

BAB 3. ANALISA DAN PEMROGRAMAN ARSITEKTUR

3.1 Analisa dan Program Fungsi Bangunan

3.1.1 Kapasitas dan Karakteristik Pengguna

a. Karakteristik Pengguna

Berdasarkan kelompok pengguna dari pembahasan bab 2, maka pengguna *base camp* diklasifikasikan menjadi 3 sektor :

1. Sektor Operasi Khusus dan Fasilitas.

Fungsi dari sektor ini termasuk komando, manajemen, dan operasi kontingensi (uji coba dan navigasi, operasi sistem, pemeliharaan, dan perbaikan sistem). Pemeliharaan harus dicapai untuk sistem fasilitas, sistem pendukung manusia (medis fasilitas, peralatan olahraga, dll.), sistem EVA (Pakaian Astronot), dan peralatan sains.

2. Sektor Eksplorasi dan Analisis Ilmiah.

Area ini mencakup tugas-tugas lapangan dan laboratorium dalam hal geologi, geokimia, paleontologi, atau disiplin ilmu lain yang terkait dalam menjawab pertanyaan pokok ilmiah.

3. Sektor Tugas Umum.

Dari keterangan diatas maka pengguna tiap sektor dapat dibagi sesuai keahlian dan peran sebagai berikut :

Sektor	Pelaku	Tugas
Sektor Operasi Khusus dan Fasilitas	Komandan	Memimpin dan memberikan keputusan untuk semua pengguna <i>base camp</i> , bertanggung jawab dalam keberhasilan misi, keselamatan anggota kru dan pesawat antariksa, menjadi pilot dalam peluncuran, pendaratan di Mars, dan kembali ke Bumi
	Teknisi	Bertugas untuk menjaga dan memelihara sistem utilitas dan peralatan ME ⁷ , sistem sumber daya listrik, memproduksi alat dan

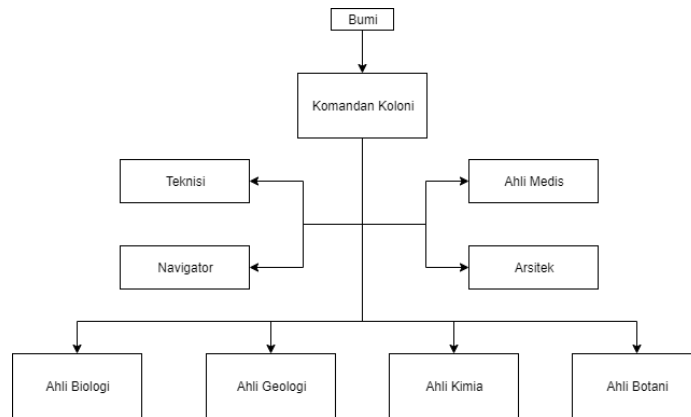
⁷ Mechanical Electrical

		material, melakukan perawatan dan perbaikan robot & rover dll
	Navigator	Bertugas untuk mengarahkan navigasi pada kendaraan misi dan mengendalikan rover pada jarak jauh. Selain itu navigator juga mengatur komunikasi yang ada di koloni.
Sektor Eksplorasi dan Analisis Ilmiah	Ahli Geologi	Meneliti lokasi daerah yang mengandung mineral yang bermanfaat untuk perkembangan bangunan koloni.
	Penambang	Menambang sumber daya alam yang ada di tanah Mars untuk kebutuhan produksi material <i>base camp</i> koloni Mars
	Ahli Biologi	Bertugas untuk mengobservasi kondisi lingkungan Mars dan melakukan eksperimen sistem pendukung kehidupan yang bioregeneratif.
	Ahli Kimia	Bertugas untuk melakukan eksperimen dan perawatan dalam sistem pendukung kehidupan dan melakukan pengawasan pada ISRU ⁸
	Ahli Botani	Bertugas untuk melakukan perawatan dan pengawasan pada rumah kaca, bertanggung jawab pada persediaan makan para anggota koloni
Sektor Tugas Umum	Ahli Medis	Bertugas untuk menjaga kesehatan para penghuni koloni dan siaga melakukan tindakan ketika terjadi suatu kecelakaan. Selain itu juga bertanggung jawab dalam kondisi psikologis para anggota koloni
	Arsitek	Bertugas untuk merancang dan melakukan pengawasan dalam perkembangan bangunan koloni.

⁸ *In Situ Resource Utilization* : Penggunaan Sumber daya Mars

Tabel 3.1 Daftar pengguna base camp berdasarkan keahlian
 Sumber :Analisa Pribadi

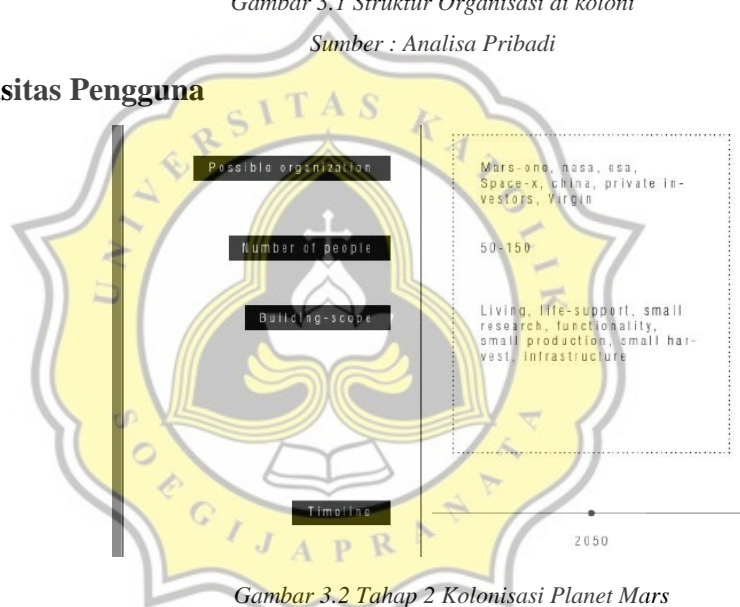
b. Struktur Organisasi



Gambar 3.1 Struktur Organisasi di koloni

Sumber : Analisa Pribadi

c. Kapasitas Pengguna



Gambar 3.2 Tahap 2 Kolonisasi Planet Mars

Sumber : Neumeister, 2016

Berdasarkan timeline misi yang ada di Bab 2, maka jumlah kapasitas penghuni *base camp* akan mengambil proses misi pada tahapan ke 2, yaitu pada kondisi penghuni *base camp* berjumlah 50 orang, dimana fasilitas basecamp tidak hanya fungsional, tetapi juga dapat mampu menunjang kehidupan dalam kurun waktu yang lama dan memanfaatkan sumber daya yang ada.

Dengan jumlah penghuni 50 orang, maka dengan pembagian mengacu pada klasifikasi keahlian, jumlah tiap keahlian akan diklasifikasikan sebagai berikut:

Sektor	Pengguna	Jumlah
Sektor Operasi Khusus dan Fasilitas	Komandan	3 orang
	Teknisi	14 orang
	Teknisi Spesialis Mechanical Electrical	4 orang
	Teknisi Spesialis Sumber Daya Listrik	2 orang
	Teknisi Spesialis Produksi Material	4 orang
	Teknisi Spesialis Robot & Rover	4 orang
	Navigator	2 orang
Sektor Eksplorasi dan Penelitian Ilmiah	Ahli Geologi	4 orang
	Penambang	8 orang
	Ahli Biologi	4 orang
	Ahli Kimia	4 orang
	Ahli Botani	3 orang
Sektor Tugas Umum	Ahli Medis	4 orang
	Arsitek	4 orang
	Total	50 orang

Tabel 3.II Jumlah kapasitas pengguna base camp
Sumber : Analisa Pribadi

3.1.2 Analisa Kegiatan

a. Analisa Pergerakan Pengguna

Pada bangunan *base camp* koloni di Mars ini akan dikaji kegiatan yang akan dilakukan oleh tiap pengguna. Aktivitas pengguna dibagi tiap sektor sesuai dengan analisis pengguna.

