

PROYEK AKHIR ARSITEKTUR

Periode LXXIX Semester Genap, Tahun 2020/2021

LANDASAN TEORI DAN PEMROGRAMAN LUNAR EXPLORATION BASE



Disusun Oleh:

Kresno Widyatmoko

17.A1.0023

Dosen Pembimbing:

Gustav Anandhita, S.T., M.T.

NIDN : 062.210.890.4

**PROGRAM STUDI ARSITEKTUR
FAKULTAS ARSITEKTUR DAN DESAIN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**

2021

PROYEK AKHIR ARSITEKTUR

Periode LXXIX Semester Genap, Tahun 2020/2021

LANDASAN TEORI DAN PEMROGRAMAN

LUNAR EXPLORATION BASE

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Arsitektur



Gustav Anandhita, S.T., M.T.

NIDN : 062.210.890.4

**PROGRAM STUDI ARSITEKTUR
FAKULTAS ARSITEKTUR DAN DESAIN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**

2021

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

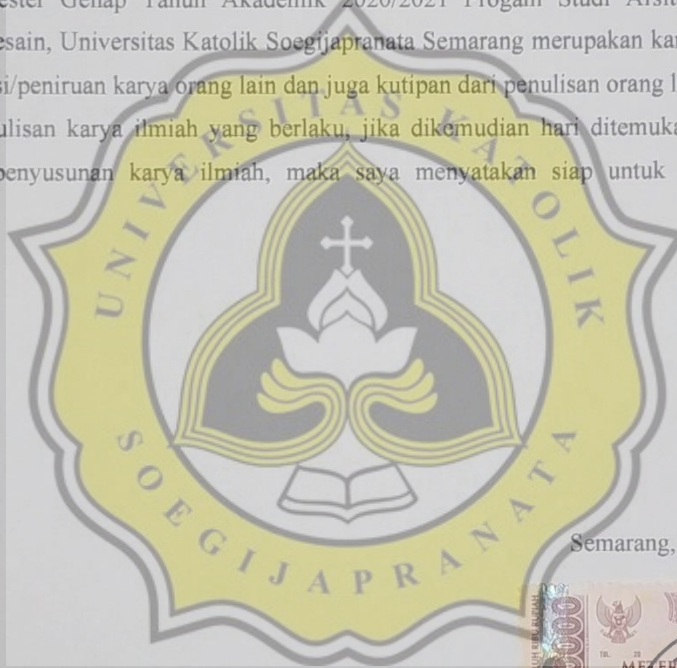
Nama : Kresno Widyatmoko

NIM : 17.A1.0023

Program Studi : Arsitektur

Fakultas : Arsitektur dan Desain Unika Soegijapranata

Menyatakan bahwa karya ilmiah dengan judul Lunar Exploration Base untuk Proyek Akhir Arsitektur periode 79 Semester Genap Tahun Akademik 2020/2021 Progam Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain, Universitas Katolik Soegijapranata Semarang merupakan karya ilmiah yang bebas dari plagiasi/peniruan karya orang lain dan juga kutipan dari penulisan orang lain ditunjukkan dengan cara penulisan karya ilmiah yang berlaku, jika dikemudian hari ditemukan suatu tindak plagiasi dalam penyusunan karya ilmiah, maka saya menyatakan siap untuk menerima dari konsekuensinya.



Semarang, 22 Maret 2021
Penyusun,



Kresno Widyatmoko
NIM : 17.A1.0023



HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir: : Lunar Exploration Base

Diajukan oleh : Kresno Widyatmoko

NIM : 17.A1.0023

Tanggal disetujui : 22 Maret 2021

Telah setuju oleh

Pembimbing : Gustav Anandhita S.T., M.T.

Penguji 1 : Ir. Robert Riyanto W. M.T.

Penguji 2 : Maria Damiana Nestri Kiswari S.T., M.Sc.

Penguji 3 : Dr. Ir. Krisprantono

Ketua Program Studi : Christian Moniaga S.T., M. Ars

Dekan : Dr. Dra. B. Tyas Susanti M.A.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=17.A1.0023

