

PROYEK AKHIR ARSITEKTUR
Periode - 82, Semester Ganjil, Tahun 2022/2023

LANDASAN TEORI DAN PROGRAM

OBSERVATORIUM BERSTANDAR INTERNASIONAL DENGAN PENDEKATAN BIOMIMIKRI DI JAWA TIMUR

**Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Arsitektur**



Disusun Oleh :

Yohanes Christopher. H. / 18.A1.0016

Dosen Pembimbing :

Gustav Anandhita, ST.,MT
0622108904

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

Januari 2023

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yohanes Christopher Haryono
NIM : 18.A1.0016
Program Studi : Arsitektur
Fakultas : Arsitektur dan Desain
Universitas : Universitas Katolik Soegijapranata

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Proyek Akhir Arsitektur tahap Landasan Teori dan Program dengan judul "Observatorium Berstandar Internasional dengan Pendekatan Biomimikri di Jawa Timur" ini merupakan hasil karya, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri bebas dari plagiasi terhadap karya milik orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, apabila kemudian hari Proyek Akhir Arsitektur tahap Laporan Perancangan ini terdapat ketidakbenaran dalam pernyataan keaslian, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditentukan oleh pihak Universitas.

Semarang, 02 Januari 2023



Yohanes Christopher. H.

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Yohanes Christopher Haryono
Program Studi : Arsitektur
Fakultas : Arsitektur dan Desain
Jenis Karya : Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Non Eksklusif atas karya ilmiah yang berjudul "Observatorium Berstandar Internasional dengan Pendekatan Biomimikri di Jawa Timur" beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 02 Januari 2023

Yang Menyatakan

Yohanes Christopher. H.

18.A1.0016



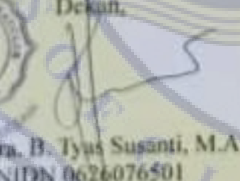
LEMBAR PENGESAHAN

PROYEK AKHIR ARSITEKTUR
PERIODE 82, SEMESTER GENAP, TAHUN 2022/2023
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR
FAKULTAS ARSITEKTUR DAN DESAIN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGLIAPRANATA

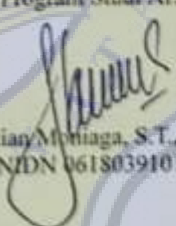
Judul : Observatorium Berstandar Internasional dengan Pendekatan
Biomimikri di Jawa Timur
Nama Mahasiswa : Yohanes Christopher, H.
NIM : 18.A1.0016
Nama Pembimbing : Gustav Anandhita, S.T., M.T
Dosen Penguji : 1. Ir. Ety Endang Listiati, MT
2. Dr. Ir. Albertus Sidharta Muljadinata, MT
3. Ir. Yulita Titik Sunarimahingsih, MT

Semarang, 02 Januari 2023
Mengetahui dan mengesahkan,

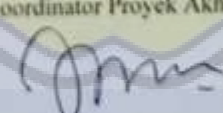
Dekan,


Dr. Dra. B. Tyas Suganti, M.A.
NIDN 0626076501

Ketua Program Studi Arsitektur,


Christian Montaga, S.T., M.Ars
NIDN 0618039101

Koordinator Proyek Akhir,


Ir. IM. Tri Hesti Mulyani, M.T
NIDN 0611086201

LEMBAR PENGESAHAN

**PROYEK AKHIR ARSITEKTUR
PERIODE 82, SEMESTER GENAP, TAHUN 2022/2023
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR
FAKULTAS ARSITEKTUR DAN DESAIN
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA**

Judul : Observatorium Berstandar Internasional dengan Pendekatan
Biomimikri di Jawa Timur
Nama Mahasiswa : Yohanes Christopher. H.
NIM : 18.A1.0016
Nama Pembimbing : Gustav Anandhita, S.T., M.T
Dosen Penguji : 1. Ir. Ety Endang Listiati, MT
2. Dr. Ir. Albertus Sidharta Muljadinata, MT
3. Ir. Yulita Titik Sunarimahingsih, MT