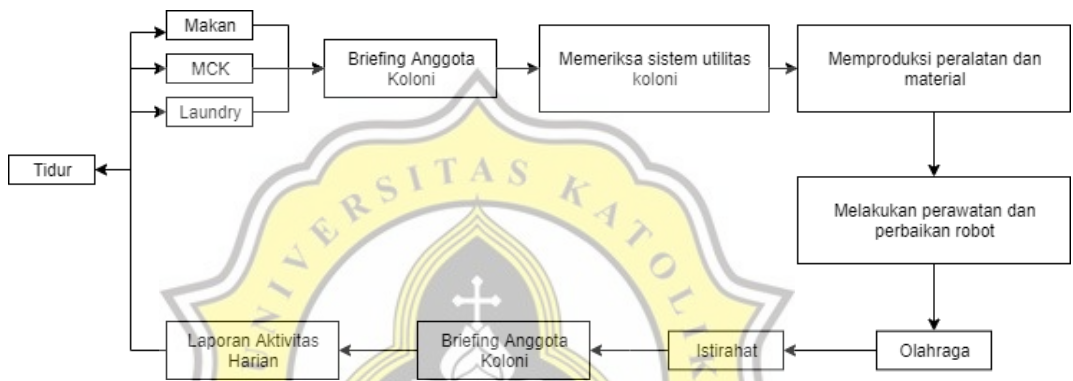
1. Sektor Operasi Khusus dan Fasilitas
 - i. Komandan



Gambar 3.3 Pola Aktivitas Komandan

Sumber : Analisa Pribadi

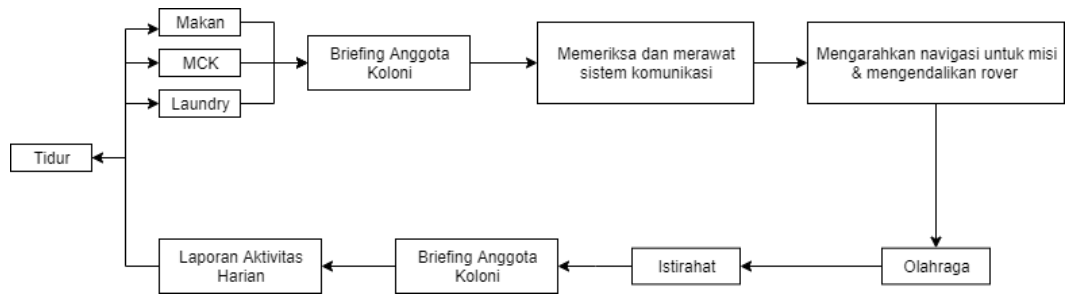
ii. Teknisi



Gambar 3.4 Pola Aktivitas Teknisi

Sumber : Analisa Pribadi

iii. Navigator

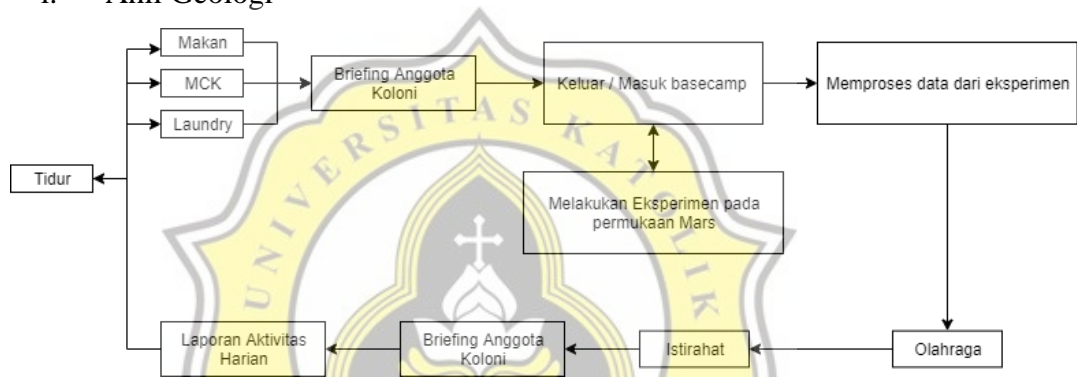


Gambar 3.5 Pola Aktivitas Navigator

Sumber : Analisa Pribadi

2. Sektor Eksplorasi dan Analisis Ilmiah

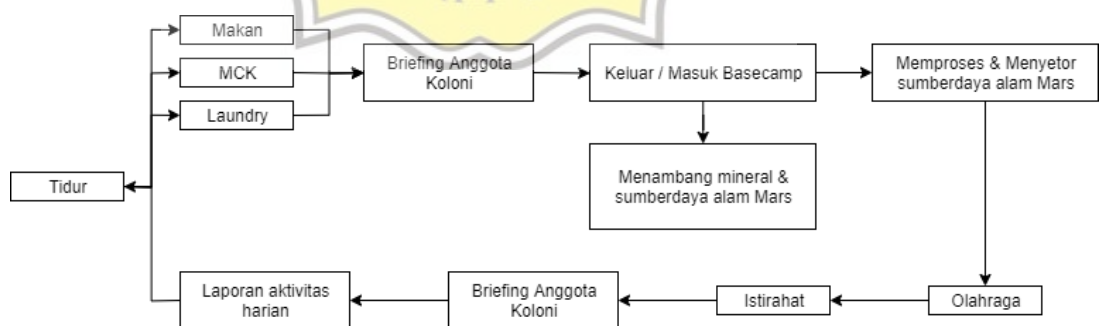
i. Ahli Geologi



Gambar 3.6 Pola Aktivitas Ahli Geologi

Sumber : Analisa Pribadi

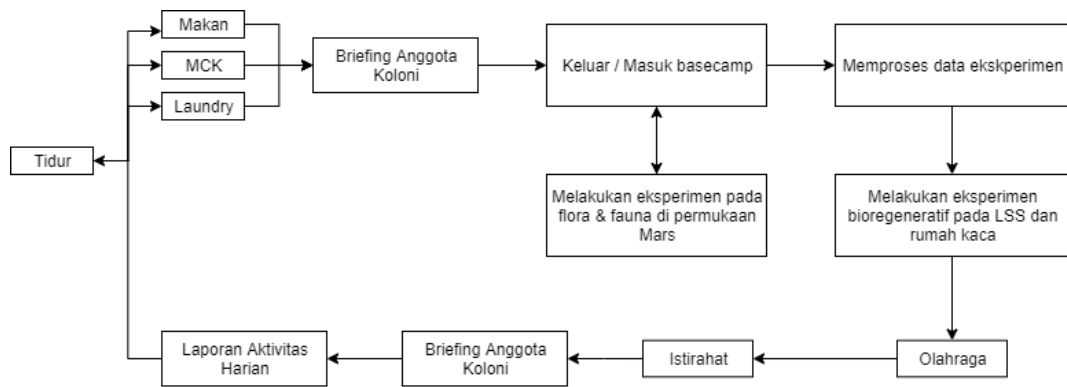
ii. Penambang



Gambar 3.7 Pola Aktivitas Penambang

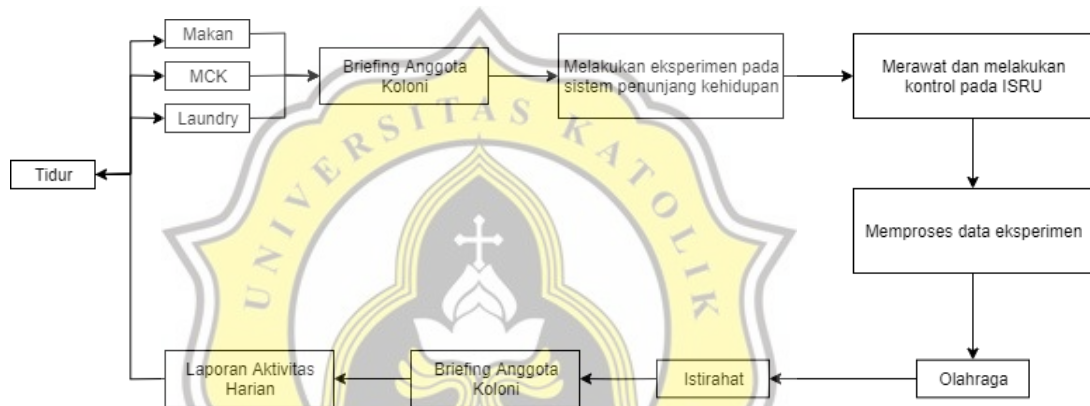
Sumber : Analisa Pribadi

iii. Ahli Biologi



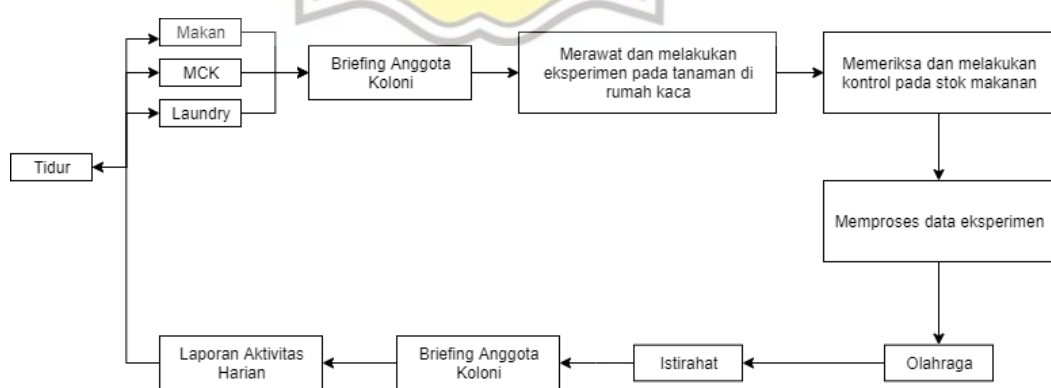
Gambar 3.8 Pola Aktivitas Ahli Biologi
Sumber : Analisa Pribadi