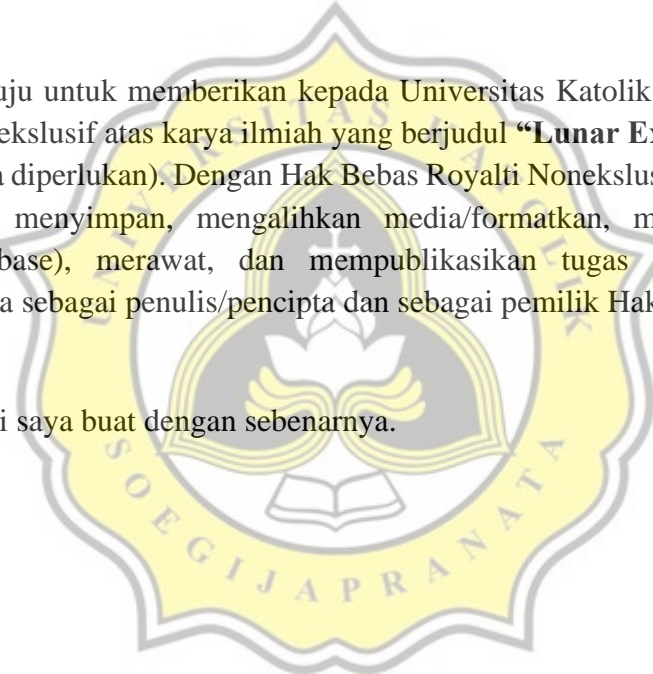
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Kresno Widyatmoko
Program Studi : Arsitektur
Fakultas : Arsitektur dan Desain
Jenis Karya : Laporan Teori dan Pemograman

Menyatakan setuju untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneklusif atas karya ilmiah yang berjudul **“Lunar Exploration Base”** beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (Database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencatumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Semarang, 13 Juli 2021

Penulis

Kresno Widyatmoko

PRAKATA

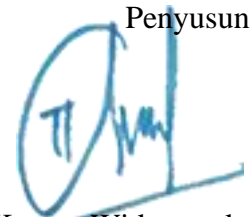
Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan YME atas rahmat dan berkat-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Landasan Teori dan Pemograman Proyek Akhir Arsitektur (PAA) Periode LXXIX dengan judul **Lunar Exploration Base dengan pendekatan Blobitecture** sebagai syarat dalam menempuh tugas Proyek Akhir Arsitektur tahap Landasan Teori dan Pemogram (PAA - LTP) Program Studi Arsitektur, Fakultas Arsitektur dan Desain Universitas Katolik SOEGIJAPRANATA Semarang.

Dalam penulisan laporan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu dalam penyusunan proposal Proyek Akhir Arsitektur tentang *Lunar Exploration Base* baik dalam dukungan moril maupun materiil. Ucapan terima kasih ditujukan kepada:

1. Gustav Anandhita, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing Proyek Akhir Arsitektur periode 79.
2. Ir. Yulita Titik S. M.T. selaku dosen koordinatur Proyek Akhir Arsitektur periode 79.
3. Bapak dan Ibu dosen penguji Proyek Akhir Arsitektur periode 79.
4. Dra. B. Tyas Susanti, M.A. selaku Dekan Fakultas Arsitektur dan Desain Universitas Katolik SOEGIJAPRANATA Semarang.
5. Christian Moniaga, S.T., M.Ars. selaku Ketua Program Studi Arsitektur Universitas Katolik SOEGIJAPRANTA Semarang.
6. Keluarga, Rekan dan Teman-teman yang telah membantu moril dan materiil dalam penyusunan proposal Proyek Akhir Arsitektur.

Semarang, 4 Januari 2021

Penyusun,



Kresno Widyatmoko

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR DIAGRAM.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
ABSTRAK.....	1
BAB 1 PENDAHULUAN.....	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Pernyataan Masalah.....	3
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	4
1.5 Orisinalitas.....	4
BAB 2 GAMBARAN UMUM	5
2.1 Gambaran Umum Fungsi	5
2.1.1 Terminologi Proyek.....	5
2.1.2 Feasibility Study	5
2.1.3 Gambaran Umum Fungsi Bangunan	6
2.1.4 Studi Preseden Fungsi Bangunan	6
2.2 Gambaran Umum Topik.....	7
2.3 Gambaran Umum Pengguna dan Aktivitas	8
2.3.1 Pengguna.....	8
2.3.2 Aktivitas.....	8

