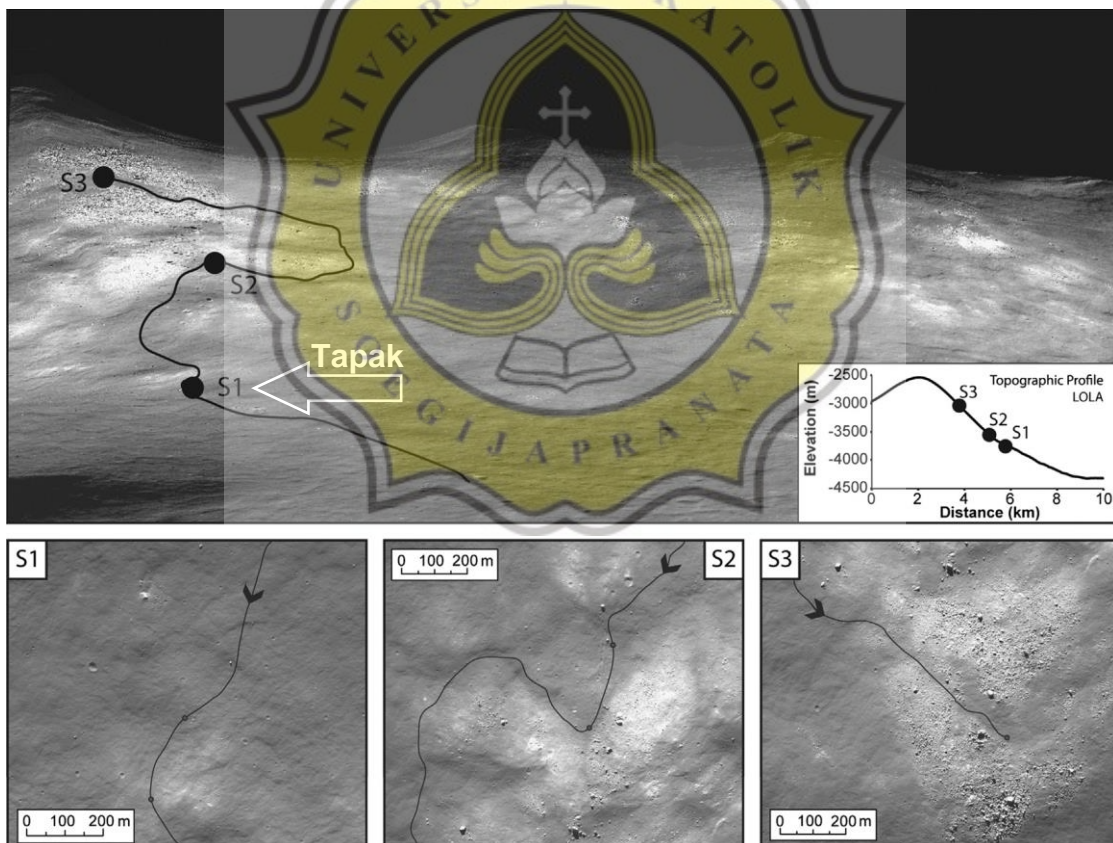
### 3.5.1 Analisa Lingkungan Sekitar

Tapak berada di tenggara dari cincin kawah Schrödinger, terdapat beberapa area baik bukit, kawah, maupun daerah piroklastik yang merupakan bagian dari efek seismik permukaan Bulan. Pengaruh dari adanya kawasan cekungan kerucut piroklastik di kawah Schrödinger membuat kandungan material dalam permukaan sangat banyak dan juga berpengaruh juga dalam pembentukan suhu alami dari aktivitas vulkanik di Bulan karena kerucut piroklastik merupakan area ventilasi alami Bulan.