iv. Ahli Kimia



Gambar 3.9 Pola Aktivitas Ahli Kimia
Sumber : Analisa Pribadi

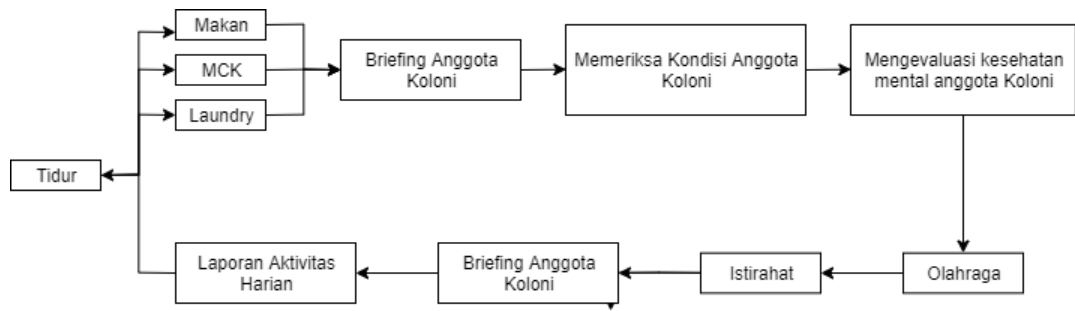
v. Ahli Botani



Gambar 3.10 Pola Aktivitas Ahli Botani
Sumber : Analisa Pribadi

3. Sektor Tugas Umum

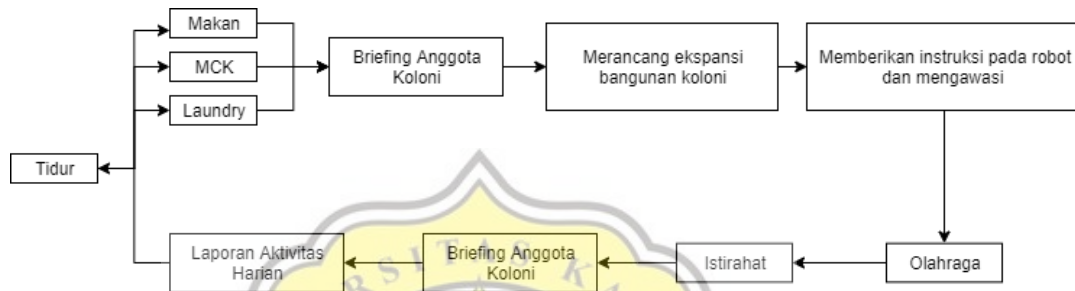
i. Ahli Medis



Gambar 3.11 Pola Aktivitas Ahli Medis

Sumber : Analisa Pribadi

ii. Arsitek



Gambar 3.12 Pola Aktivitas Arsitek

Sumber : Analisa Pribadi

b. Analisa Kebutuhan Ruang

Sektor	Pelaku	Aktivitas	Kebutuhan	Sifat Ruang
	Pengguna Umum (Kegiatan Rutin)	Bangun Tidur	- R. Hunian	Private
		MCK	- K. Mandi - WC	Publik
		Makan	- Dapur - R. Penyimpanan makanan - R. Makan	Publik
		Laundry	- R. Laundry	Publik
		Briefing Anggota Koloni	- R. Briefing	Publik
		Olahraga	- Gym	Publik
		Istirahat	- R. Komunal	Semi Private
		Laporan Aktivitas Harian	- R. Pusat Komunikasi	Publik

		Tidur	- R. Hunian	Private
Sektor Operasi Khusus dan Fasilitas	Komandan	- Mengawasi Kegiatan Koloni	- R. Kontrol & Komunikasi	Private
		- Mengoperasikan <i>rover</i> untuk kebutuhan misi		
		- Memeriksa dan memelihara MAV	- Landasan MAV	Publik
	Teknisi	Memeriksa sistem utilitas koloni	- Area Subsistem LSS	Private
		Memproduksi peralatan dan material	- R. Workshop Produksi	Semi Private
		Perawatan dan perbaikan robot / <i>rover</i>	- R. Workshop Rover	Publik
	Navigator	Memeriksa dan merawat sistem komunikasi	- R. Kontrol & Komunikasi	Private
Memberikan navigasi & mengendalikan <i>rover</i>				
Sektor Eksplorasi dan Penelitian	Ahli Geologi	Keluar / masuk <i>base camp</i>	- R. Persiapan Airlock - <i>Suitport</i>	Publik
		Melakukan eksperimen pada permukaan Mars	- Rover bertekanan	Semi Private
		Memproses data eksperimen	- R. Kantor Riset Geologi	Private

	Penambang	Keluar / masuk <i>base camp</i> dengan <i>EVA / Rover</i> penambang	<ul style="list-style-type: none"> - R. Persiapan Airlock - R. Workshop Rover Penambang 	Semi-Private
		Menambang mineral & Sumberdaya alam Mars	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Rover</i> penambang bertekanan 	Semi-Private
		Memproses & Menyetor sumberdaya alam Mars	<ul style="list-style-type: none"> - R. Penyimpanan mineral 	Private
		Keluar / masuk <i>base camp</i> dengan <i>EVA / Rover</i>	<ul style="list-style-type: none"> - R. Persiapan Airlock - <i>Suitport</i> 	Publik
	Ahli Biologi	Melakukan eksperimen flora & fauna pada permukaan Mars	<ul style="list-style-type: none"> - Rover Bertekanan - R. Eksperimen 	Semi-Private
		Memproses data eksperimen	<ul style="list-style-type: none"> - R. Kantor Riset Biologi 	Private
		Melakukan eksperimen bioregenerative pada LSS dan rumah kaca	<ul style="list-style-type: none"> - R. KONTROL LSS - R. Rumah Kaca 	Private
	Ahli Kimia	Melakukan eksperimen kimiawi pada LSS	<ul style="list-style-type: none"> - R. Kontrol LSS 	Private
		Merawat dan melakukan control pada ISRU	<ul style="list-style-type: none"> - R. ISRU 	Private
		Memproses data eksperimen	<ul style="list-style-type: none"> - R. Kantor Riset Kimia 	Private

Sektor Pekerjaan Umum	Ahli Botani	Merawat dan menanam tanaman pada rumah kaca	- R. Rumah Kaca	Semi Private
		Memproses data eksperimen	- R. Kantor Riset Botani	Private
		Memeriksa & control pada stok makanan	- Gudang makanan	Private
	Ahli Medis	Memeriksa Kondisi Anggota Koloni	- R. Medis - R. Bangsal Medis	Private
		Mengevaluasi kesehatan mental anggota Koloni	- R. Konsultasi	Private
	Arsitek	Merancang ekspansi bangunan koloni	- R. Studio Arsitek	Private
Melakukan pengawasan dan memberikan instruksi pada robot				

Tabel 3.III Kebutuhan Ruang base camp koloni Mars
Sumber : Analisa Pribadi

Utilitas		Fungsi	Kebutuhan Ruang
Subsistem Life Support System	Subsistem Manajemen Air	Mengolah sumber daya alam yang terdapat di Mars menjadi air dan bahan bakar	R. ISRU R. Pengolahan Air
	Subsistem Manajemen Limbah	Menampung limbah padat / cair yang tidak dapat didaur ulang	R. Pengolahan Limbah
	Subsistem Produksi Makanan	Memproduksi dan membudidayakan sumber makanan bagi pengguna base camp	Rumah Kaca

	Subsistem Manajemen Atmosfer	Memproduksi dan meregulasi kondisi atmosfer di dalam bangunan	R. AHU R. KONTROL LSS R. ISRU
Komunikasi		Mengatur komunikasi dengan bumi	R. Pusat Kontrol & Komunikasi
Sumber daya Listrik		Menyuplai kebutuhan listrik <i>base camp</i>	R. Sumber Daya Listrik

Tabel 3.IV Kebutuhan Ruang sistem utilitas base camp koloni Mars
Sumber : Analisa Pribadi

c. Persyaratan Ruang

1. Persyaratan Umum Bangunan
2. Untuk bangunan *base camp* di Mars, secara keseluruhan bangunan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- i. Suhu

Karena temperatur permukaan di Mars memiliki suhu rata-rata sekitar -60 °C, meskipun dapat bervariasi dari -125 °C di dekat kutub selama musim dingin hingga sebanyak 20 °C di siang hari dekat ekuator. Sedangkan atmosfer yang tepat untuk ditempati manusia adalah dengan kelembapan pada 25-75% (optimal 50%), dan suhu pada 18-26.7 °C (Optimal 21°C). Oleh karena itu bangunan harus memiliki insulasi yang tepat supaya suhu di dalam tetap terjaga dari kondisi suhu dingin di permukaan Mars.