Semarang, 02 Januari 2023
Mengetahui dan mengesahkan,

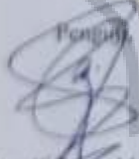
Pembimbing,

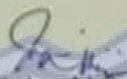

Gustav Anandhita, S.T., M.T.
NIDN: 0622108904


Penguji,

Penguji,

Penguji,


Dr. Ir. Albertus Sidharta Muljadinata, M.T.
NIDK: 8952150022


Ir. Ety Endang Listiati, M.T.
NIDK: 8935740022


Ir. Yulita Titik Sunarimahingsih, M.T.
NIDN: 0612066201

PRAKATA


Puji syukur saya panjatkan ke hadapan Tuhan Yang Maha Esa untuk hikmah serta karunia-Nya, pengarang bisa menyempurnakan tugas Landasan Teori dan Program Proyek Akhir Arsitektur dengan judul "Observatorium Berstandar Internasional dengan Pendekatan Biomimikri di Jawa Timur".

Pengarang berterima kasih pada Pak Gustav Anandhita, S.T., MT selaku Dosen Pembimbing mata kuliah Proyek Akhir Arsitektur, serta kerabat maupun teman-teman yang telah memberikan dukungan sehingga dapat terselesaikannya landasan teori dan program ini.

Judul yang saya pilih ini bertujuan untuk memberikan rancangan dan penyusunan tentang Observatorium Internasional di Jawa Timur. Selain melakukan pembangunan bersifat *sustainable* dan adaptif terhadap alam, diharapkan bangunan dapat berdiri dengan jangka waktu yang lama dan memberikan manfaat pada setiap aspek.

Saya sebagai penulis menyadari jika adanya kesalahan atau kekurangan pada Tugas Akhir yang saya kerjakan. Oleh sebab itu, saya berharap ada saran dan masukan untuk tugas yang saya kerjakan agar menjadi lebih baik. Sebagai penulis saya berharap agar apa yang telah dituliskan ini dapat memberi manfaat kepada para pembacanya.

Semarang, 02 Januari 2022



Yohanes Christopher. H.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN	i
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xxvii
DAFTAR DIAGRAM	xxxi
ABSTRAK	xxxiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Permasalahan	1
1.2. Pernyataan Masalah	3
1.3. Tujuan	3
1.4. Manfaat	3
1.5. Orisinalitas	4
BAB 2 GAMBARAN UMUM	6
2.1. Gambaran Umum Fungsi	6
2.1.1. Terminologi/Pengertian Proyek	6
2.1.2. Karakteristik Fungsi Bangunan	6
2.1.2.1. Persyaratan Khusus Bangunan Observatorium Berstandar Internasional	10
2.1.2.2. Gambaran Aktivitas	19
2.1.2.3. Gambaran Fasilitas	20
2.2. Gambaran Umum Lokasi	20
2.2.1. Urgensi terkait Kota yang dipilih	20
2.2.1.1. Analisis Pemilihan Tempat	23
2.2.1.2. Fenomena dan Isu di Lapangan	30
	vi

2.2.2.	Tata Ruang Kawasan	31
2.2.2.1.	Peraturan yang Berkait	35
2.2.2.2.	Karakteristik Kawasan dan Bangunan Sekitar	35
2.2.2.3.	Sistem Jaringan dan Utilitas Kawasan	44
2.2.2.4.	Sistem Pergerakan Kota	47
2.2.2.5.	Kondisi Kontur, Iklim, Geologi, dan Kosmik	48
BAB 3 ANALISIS PROGRAM ARSITEKTUR		64
3.1.	Analisis Fungsi Bangunan	64
3.1.1.	Kapasitas dan Karakteristik Pengguna	64
3.1.1.1.	Kapasitas	64
3.1.1.2.	Karakteristik Pengguna	69
3.1.2.	Kegiatan yang Terjadi	72
3.1.2.1.	Pergerakan Kegiatan	72
3.1.2.2.	Kebutuhan Kegiatan	73
3.1.2.3.	Dampak Kegiatan	74
3.1.3.	Program Ruang	74
3.1.3.1.	Kebutuhan Ruang	74
3.1.3.2.	Analisis Besaran Ruang	78
3.1.3.3.	Persyaratan Ruang	111
3.1.3.4.	Skala Ruang	112
3.1.4.	Struktur Organisasi Ruang	113
3.1.4.1.	Pengelompokkan Ruang	113
3.1.4.2.	Organisasi Ruang	114
3.1.4.3.	Alur Pergerakan Ruang	115
3.2.	Analisis dan Program Tapak	118
3.2.1.	Pemilihan Tapak	118
3.2.1.1.	Identifikasi Eksisting Tapak	119
3.2.1.2.	Hubungan Tapak dengan Lingkungan	120