Gambar 45 Kondisi Kawah Schrödinger  
 Sumber: (Hurwitz & Kring, 2015)



Gambar 46 Lintasan Garis Potong Kawasan Tapak  
 Sumber: (Hurwitz & Kring, 2015)

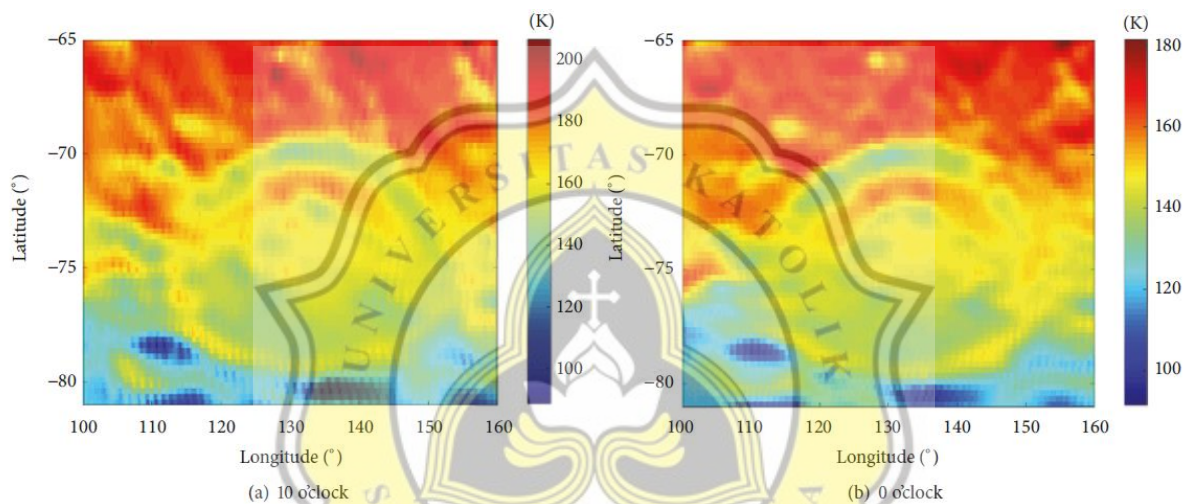
Berdasarkan satelit *Lunar Orbiter Laser Altimeter* (LOLA), mendapatkan bahwa area tapak berada di kawasan yang lereng dengan elevasi kelandaian hingga  $5^\circ$ , sehingga area tapak memiliki kontur yang tidak terlalu besar.



### 3.5.2 Analisa Fisika Lingkungan

#### 3.5.2.1 Suhu

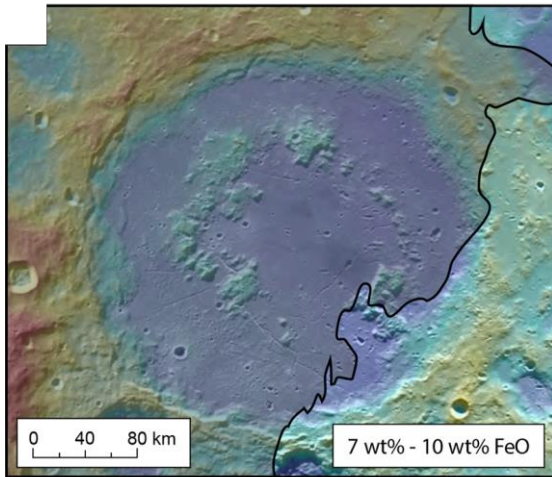
Pada permukaan dari cekungan Schrödinger terdapat beberapa pengukuran suhu baik berdasarkan waktu siang (pukul 10) dan juga malam hari (pukul 0) dengan kisaran suhu antara 100-200° K, dan juga didapatkan bahwa terjadi pengaruh dari topografi permukaan yang melemah hingga batas tertentu. Selain itu, terdapat aktivitas tektonik pada cekungan piroklastik yang membuat beberapa area mendapatkan panas secara alami dari dalam Bulan. Selain itu anomali suhu juga ditunjukkan bahwa *anorthosite* yang mengandung piroksen yang merupakan penyebab penting anomali dingin di atas permukaan Bulan.