- ii. Tekanan

Karena atmosfer Mars yang tipis, tekanan permukaan Mars hanya sebesar 6.0 mbar, sedangkan tekanan permukaan pada bumi sebesar 1.013 mbar. Itu berarti jika mengaplikasikan tekanan permukaan bumi pada bangunan *base camp* di Mars, harus dinding bangunan harus dapat menahan perbedaan tekanan permukaan sebesar 10268.542264688 kg/m² / 1.006 mbar.

- iii. Radiasi

Pada planet Mars, sinar radiasi bersifat mematikan untuk manusia, oleh karena itu, bangunan *base camp* harus mampu melindungi penghuni dari

radiasi GCR. Dengan menggunakan pelindung radiasi yang terbuat dari campuran dari batu regolith dan aluminium yang dapat diekstrak dari lingkungan sekitar setebal 50 cm, maka pelindung tersebut dapat menahan sinar radiasi GCR.

2. Persyaratan Ruang Khusus

i. R. Tidur

Ruang tidur para pengguna bangunan harus memperhatikan kenyamanan dari pemakai ruangan itu sendiri, baik dari segi ruang hingga segi kualitas ruangan, dimana ruang tidur ini dapat menyediakan ruang dengan privasi untuk pengguna dari pengguna-pengguna lainnya. Selain itu ruang tidur juga harus dilengkapi dengan ruang kerja kecil dan alat komunikasi yang memadai yang bertujuan sebagai sarana pengguna dapat berkomunikasi dan rekreasi secara personal.

ii. R. Komunal

Ruang komunal menjadi salah satu elemen ruang yang penting dalam bangunan *base camp*, karena ruang komunal ini menjadi sarana pengguna *base camp* bertemu dengan satu sama lain dan menyediakan sarana rekreasional bagi para pengguna. Oleh karena itu elemen-elemen yang mempengaruhi perilaku pengguna didalam ruang seperti kualitas cahaya, suhu, dan lainnya harus diperhatikan agar menghadirkan suasana ruang komunal yang baik.

Isi dari ruang komunal ini sebagian besar merupakan ruang multifungsi yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan rekreasional, seperti televisi, komputer, dan hiburan lainnya.

iii. R. Medis

Ruang medis pada bangunan *base camp* menjadi ruang untuk merespon tindakan medis darurat dan keadaan darurat lainnya. Oleh karena itu, ruang medis ini harus steril dan memiliki bangsal untuk tempat merawat yang sakit. Selain itu ruang medis ini harus memiliki ruang operasi dengan peralatan yang memadai untuk melakukan tindakan operasi darurat. Oleh karena itu ruangan ini harus memiliki tingkat keamanan yang tinggi dan steril.

iv. R. Pusat Komunikasi dan Kontrol

Ruang ini menjadi pusat kendali pada bangunan *base camp*, dimana ruangan ini ditempati oleh komandan *base camp* dan navigator. Komandan bertugas untuk mengawasi aktivitas yang terjadi di *base camp* lewat computer dan navigator memberikan arahan

v. Area Produksi Makanan

Area produksi makanan meliputi ruang Hidroponik dan ruang akuakultur. Karena ruangan ini bertujuan untuk menumbuhkan dan membudidaya tanaman dan makanan, maka diperlukan pencahayaan alami untuk ruang hidroponik agar tanaman dapat menerima sinar matahari untuk perkembangannya. Untuk ruangan akuakultur maka diperlukan ruang yang cukup luas untuk membudidayakan hewan dan tanaman.

Persamaan dari area produksi makanan ini adalah memerlukan air untuk memenuhi kebutuhan fungsi ruangan, oleh karena itu peletakan area produksi makanan ini harus diletakkan berdekatan dengan ruang produksi air, yaitu ruang ISRU.

vi. Area Produksi Material

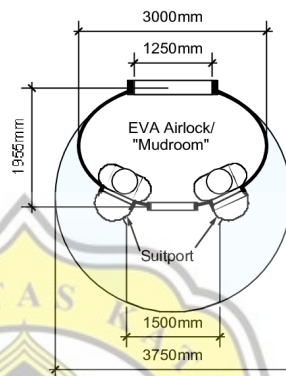
Area produksi material merupakan area untuk mengolah bahan-bahan yang telah diambil dari *rover* penambang untuk dijadikan material-material kebutuhan *base camp*. Karena material-material ini diambil dari permukaan Mars, maka material perlu diolah terlebih dahulu agar pengguna aman saat berinteraksi dengan material. Selain itu, area produksi material memerlukan sirkulasi udara yang khusus karena udara hasil produksi material bisa berbahaya jika bergabung dengan sirkulasi udara yang dipakai oleh pengguna *base camp*.

vii. R. Airlock & R. Workshop *Rover*

Ruang *Airlock* & Ruang *Workshop Rover* merupakan ruangan dengan akses keluar bangunan yang membatasi antara bangunan dengan lingkungan permukaan Mars. Karena kondisi lingkungan permukaan Mars yang memiliki banyak bahaya, maka ruangan ini harus direspon secara khusus dalam segi insulasi dan tekanan. Oleh karena itu ruangan ini harus memiliki tingkat keamanan yang tinggi dan benar-benar kedap udara dari lingkungan luar bangunan supaya pengguna dapat beraktivitas dengan nyaman dalam *base camp*.

viii. *Suitport*

Pada ruang *suitport*, ruangan ini berfungsi sebagai akses keluar masuk ke *base camp* untuk pengguna. Sebelum pengguna keluar, maka diperlukan persiapan terlebih dahulu dalam memasang alat LSS portabel pada bagian belakang *EVA Suit*. Selain itu peralatan elektronik lainnya juga diperlukan untuk perlengkapan *EVA Suit*. Adapun untuk ruang yang diperlukan untuk 2 *suitport* adalah seperti gambar berikut :



Gambar 3.13 Ruang *Suitport*

Sumber : Cohen, et al., 2006

ix. R. Eksperimen & Area Riset

Ruang Eksperimen dan area riset merupakan ruangan dimana para ilmuwan *base camp* melakukan eksperimen dari hasil penelitian dan ekspedisi di permukaan planet Mars. Ruang eksperimen ini harus memiliki opsi menjadi ruang karantina jika hasil dari ekspedisi dan eksperimen menjadi berbahaya oleh pengguna *base camp*. Oleh karena itu ruangan ini harus memiliki tingkat keamanan yang tinggi dan terletak di luar bangunan *base camp*.

Untuk area kantor riset, area ini berfungsi untuk memproses data dari eksperimen-eksperimen, atau menjadi tempat eksperimen yang tidak berbahaya, maka dari itu persyaratan ruangan dari kantor riset ini lebih diperlukan peralatan komunikasi dan penelitian, akan tetapi tetap didukung dengan tingkat keamanan yang tinggi.

x. R. Pusat Kontrol & Komunikasi

Ruang Pusat Kontrol harus memiliki keamanan dengan tingkat tinggi, karena ruangan ini merupakan pusat kendali semua fasilitas dan ruangan

di bangunan *base camp*. Pusat Kontrol juga merupakan tempat bagi pengelola bangunan untuk bekerja.