2.3.3	Kebutuhan dan Persyaratan Ruang	10
2.4	Gambaran Umum Lokasi dan Tapak.....	15
2.4.1	Gambaran Umum Lokasi.....	15
2.4.2	Gambaran Umum Tapak.....	18
2.5	Gambaran Umum Lingkungan Alami	20
2.5.1	Lingkungan Fisik	20
2.5.2	Klimatologi	28
BAB 3	ANALISIS DAN PEMROGRAMANAN ARSITEKTUR	32
3.1	Esensi Fungsi Bangunan	32
3.2	Analisis Kebutuhan Ruang.....	32
3.2.1	Studi Aktivitas	32
3.2.2	Alur Kegiatan.....	35
3.2.3	Jenis Ruang	37
3.2.4	Sifat Ruang	38
3.2.5	Persyaratan Ruang	39
3.3	Dimensi dan Skala Ruang	43
3.3.1	Ruang Dalam (Indoor).....	43
3.3.2	Ruang Luar/Tapak	46
3.4	Struktur Ruang	47
3.4.1	Hubungan Ruang	47
3.4.2	Zonasi Ruang	48
3.4.3	Organisasi Ruang.....	50
3.5	Analisa Lingkungan	50
3.5.1	Analisa Lingkungan Sekitar	50
3.5.2	Analisa Fisika Lingkungan	52
BAB 4	ANALISIS MASALAH	55
4.1	Analisis Masalah	55
4.1.1	Masalah Fungsi Bangunan dengan Aspek Pengguna	55
4.1.2	Masalah Fungsi Bangunan dengan Tapak	55
4.1.3	Masalah Fungsi Bangunan dengan Lingkungan di Luar Tapak	55
4.1.4	Masalah Fungsi Bangunan dengan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi.....	55
4.1.5	Masalah Fungsi Bangunan dengan Topik.....	55
4.2	Identifikasi Masalah	56
4.3	Pernyataan Masalah.....	56
BAB 5	LANDASAN TEORI.....	57

5.1 Landasan Teori In-situ Resource Utilization di Bulan	57
5.2 Landasan Teori Bentuk Bangunan	60
5.2.1 Teori Desain Blobitecture	60
5.2.2 Teori Desain Arsitektur Neo Futuristik	63
5.3 Landasan Teori Sistem Perlindungan.....	65
5.3.1 Sistem Perlindungan Masif.....	65
5.3.2 Sistem Perlindungan pada Bukaannya	66
5.4 Landasan Teori Sirkulasi.....	67
5.4.1 Organisasi Ruang.....	67
5.4.2 Hubungan Ruang	69
BAB 6 PENDEKATAN DESAIN.....	71
6.1 Pendekatan Konsep dari Setiap Pernyataan Masalah.....	71
6.2 Pendekatan Konsep Umum	72
BAB 7 LANDASAN KONSEPTUAL DESAIN	73
7.1 Tata Ruang Bangunan	73
7.1.1 Organisasi Ruang.....	73
7.1.2 Pembagian Massa Bangunan.....	73
7.2 Perancangan Bentuk Bangunan.....	74
7.3 Perancangan Struktur Bangunan.....	74
7.4 Perancangan Bahan Bangunan.....	75
7.4.1 Pelingkup Utama	75
7.4.2 Pelingkup Penunjang	76
7.4.3 Bukaannya	76
7.4.4 Pelingkup Pelindung	76
7.5 Perancangan Utilitas Bangunan.....	77
7.5.1 Utilitas untuk Air dan Oksigen	77
7.5.2 Utilitas untuk Pangan.....	77
7.5.3 Utilitas untuk Pakaian.....	77
7.5.4 Utilitas untuk Komunikasi.....	78
7.5.5 Utilitas untuk Listrik.....	78
7.6 Perencanaan Tata Ruang Tapak	78
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN.....	84
LEMBAR ANTI PLAGIASI	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Skema Lunar Exploration Base dan Lunar Gateway untuk persiapan Mars	5
Gambar 2 Lunar Stalactite	6
Gambar 3 Lunar Nomads	7
Gambar 4 International Base.....	7
Gambar 5 Artist's Rendering tentang Astronot Melakukan Aktivitas Sains dan Eksplorasi di Permukaan Bulan	8
Gambar 6 Astronot Steve Swanson (NASA) melakukan penelitian dengan fasilitas Veggie	9
Gambar 7 Astronot Aki Hoshide (JAXA) bekerja pada Multipurpose Small Payload Rack (MSPR)	9
Gambar 8 Astronot Michael Hopkins (NASA) melakukan pengetesan mengenai ultrasound eye imaging.....	10
Gambar 9 Api Pembakaran saat di Mikrogravitasi	10
Gambar 10 Astronot Chris Cassidy (NASA) dan Astronot Luca Parmitano (ESA) Bersiap untuk Mengenakan Pakaian Angkasawan/Spacesuit	11
Gambar 11 Desain Modul Tempat Tidur	13
Gambar 12 Cosmonot Roman Romanenko dan Astronot Michael Barratt Melakukan Pengecekan HMS CMRS (Health Maintenance System/Crew Medical Restraint System)	14
Gambar 13 Potongan Modul Cupola	14
Gambar 14 Astronot Alexander Gerst (ESA) menikmati pemandangan Bumi dari jendela Cupola ISS	14
Gambar 15 Space Agriculture	15
Gambar 16 Greenhouse Agriculture	15
Gambar 17 Kawah Malapert	16
Gambar 18 Potongan Kawah Malapert dengan Kutub Selatan.....	16
Gambar 19 Peta Kawah Florey	17
Gambar 20 Potongan Kawah Flarey dengan Kawah Whipple	17
Gambar 21 Peta Kawah Schrödinger	18
Gambar 22 Lokasi Pemetakan Tapak pada Kawah Schrödinger	19
Gambar 23 Peta Lokasi Kawah Schrödinger	19
Gambar 24 Peta Tapak.....	20
Gambar 25 Cekungan Kerucut Piroklastik Schrödinger	20
Gambar 26 Cekungan Kerucut Piroklastik	21
Gambar 27 Skema Potongan Cekungan Kerucut Piroklastik	21