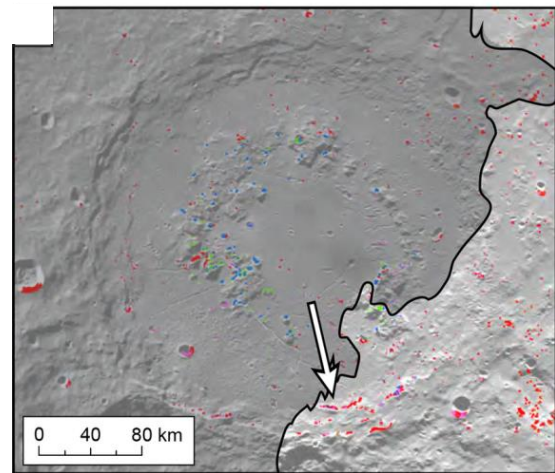
Gambar 47 Peta Penyebaran Suhu Cekungan Schrödinger pada frekuensi 37 GHz  
Sumber: (Meng, et al., 2019)

#### 3.5.2.2 Elemen/Material

Pada area tapak memiliki kandungan elemen besi (FeO) hingga yang cukup banyak dengan kisaran berat 7-10%, selain itu pada tapak juga terkandung mineral besi ortopiroksen yang ditandai dengan warna merah yang berasal dari lelehan asteroid yang menubruk kawasan selatan Aitken Basin.

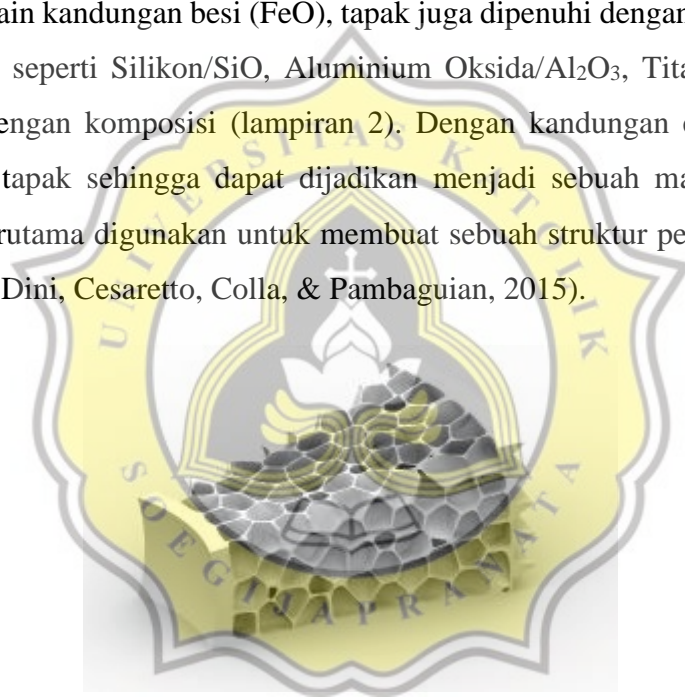


Gambar 48 Distribusi Material Besi  
 Sumber: Lucey (Hurwitz & Kring, 2015)



Gambar 49 Distribusi Mineral Besi  
 Sumber: Lucey (Hurwitz & Kring, 2015)