3.1.3 Ruang Dalam

a. Studi Kebutuhan Luas Ruang

Besaran ruang yang terdapat pada bangunan *base camp* Koloni di Planet Mars adalah sebagai berikut. Berdasarkan analisa penulis melalui studi ruang dan studi banding. Tabel – tabel studi luasan bangunan dibagi menjadi area ruang hunian, operasional, produksi material dan organik, dan area riset. Dibawah ini merupakan studi luasan untuk area bangunan. Dalam studi kebutuhan luas ruang umum, ruang-ruang yang dianalisa merupakan ruang yang tergolong dalam jenis ruang indoor, dan standar sirkulasi / Flow Area yang digunakan yaitu:

- 5% - 10% : Standar Minimum Sirkulasi
 - 20% : Standar Kebutuhan Keleluasaan Sirkulasi
 - 30% : Tuntutan Kenyamanan Fisik
 - 40% : Tuntutan Kenyamanan Psikologis
 - 50% : Tuntutan Spesifik Kegiatan
 - 70% - 100%: Terkait dengan Banyak Kegiatan
- (sumber : Time Saver Standart for Building Types , 2nd)

Nama Ruang	Jml Ruang	Kapasitas / ruang	Analisa Besaran	Luas Ruang (m ²)	Sumber
Kelompok Hunian					
Ruang Tidur	50	1	Kasur : $1.9 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} = 1.75 \text{ m}^2$	7.62 m² x 50 = 381 m²	AP
			Meja : $1.5 \text{ m} \times 0.6 \text{ m} = 0.9 \text{ m}^2$		
			Kursi = $0.4 \text{ m} \times 0.4 \text{ m} = 0.16 \text{ m}^2$		
			1 orang x $1 \text{ m}^2 = 1 \text{ m}^2$		
R. Medis	1	5	$6.7 \times 7.3 \text{ m} = 48.91 \text{ m}^2$	80 m²	NAD
			5 orang x $1 \text{ m}^2 = 5 \text{ m}^2$		
R. Bangsal Medis	1	6	Area Kasur = $2.4 \times 2.5 \text{ m} = 6 \text{ m}^2$ $6 \times 36 \text{ m}^2$	51.6 m²	NAD
			Loker $0.6 \times 0.3 \text{ m} = 0.18 \text{ m}^2$ $6 = 1.08 \text{ m}^2$		
			6 orang x $1 \text{ m}^2 = 6 \text{ m}^2$		
R. Konsultasi	2	4	12.5 m ²		

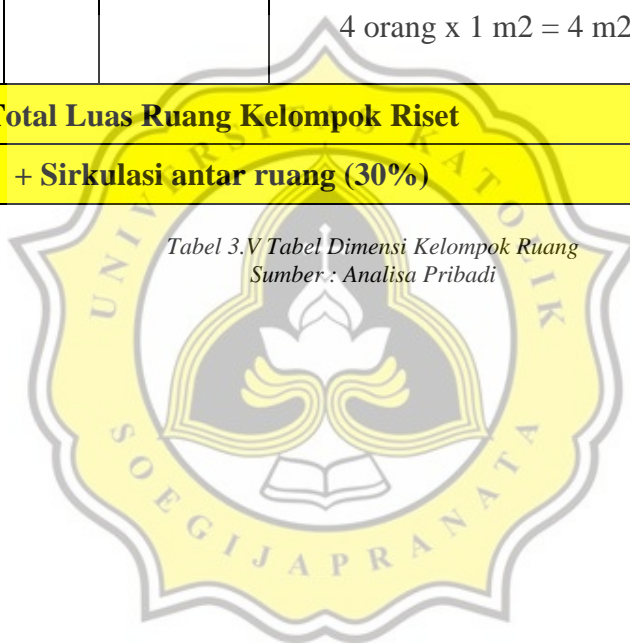
			4 orang x 1 m ² = 4m ²	21.45 x 2 = 42.9	NAD
R. Studio Arsitek	1	4	Meja : 1.5 m x 0.6 m = 0.9 m ² x 4 = 3.6 m ²	25.88 m²	AP
			Kursi = 0.4 m x 0.4 m = 0.16 m ² x 4 = 0.64 m ²		
			Meja Kerja = 1.5 x 1.5 m = 2.25 m ²		
			Lemari Kerja = 0.9 m x 0.3 m x 2 = 0.54 m ²		
			4 orang x 1 m ² = 4 m ²		
Toilet	2	25	15m ²	18 m² x 2 = 36 m²	NAD
Kamar Mandi	4	1	3.45 m ²	4.14 m² x 4 = 6.21 m²	NAD
Dapur	3	3	12 m ²	21 m² x 3 = 63 m²	NAD
			3 orang x 1 m ² = 3 m ²		
R. Makan	1	50	1 Meja = 6 orang Meja = 1.9 x 0.8 m = 1.5 m ² x 8 = 120 m ²	55.2 m²	NAD
			Kursi = 0.45 x 0.45 m = 0.2 m ² x 50 = 10 m ²		
			50 orang x 1m ² = 50 m ²		
R. Laundry	1	50	16 m ²	10 m²	NAD
R. Briefing	1	50	Meja Panjang = 5 x 0.6 = 3 m ² x 10 = 30 m ²	108 m²	NAD
			Meja Kecil = 1.5 x 0.6 = 0.9 m ² x 2 = 1.8 m ²		
			Kursi = 0.4 x 0.4 = 0.16 m ² x 53 = 8.48 m ²		
			50 orang x 1 m ² = 50 m ²		
Gym	1	50	75 m ²	90 m²	NAD
R. Komunal	1	50	Ruangan 4 x 6 = 24 m ²	96.2 m²	AP
			50 orang x 1 m ² = 50 m ²		
Total Luas Ruang Kelompok Hunian				1049 m²	
+ Sirkulasi antar ruang (30%)				1363 m²	
Kelompok Operasional					

Suitport	5	4	$2 \text{ orang} = \emptyset 3.75 \text{ m}^2 \times 2 = 7.5 \text{ m}^2$	$10.5 \text{ m}^2 \times 5 = 52.5 \text{ m}^2$	AP
			$2 \text{ orang} \times 1 \text{ m}^2 = 2 \text{ m}^2$		
R. Persiapan Suitport	5	5	Clear Area Suitport = $1.8 \times 7 = 12.6 \text{ m}^2$	$34.56 \text{ m}^2 \times 2 = 69 \text{ m}^2$	AP
			Lemari Pakaian Perlengkapan EVA Suit = $2 \times 0.6 = 1.2 \text{ m}^2$		
			Stasiun Pengisian LSS = $2 \times 0.6 = 1.2 \text{ m}^2$		
			Meja Pengisian Radio = $2 \times 0.6 = 1.2 \text{ m}^2$		
			$5 \text{ orang} \times 1 \text{ m}^2 = 5 \text{ m}^2$		
R. Workshop Rover	2	4 orang	Pressure Vessel $\emptyset 5 \text{ m}$	$15.5 \text{ m}^2 \times 2 = 31 \text{ m}^2$	AP
			Meja Wadah Peralatan = $3 \times 0.8 = 2.4 \text{ m}^2 \times 2 = 4.8 \text{ m}^2$		
R. Workshop Rover Penambang			Meja Komputer = $0.6 \times 0.6 = 0.36 \text{ m}^2$		
			$4 \text{ orang} \times 1 \text{ m}^2 = 4 \text{ m}^2$		
R. Pusat Kontrol & Komunikasi	1	5	Meja Kontrol = $6 \times 2.5 = 15 \text{ m}^2$	49.92 m^2	AP
			Meja Komunikasi = $1.8 \times 0.6 = 1.28 \text{ m}^2 \times 2 = 2.56 \text{ m}^2$		
			Kursi = $0.4 \times 0.4 = 0.16 \text{ m}^2 \times 5 = 0.8 \text{ m}^2$		
			Lemari Arsip = $2 \times 0.4 = 0.8 \text{ m}^2 \times 2 = 1.6 \text{ m}^2$		
			$5 \text{ orang} \times 1 \text{ m}^2 = 5 \text{ m}^2$		
R. Pengolahan Limbah	2	2	Wadah Penyimpanan Limbah Padat = $4 \times 1 = 4 \text{ m}^2$	$12 \text{ m}^2 \times 2 = 24 \text{ m}^2$	AP
			$2 \text{ orang} \times 1 \text{ m}^2 = 2 \text{ m}^2$		
R. Pengolahan Air	1	3	Wadah Penampungan Air = $3 \times 4 = 12 \text{ m}^2$	20 m^2	AP
			Pompa Air = $1 \times 3 = 3 \text{ m}^2$		
			$3 \text{ orang} \times 1 \text{ m}^2 = 1 \text{ m}^2$		
R. Kontrol Listrik	1	2	Meja Kontrol = $1.8 \times 0.6 = 1.28 \text{ m}^2$	5.1 m^2	AP
			Kursi = $0.4 \times 0.4 = 0.16 \text{ m}^2$		
			$2 \text{ orang} \times 1 \text{ m}^2 = 2 \text{ m}^2$		