3.2.2.	Analisis Tapak	121
3.2.3.	Program Tapak	122
3.2.3.1.	Kebutuhan Ruang Luar	122
3.2.3.2.	Dimensi Ruang Luar	122
3.2.3.3.	Skala Ruang Luar	123
3.3.	Analisis Struktur dan Sistem Bangunan	124
3.3.1.	Struktur dan Konstruksi	124
3.3.1.1.	Kasus Muatan	124
3.3.1.2.	Bentuk Penutup	124
3.3.1.3.	Shutter	127
3.3.1.4.	Bogie dan Penggerak	128
3.3.1.5.	Pelindung Cuaca	130
3.3.2.	Sistem Bangunan	130
3.3.2.1.	Jenis Sistem Konfigurasi	130
3.3.2.2.	Sistem Pembilasan dan Perlindungan Angin	134
3.3.2.3.	Sistem Termal	135
3.4	Analisis Lingkungan Buatan	136
3.4.1	Analisis Bangunan Sekitarnya	136
3.4.2	Analisis Transportasi dan Utilitas Kota	137
3.4.3	Analisis Vegetasi	138
3.5	Analisis Lingkungan Alami	138
3.5.1	Analisis Klimatik	138
3.5.1.1.	Fraksi Langit	138
3.5.1.2.	Velositas Angin	139
3.5.1.3.	Kenyamanan Termal	140
3.5.1.4.	Kelembaban	141
3.5.1.5.	Jalur dan Radiasi Matahari	141
3.5.1.6.	Curah Hujan	145

3.5.2	Analisis Lanskap	145
3.5.2.1.	Topografi	145
3.5.2.2.	Tanah	146
BAB 4 PENELUSURAN MASALAH DESAIN		147
4.1	Analisa Masalah	148
4.1.1	Masalah Fungsi Bangunan dengan Aspek Pengguna	148
4.1.1.1.	Analisis Potensi Pengguna	148
4.1.1.2.	Analisis Kendala Pengguna	149
4.1.2	Masalah Fungsi Bangunan dengan Persyaratan Khusus	149
4.1.2.1.	Analisis Potensi Persyaratan Khusus	150
4.1.2.2.	Analisis Kendala Persyaratan Khusus	150
4.1.3	Masalah Fungsi Bangunan dengan Tapak	150
4.1.3.1.	Analisis Potensi Tapak	151
4.1.3.2.	Analisis Kendala Tapak	151
4.1.4	Masalah Fungsi Bangunan dengan Lingkungan di Luar Tapak	151
4.1.4.1.	Analisis Potensi Lingkungan	151
4.1.4.2.	Analisis Kendala Lingkungan	151
4.1.5	Masalah Fungsi Bangunan, Lingkungan, dan Topik atau Tema yang akan Diangkat	152
4.1.5.1.	Analisis Potensi Topik Pendekatan	152
4.1.5.2.	Analisis Kendala Topik Pendekatan	152
4.2	Identifikasi Permasalahan	153
4.3	Pernyataan Masalah	153
BAB 5 LANDASAN TEORI		155
5.1	Landasan Teori pada Persyaratan Khusus	155
5.1.1	<i>Passive Cooling</i> secara Umum	155
5.1.1.1.	Naungan Surya	156
5.1.1.2.	Insulasi	160
5.1.1.3.	Teknik Ventilasi Induksi	161