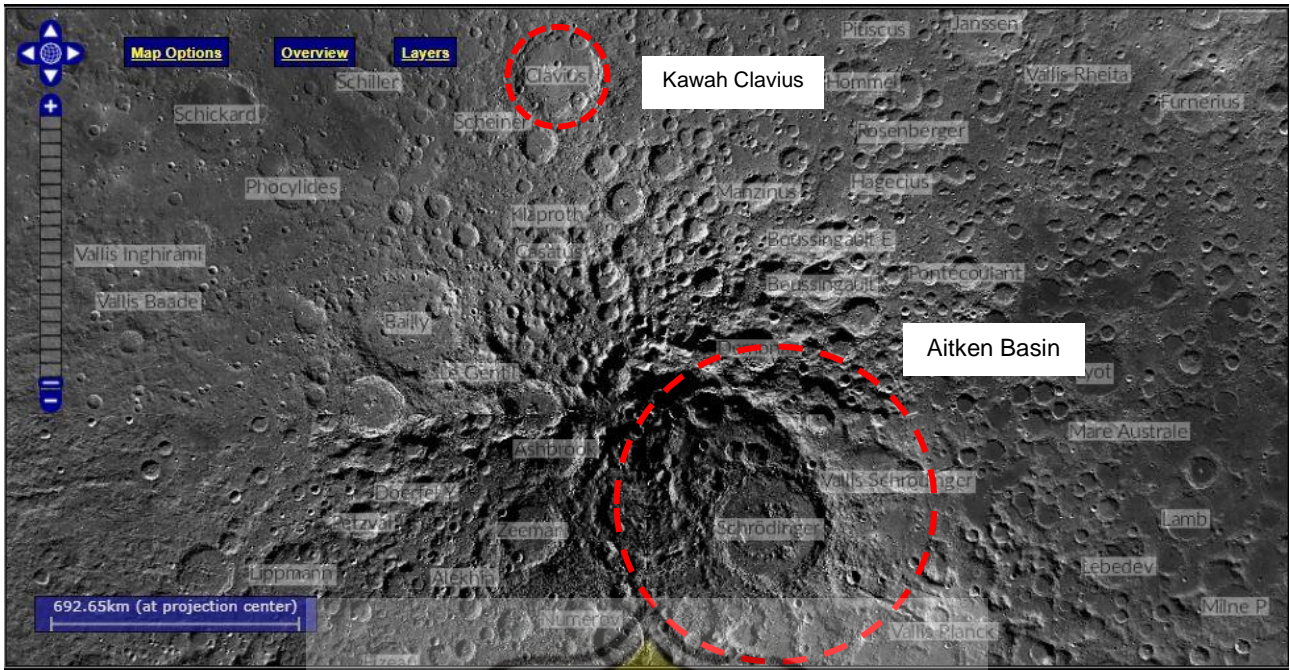
Selain kandungan besi (FeO), tapak juga dipenuhi dengan *regolith* yang memiliki kandungan seperti Silikon/SiO, Aluminium Oksida/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Titanium Oksida/TiO<sub>2</sub> dan lain-lain dengan komposisi (lampiran 2). Dengan kandungan elemen-elemen tersebut pada area tapak sehingga dapat dijadikan menjadi sebuah material untuk bahan *3D printing* terutama digunakan untuk membuat sebuah struktur pelindung dari *lunar base* (Kestelier, Dini, Cesaretto, Colla, & Pambaguan, 2015).



Gambar 50 Parametrik Bentuk Struktur Pelindung dari Regolith  
 Sumber: (Kestelier, Dini, Cesaretto, Colla, & Pambaguan, 2015)

### 3.5.2.3 Tambang Air

Berdasarkan hasil dari pengamatan yang dilakukan dengan SOFIA, ditemukan titik-titik air di permukaan kawah Clavius, selain itu peneliti juga menyebutkan potensi lebih besar berada di kawasan kutub selatan khususnya pada Aitken Basin, dengan menggunakan satelit Chandrayaan-1 milik ISRO (Agensi kedirgantaraan India), mendapatkan hasil pada tahun 2008 – 2009 yang mengidentifikasi keberadaan air dalam berbagai macam bentuk seperti cairan, molekul, dan gas di dalam kawah.



Gambar 51 Peta Kutub Selatan  
Sumber: [LROC WMS Image Map \(asu.edu\)](http://LROC.WMS.Image.Map.asu.edu)