Gambar 28 Peta Geologi dari Cekungan Schrödinger	22
Gambar 29 Skema ECLSS pada modul ISPR.....	24
Gambar 30 Estimasi Bandwidht untuk Lunar Base	24
Gambar 31 Ilustrasi Rangkaian Satelit di Orbit Bulan	25
Gambar 32 Bentuk Solar Array	25
Gambar 33 Water Recovery System.....	28
Gambar 34 Ilustrasi Gelombang Elektro Permukaan Bulan.....	29
Gambar 35 Ilustrasi Kandungan Air pada Permukaan Kawah Clavius	31
Gambar 36 Spacesuit Misi Program Artemis	40
Gambar 37 Dimensi International Standard Payload Rack (ISPR)	41
Gambar 38 Komponen ISPR.....	41
Gambar 39 Rak Express dengan 8 Loker Dek Tengah.....	41
Gambar 40 Modul Waste and Hygiene Compartment.....	42
Gambar 41 Modul WHC Misi STS-126	42
Gambar 42 Zonasi Level Lantai.....	50
Gambar 43 Organisasi Ruang Pola Linear.....	50
Gambar 44 Organisasi Ruang Pola Radial.....	50
Gambar 45 Kondisi Kawah Schrödinger	51
Gambar 46 Lintasan Garis Potong Kawasan Tapak	51
Gambar 47 Peta Penyebaran Suhu Cekungan Schrödinger pada frekuensi 37 GHz	52
Gambar 48 Distribusi Material Besi	53
Gambar 49 Distribusi Mineral Besi	53
Gambar 50 Parametrik Bentuk Struktur Pelindung dari Regolith	53
Gambar 51 Peta Kutub Selatan	54
Gambar 52 Manufacturing Device di International Space Station	58
Gambar 53 Proses Pencetakan Lapisan Pelindung dengan Regolith.....	59
Gambar 54 Aluminium Foam dari AlSi ₁₂	59
Gambar 55 Potongan Aluminium Foam	59
Gambar 56 Chicago Cloud Gate	61
Gambar 57 Water Pavilion Eindhoven Belanda	61
Gambar 58 Modul Sierra Nevada	62
Gambar 59 Prototipe Lunar Gateway Sierra Nevada.....	62
Gambar 60 Blobitecture untuk Perancangan International Habitat	63
Gambar 61 Futuroscope.....	64

Gambar 62 Konfigurasi Balok dan Tiang Pengaku	65
Gambar 63 Penutupan dengan RAF.....	65
Gambar 64 Skema Perlindungan dengan Lapisan Regolith.....	66
Gambar 65 Ilustrasi Lapisan Kaca Borosilika	66
Gambar 66 Organisasi Pola Linear	67
Gambar 67 Organisasi Pola Axial	67
Gambar 68 Organisasi Pola Radial	68
Gambar 69 Organisasi Pola Grid	68
Gambar 70 Organisasi Pola Terpusat.....	68
Gambar 71 Organisasi Pola Cluster	69
Gambar 72 Hubungan Ruang dengan Ruang.....	69
Gambar 73 Hubungan Ruang Menembus Ruang	70
Gambar 74 Hubungan Ruang dalam Ruang	70
Gambar 75 Organisasi Ruang Pola Linear.....	73
Gambar 76 Organisasi Ruang Pola Radial.....	73
Gambar 77 Zonasi Lantai.....	73
Gambar 78 Struktur Pneumatik dengan Sistem Air Inflated Structure.....	74
Gambar 79 Struktur Lapisan Luar Lunar Base	75
Gambar 80 Lapisan Struktur Jendela Cupola pada ISS	75
Gambar 81 Lapisan Micro-meteorid Orbital Debris.....	76
Gambar 82 Bentuk Foam dalam Pencetakan Struktur Pelindung.....	77
Gambar 83 Rencana Tata Ruang Tapak	78