Total Luas Ruang Kelompok Operasional				250.92 m²	
+ Sirkulasi antar ruang (30%)				306 m²	
Kelompok Produksi					
R. Workshop Produksi Material	2	4	3D Printer = $0.6 \times 0.6 = 0.36$ $m^2 \times 3 = 1.08 m^2$	64 m² x 2 = 128 m²	AP
			Meja Kerja Besar = $3 \times 2 = 6$ $m^2 \times 2 = 12 m^2$		
			Rak Material = $2 \times 0.6 = 1.2$ $m^2 \times 3 = 3.6 m^2$		
			Meja & Mesin CNC = 2.5×1 $= 2.5 m^2$		
			Meja Komputer Desain = $1.8 \times$ $0.6 = 1.08 m^2$		
			Kursi = $0.4 \times 0.4 = 0.16 m^2$		
			Mesin Pembakaran = $3 \times 1.7 =$ $5.1 m^2$		
			Mesin 3D Printer Besar = $2.5 \times$ $1 = 2.5 m^2$		
			4 orang x $1 m^2 = 4 m^2$		
R. Penyimpanan Mineral	3	2	Gudang Penyimpanan = 5×5 $= 25 m^2$	37.5 m² x 3 = 112.5 m²	AP
Rumah Kaca	2	7	Kontrol Pompa Air = $1 \times 0.6 =$ $0.6 m^2$	94.2 m² x 2 = 188.4 m²	AP
			Akuakultur = $1.5 \times 5 = 7.5 m^2$ $\times 3 = 22.5 m^2$		
			Rak dinding Hidroponik = $6 \times$ $1 = 6 m^2 \times 2 = 12 m^2$		
			Meja pengolahan hasil makanan = $2.5 \times 1 = 2.5 m^2 \times$ $2 = 5 m^2$		
			7 orang x $1 m^2 = 7 m^2$		
R. Kontrol LSS R. ISRU	1	3	Standar Ruang = $4 \times 4 = 16 m^2$	24 m² x 2 = 48 m²	AP
Total Luas Ruang Kelompok Produksi				477 m²	
+ Sirkulasi antar ruang (30%)				620 m²	

Kelompok Ruang Riset					
R. Kantor Riset Geologi	1	4	Meja Kerja = $1.8 \times 0.6 = 1.28$ $m^2 \times 4 = 5.12 m^2$	$62 m^2 \times 4 = 250 m^2$	AP
R. Kantor Riset Biologi			Meja Besar = $2 \times 2 = 4 m^2$		
			Kursi = $0.4 \times 0.4 = 0.16 m^2 \times 4 = 0.64 m^2$		
			R Dekontaminasi (Ruang Kotor) = $2 \times 4 = 8 m^2$		
R. Kantor Riset Kimia			R Dekontaminasi (Ruang Bersih) = $2 \times 4 = 8 m^2$		
R. Kantor Riset Botani	R. Eksperimen = $3 \times 4 = 12 m^2$				
			4 orang $\times 1 m^2 = 4 m^2$		
Total Luas Ruang Kelompok Riset				$250 m^2$	
+ Sirkulasi antar ruang (30%)				$325 m^2$	

Tabel 3.V Tabel Dimensi Kelompok Ruang
Sumber : Analisa Pribadi



3.1.4 Struktur Ruang

a. Pengelompokan Ruang

1. Pengelompokan Ruang Makro

Berdasarkan sifat dan fungsi ruang maka ruang-ruang di *base camp* koloni dibagi menjadi 4 kelompok ruang :

- i. Hunian
- ii. Operasional
- iii. Produksi (Organik, Material)
- iv. Riset

Kelompok Ruang	Ruangan	Sifat Ruang
Hunian	R. Tidur	Private
	R. Medis	Semi Private
	R. Bangsal Medis	Semi Private
	R. Konsultasi	Private
	R. Studio Arsitek	Private
	K. Mandi / WC	Publik
	Dapur	Publik
	R. Makan	Publik
	R. Laundry	Publik
	R. Briefing	Publik
	Gym	Publik
	R. Komunal	Publik
Operasional	R. Suitport	Publik
	R. Persiapan Suitport	Publik
	Landasan MAV	Publik
	R. Workshop Rover	Semi-Private
	R. Pusat Komunikasi & Kontrol	Private
	R. Pengolahan Limbah	Private
	R. Pengolahan Air	Private
	R. AHU	Private

	R. Kontrol Listrik	Private
	Area Panel Surya	Publik
Produksi		
Material	R. Workshop Produksi Material	Semi-private
	R. Workshop <i>Rover</i> Penambang	Semi-private
	R. Penyimpanan Mineral	Private
Organik	Rumah Kaca	Publik
	R. Penyimpanan Makanan	Private
	<i>Cold Storage</i> ⁹	Private
	R. Kontrol LSS	Private
	R. ISRU	Private
Riset	R. Eksperimen	Publik
	R. Kantor Riset Geologi	Private
	R. Kantor Riset Biologi	Private
	R. Kantor Riset Kimia	Private
	R. Kantor Riset Botani	Private

Tabel 3.VI Pengelompokan Ruang base camp koloni Mars
Sumber : Analisa Pribadi

⁹ Gudang makanan yang didinginkan

3. Pengelompokan Ruang Mikro

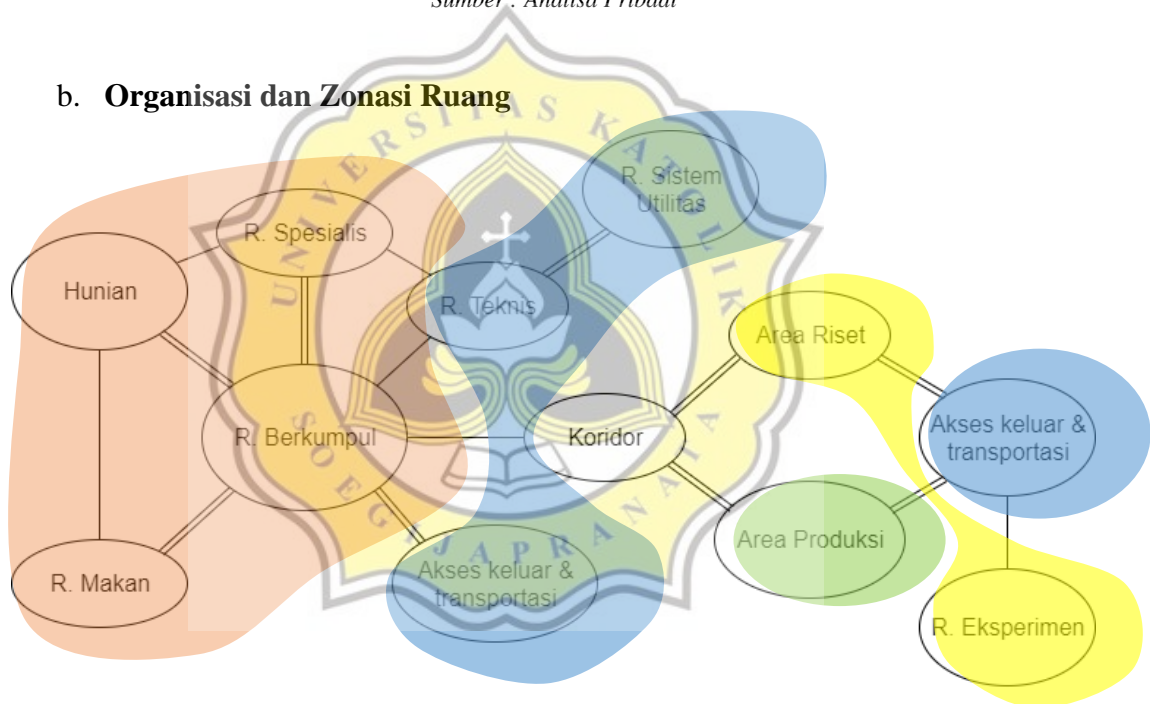
Pengelompokan ruang pada *base camp* dikelompokkan lagi berdasarkan kesamaan fungsi dari ruangan.

Kelompok Ruang	Ruangan
Hunian tempat tinggal	R. Tidur
	K. Mandi / WC
	R. Laundry
Ruang Berkumpul	R. Briefing
	Gym
	R. Komunal
Ruang Spesialis	R. Konsultasi
	R. Studio Arsitek
	R. Medis
	R. Bangsal Medis
Ruang Makan	Dapur
	R. Makan
	R. Penyimpanan Makanan
	<i>Cold Storage</i>
Akses Keluar & Transportasi	R. Airlock
	R. Persiapan Airlock
	Landasan MAV
	R. Workshop <i>Rover</i>
	R. Workshop <i>Rover</i> Penambang
Ruang Teknis	R. Pusat Komunikasi & Kontrol
	R. Kontrol Listrik
	Area Panel Surya
Ruang Sistem Utilitas	R. Pengolahan Limbah
	R. Pengolahan Air
Area Produksi	R. Workshop Produksi Material

	R. Penyimpanan Mineral
	R. Rumah Kaca
	R. Kontrol LSS
	R. ISRU
Area Riset	R. Eksperimen
	R. Kantor Riset Geologi
	R. Kantor Riset Biologi
	R. Kantor Riset Kimia
	R. Kantor Riset Botani

Tabel 3.VII Pengelompokan Ruang base camp koloni Mars
Sumber : Analisa Pribadi

b. Organisasi dan Zonasi Ruang



Gambar 3.14 Diagram Organisasi & Zonasi Ruang

Sumber : Analisa Pribadi

- = Zona Ruang Hunian
- = Zona Ruang Produksi Material & Organik
- = Zona Ruang Operasional
- = Zona Ruang Riset

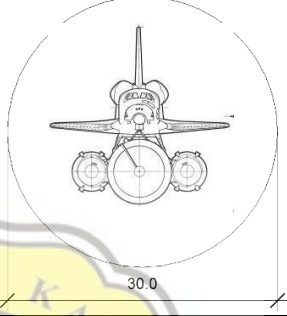
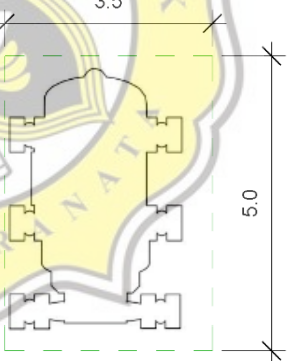
3.2 Analisa dan Program Tapak

Dibawah ini merupakan Analisa terkait jenis dan zonasi ruang luar dan Analisa luas lahan yaitu sebagai berikut :

3.2.1 Jenis Ruang Luar

a. Area Transportasi

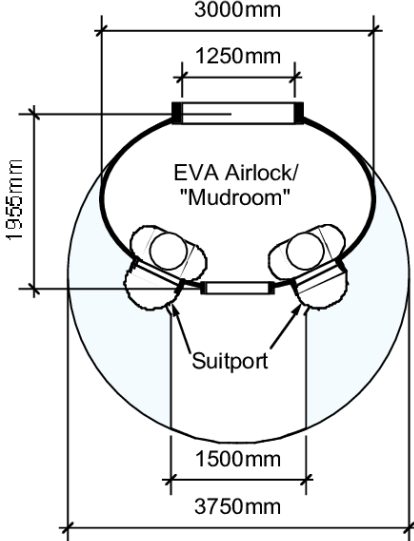
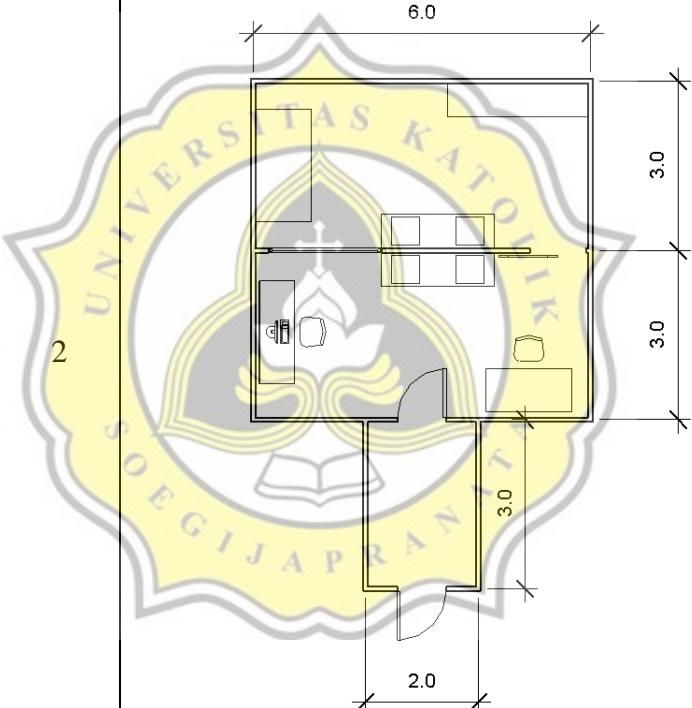
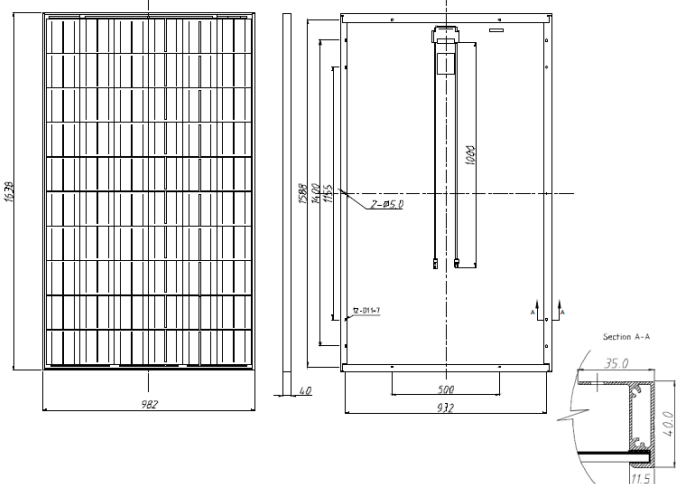
Area Transportasi pada ruang luar ini merupakan area parkir dan mendaratnya transportasi pengguna di lingkungan Mars sebagai berikut :

Nama Ruang	Jumlah	Analisa Bangunan	Luas (m2)
Landasan Peluncuran Raket	1	<p>Landasan Peluncuran Raket = Ø 30 m Raket Kapasitas 100 orang (BFR SpaceX) = Ø 9 m</p> 	706.5 m2
Loading Dock Rover	3	<p>Loading Dock Rover = 3.5 x 5 = 25.5 m2 Dimensi Rover = 3 m x 4.5 m</p> 	25.5 m2
TOTAL			732 m2
Sirkulasi 100 %			1464 m2

Tabel 3.VIII Analisa Luas Area Transportasi
Sumber : Analisa Pribadi

a. Fasilitas Outdoor

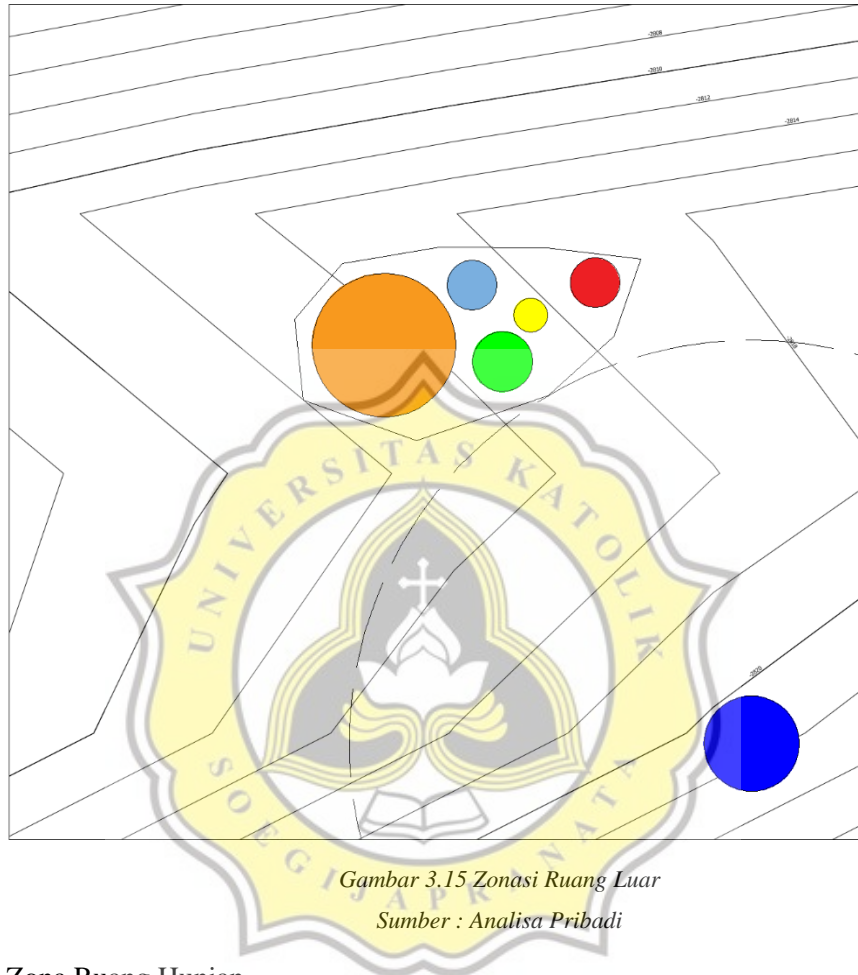
Nama Ruang	Jumlah	Analisa Bangunan	Luas (m2)
------------	--------	------------------	-----------

<p>Suitport</p>	<p>5</p>		<p>10.5 m²</p>
<p>R. Eksperimen</p>	<p>2</p>		<p>42 m² x 2 = 84 m²</p>
<p>Area Panel Surya 300W Keperluan Energi Listrik = 120 KW</p>	<p>400</p>		<p>1.7 m x 1 m = 1.7 m² x 400 = 680 m²</p>

TOTAL	774.5 m²
--------------	--------------------------------

*Tabel 3.IX Analisa Luas Area Fasilitas Outdoor
Sumber : Analisa Pribadi*

3.2.2 Zonasi Ruang Luar



*Gambar 3.15 Zonasi Ruang Luar
Sumber : Analisa Pribadi*

- = Zona Ruang Hunian
- = Zona Ruang Operasional
- = Zona Ruang Produksi Material & Organik
- = Zona Ruang Riset
- = Fasilitas Outdoor
- = Landasan Pendaratan Roket

Untuk peletakan landasan roket, maka landasan harus diletakkan jauh dari *base camp* untuk keamanan bangunan *base camp* dan tidak terkena debu dari roket. Dengan

asumsi maka jarak *clear area* roket yang aman dari *base camp* adalah dalam radius 125 m dari landasan.