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 1 Persyaratan Airlock Modul	11
Diagram 2 Persyaratan Habitat Modul.....	12
Diagram 3 Simulasi Model Kebutuhan Kru	23
Diagram 4 Alur Kerja Environmental Control and Life Support System.....	24
Diagram 5 Distribusi Sumber Tenaga Lunar Base	25
Diagram 6 Kebutuhan Metabolisme Manusia	26
Diagram 7 Distribusi Gas.....	27
Diagram 8 Alur Pengolahan Limbah Air	27
Diagram 9 Distribusi Air.....	28
Diagram 10 Proporsi Rutinitas Hari Kru per Jam.....	33
Diagram 11 Alur Kegiatan – Kru Astronautik.....	35
Diagram 12 Alur Kegiatan – Kru Peneliti	36
Diagram 13 Alur Kegiatan – Kru Teknisi.....	36
Diagram 14 Hubungan Ruang pada Habitat Modul.....	47
Diagram 15 Hubungan Ruang pada Agrikultur Modul	47
Diagram 16 Hubungan Ruang pada Servis Modul	48
Diagram 17 Zonasi Ruang Habitat Modul.....	48
Diagram 18 Zonasi Ruang Agrikultur Modul	49
Diagram 19 Zonasi Ruang Servis Modul.....	49
Diagram 20 Kajian Landasan Teori.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Identifikasi Sumber Daya Alam – Elemen dan Presentase Kuantitas di Bulan.....	22
Tabel 2 Estimasi Temperatur Permukaan Bulan.....	29
Tabel 3 Daftar Sumber Acuan Dimensi Ruang Dalam.....	43
Tabel 4 Dimensi Ruang Dalam.....	43
Tabel 5 Identifikasi Masalah.....	56



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel Kalkulasi Tenaga di Wilayah Bulan.....	84
Lampiran 2 Tabel Komposisi Permukaan Bulan, Batuan, dan Fraksi Mineral	85
Lampiran 3 Analisis Dimensi Ruang Dalam	86



ABSTRAK

Eksplorasi sumber daya Bulan menjadi sebuah potensi bisnis dalam waktu dekat untuk membantu penelitian dan pengembangan teknologi di Bulan. Persaingan dalam era *New Space Race* pada saat ini terjadi untuk melakukan eksplorasi sumber daya tambang di Bulan, sehingga kebutuhan fasilitas untuk bertahan hidup dan menetap di Bulan menjadi dasar penting untuk memulai eksplorasi dan juga kolonisasi di Bulan.

Kolonisasi di Bulan sendiri telah dimulai semenjak tahun 1969 dalam misi Apollo 11 dimana para astronot mendarat dipermukaan Bulan dan mengklaim area pendaratan tersebut dan menjadi fase pertama dalam kolonisasi di Bulan, selama kurun waktu tiga setengah tahun sudah terdapat dua belas astronot NASA yang telah menginjakkan kaki dipermukaan Bulan untuk melakukan pemetakan dan juga melakukan eksplorasi terhadap permukaan Bulan dan mengumpulkan sampel batuan dan *regolith* untuk dibawa di Bumi. Kebutuhan untuk pengadaan fasilitas bermukim di Bulan seperti *Lunar Base* akan dimulai semenjak tahun 2024 dengan misi program Artemis yang merupakan misi pengiriman kembali ke Bulan dengan gabungan beberapa negara dan Nasa menjadi pelaksana utama program.

Dengan memanfaatkan sumber daya in-situ dan dengan manufaktur aditif dapat membawa manfaat yang signifikan untuk konstruksi dan pengoperasian *Lunar base*. Akan tetapi, terdapat pengaruh lingkungan dalam pembangunan *Lunar base* seperti kondisi permukaan yang merupakan bebatuan, efek gravitasi Bulan, dan keterbatasan sumber daya seperti di Bumi menjadi pengaruh yang akan dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi dan pembentukan massa bangunan *Lunar exploration base*. Sehingga penerapan desain pada *Lunar Exploration Base* akan menggunakan pendekatan desain *Blobitecture* dengan mengadopsi bentuk alami lingkungan di sekitar.

Kata Kunci: blobitecture, bulan, eksplorasi bulan, lunar base, new space race