3.2.3 Analisa Luas Lahan

Diketahui berdasarkan seluruh Analisa perhitungan kebutuhan luas, didapatkan rekapitulasi luasan sebagai berikut :

Nama Area	Kebutuhan Luas
Area Hunian	1301 m ²
Area Operasional	306 m ²
Area Produksi	620 m ²
Area Riset	325 m ²
Area Transportasi	1464 m ²
Area Fasilitas Outdoor	774.5 m ²
Total Luas	4790 m²

Tabel 3.X Analisa Luas Total Bangunan
Sumber : Analisa Pribadi

Diketahui bahwa antar area bangunan diperlukan beberapa fungsi area yang dipisahkan, seperti landasan roket dan ruang eksperimen di permukaan Mars. Selain itu, sampai saat ini belum ada peraturan yang mengatur regulasi bangunan di planet Mars, oleh karena itu maka luas tapak jika hanya menghitung Kawasan dari bangunan dan tidak memperhitungkan jarak antar landasan roket dan bangunan, luas tapak pada bangunan adalah **4790 m²**. Jika memperhitungkan akses dari area tapak menuju landasan roket sebagai bagian dari tapak, maka luas tapak menjadi **9133 m²**.

3.3 Analisa Potensi dan Kendala Fungsi Bangunan

Berikut merupakan analisa potensi dan kendala fungsi bangunan yang dikaitkan dengan aspek tapak dan lingkungan dimana data-data terkait gambaran tapak dan lingkungan telah di uraikan dalam sub bab 2.1.2 Kendala pada Lingkungan Mars dan sub bab 2.3 Gambaran Umum Lokasi dan Tapak.

3.3.1 Analisa Lingkungan Potensi dan Kendala Tapak

Pada sub bab 2.3 gambaran umum lokasi dan tapak telah diuraikan kondisi tapak dan lingkungannya, dan juga mengacu pada sub bab 2.1.2 kendala pada lingkungan Mars, berikut ini merupakan rangkuman terkait kondisi tapak, yang akan dijadikan dasar dari analisa potensi dan kendala yaitu sebagai berikut :

- Tapak terdapat pada lembah tertua Mars, yaitu Mawrth Vallis
- Kondisi topografi tapak yang terletak pada dinding kawah
- Kandungan mineral filosilikat dan jenis lainnya yang terdapat pada dinding kawah

a. Potensi Tapak

Mengacu pada rangkuman di atas, didapatkan potensi tapak sebagai berikut :

1. Lokasi tapak berada pada lembah tertua di Mars, dimana berpotensi sebagai bahan eksplorasi dan riset tentang kondisi Mars dulu bagi sektor pengguna eksplorasi dan penelitian ilmiah.
2. Kandungan mineral filosilikat dan jenis lainnya yang terdapat pada dinding kawah. Kandungan mineral filosilikat hanya bisa terbentuk jika terdapat senyawa air untuk membentuk mineral tersebut. Selain filosilikat, mineral-mineral lain juga menunjukkan adanya jejak air pada kawasan tapak. Dengan adanya air, maka air dapat digunakan untuk kebutuhan produksi dari *base camp*, baik itu air, oksigen, dan bahan bakar.
3. Kondisi topografi tapak yang terletak pada dinding kawah. Dengan lokasi tapak yang berada pada dinding kawah, yang berarti berada di bawah permukaan Mars, maka bangunan *base camp* dapat terlindungi sebagian dari sinar matahari dan badai debu yang berada pada permukaan Mars.

b. Kendala Tapak

Mengacu pada rangkuman di atas, didapatkan kendala tapak sebagai berikut :

1. Kondisi topografi tapak yang terletak pada dinding kawah. Sedangkan untuk membentuk bangunan *base camp* koloni, diperlukan kondisi tapak yang cukup datar dan juga pertimbangan perlunya lahan untuk perkembangan kawasan koloni.
2. Kandungan mineral yang terdapat pada dinding kawah memang dapat digunakan sebagai material bahan bangunan untuk *base camp*, itu berarti kandungan tanah yang ada di tapak merupakan tanah yang keras dan mengandung banyak mineral logam. Hal ini menjadi kendala dalam pertimbangan struktur bangunan.

3.3.2 Analisa Lingkungan Potensi dan Kendala Lingkungan

Pada sub bab 2.3 gambaran umum lokasi dan tapak telah diuraikan kondisi tapak dan lingkungannya, dan juga mengacu pada sub bab 2.1.2 kendala pada lingkungan Mars, berikut ini merupakan rangkuman terkait kondisi lingkungan, yang akan dijadikan dasar dari analisa potensi dan kendala yaitu sebagai berikut :

- Lokasi geografis tapak yang berada pada garis khatulistiwa Mars
- Radiasi GCR yang mematikan untuk manusia
- Kondisi suhu yang ekstrim bagi kelangsungan hidup manusia
- Badai debu yang kecil dan beracun bagi manusia
- Atmosfer Mars 100x lebih tipis daripada bumi
- Tekanan permukaan pada Mars yang lebih kecil 100x lipat dari bumi
- Tenaga surya hanya efektif sebesar 40% dari tenaga surya di bumi

a. Potensi Lingkungan

1. Lokasi tapak berada pada garis khatulistiwa Mars, hal ini berarti lokasi tapak berada pada bagian terhangat pada planet Mars dimana suhu pada lokasi tapak pada musim terpanas disana dapat mencapai 27 °C, yang merupakan suhu yang dapat ditinggali oleh manusia dan tidak terlalu ekstrim.
2. Atmosfer Mars 100x lebih tipis dari bumi, yang berarti kecepatan angin pada Mars tidak terlalu kencang pada planet Mars. Meskipun angin itu bertiup kencang, bahkan pada 60 mph (97 km / jam), akan tampak lebih seperti angin sepoi-sepoi, karena ketebalan atmosfer udara di Mars hanya 1 % dari Bumi.
3. Dengan pemahaman bahwa kekuatan angin adalah kepadatan atmosfer dikali dengan kecepatan angin, maka perhitungan menunjukkan kecepatan badai 60-mph di Mars akan terasa lebih seperti 6 mph (9,6 km / jam). (Howell, 2015)

b. Kendala Lingkungan

1. Radiasi GCR di Mars. Karena atmosfer Mars yang tipis dan tidak adanya magnetosfer yang menahan radiasi matahari, maka bangunan *base camp* harus memiliki pelindung radiasi yang menahan radiasi GCR.
2. Suhu ekstrim pada Mars memiliki rata-rata suhu $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik terdingin mencapai $-120\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik terhangat mencapai $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Oleh karena itu bangunan *base camp* harus memiliki insulasi yang memadai untuk menjaga suhu atmosfer di dalam *base camp* dalam tingkat yang layak.
3. Tekanan permukaan pada planet Mars hanya sebesar 1% dari bumi, maka tekanan permukaan di planet Mars akan berbeda 100x lipat dari tekanan di dalam *base camp*. Dengan tekanan permukaan yang sangat kecil, hal ini menyebabkan efek *Armstrong limit*, dimana pada kondisi tekanan permukaan menurun, maka titik mendidih pada air juga akan menurun sampai dibawah suhu tubuh manusia. Selain *Armstrong limit*, Tekanan permukaan Mars hanya sebesar 6.0 mbar, sedangkan tekanan permukaan pada bumi sebesar 1.013 mbar. Itu berarti dinding habitat harus dapat menahan perbedaan tekanan permukaan sebesar $10268.542264688\text{ kg/m}^2 / 1.006\text{ bar}$.
4. Tenaga surya di Mars hanya sebesar 40% dari tenaga surya di bumi, hal ini menyebabkan sumber daya listrik dengan tenaga surya tidak bisa bekerja dengan efektif, dan badai debu di Mars dengan durasi yang lama menyebabkan susahny mengandalkan sumber tenaga listrik hanya dari tenaga surya.