5.1.1.4.	Pendinginan Radiatif	163
5.1.1.5.	Pendinginan Evaporatif	164
5.1.1.6.	Kopling Tanah	165
5.1.1.7.	Pendinginan Pengereng	167
5.1.2	Emisivitas Material Bangunan	167
5.1.2.1.	Konsep Emisivitas Rendah	168
5.1.2.2.	Material Transparan	170
5.1.2.3.	Material Buram	173
5.1.2.4.	Bahan dengan Emisivitas Rendah sebagai bagian dari Solusi Hemat Energi	175
5.1.3	Bentuk Bangunan Aerodinamis	183
5.1.3.1.	Efek Angin pada Bangunan	183
5.1.3.2.	Pedoman dan Konfigurasi Struktural	184
5.1.3.3.	Pedoman dan Konfigurasi Arsitektural	186
5.2	Landasan Teori pada Aspek Tapak	191
5.2.1	Struktur Kontur	191
5.2.1.1.	Dinding Penahan Tanah	192
5.2.1.2.	Pencegahan Erosi	194
5.2.2	Sistem Utilitas	196
5.2.2.1.	Energi Matahari dan Angin	196
5.2.2.2.	Pengolahan Air Bersih dan Kotor	207
5.3	Landasan Teori pada Aspek Lingkungan	211
5.3.1	Arsitektur Kamufase	211
5.3.1.1.	Karakteristik dan Jenis Bangunan berdasarkan Konsep Kamufase	211
5.3.1.2.	Definisi dan Metode Desain	214
5.4	Landasan Teori pada Topik Pendekatan <i>Biomimicry</i>	215
5.4.1	Biomimetic	215
5.4.1.1.	Preseden Pengembangan Solusi Permasalahan melalui Biomimikri	218
BAB 6 PENDEKATAN DAN LANDASAN PERANCANGAN		231

6.1	Pendekatan Konsep Umum	231
6.2	Pendekatan Perancangan Konsep pada Persyaratan Khusus	232
6.3	Pendekatan Perancangan Konsep pada Tapak dan Lingkungan	232
6.4	Pendekatan Perancangan Konsep pada <i>Biomimicry</i>	232
6.5	Landasan Perancangan Tata Ruang Bangunan	233
6.6	Landasan Perancangan Bentuk Bangunan	234
6.7	Landasan Perancangan Struktur Bangunan & Teknologi	235
6.7.1	Struktur Badan dan Atap Bangunan	237
6.8	Landasan Perancangan Bahan Bangunan	238
6.8.1	Material Pondasi	238
6.8.2	Material Pelingkup Bangunan	238
6.8.2.1.	Material Dinding Interior	238
6.8.2.2.	Material Plafond	239
6.8.2.3.	Material Lantai	239
6.8.2.4.	Material Atap	241
6.9	Landasan Perancangan Wajah Bangunan	241
6.10	Landasan Perancangan Tata Ruang Tapak	242
6.11	Landasan Perancangan Utilitas Bangunan	242
6.11.1	Sistem Utilitas Air Bersih	242
6.11.2	Rainwater Harvesting	243
6.11.3	Sistem Utilitas Air Kotor	243
6.11.4	Sistem Keselamatan	246
6.11.5	Penerapan <i>Renewable Energy</i>	246
6.11.6	Perhitungan Konsumsi Daya Listrik	247
6.11.7	Sistem Penghawaan	248
6.11.8	Sistem Pencahayaan	250
	DAFTAR PUSTAKA	254

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Opasitas atmosfer Bumi ke langit gelombang panjang yang berbeda-beda (Sumber: Ground Telescopes, Liverpool John Moores University)	7
Gambar 2. Perkembangan Bangunan sesuai Tipe Observatorium (Sumber: Typology of astronomical observatories, Waumans : 2013)	9
Gambar 3. Perkembangan relasi ruang instrument dengan bangunan (Sumber: Typology of astronomical observatories, Waumans : 2013)	9
Gambar 4. Perkembangan karakteristik bangunan observatorium (Sumber: Typology of astronomical observatories, Waumans : 2013)	10
Gambar 5. Konfigurasi massa observatorium (Sumber: Typology of astronomical observatories, Waumans : 2013)	10
Gambar 6 . Representasi skematik dari berbagai lapisan dimana pengamatan dilakukan. (studi kasus pulau) (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	11
Gambar 7. Kepadatan spektrum energi dari angin didalam penutup dengan teleskop mengarah ke zenith (kurva tengah) dibandingkan dengan angin diluar (kurva atas). Kepadatan spektrum energi untuk penutup dengan posisi tertutup ditunjukkan untuk referensi (kurva bawah). (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	12
Gambar 8. Di kiri, kepadatan spektrum energi di dalam penutup teleskop dibandingkan dengan angin diluar. Walaupun amplitudo berkurang banyak, angin yang di dalam penutup mungkin masih merusak kualitas gambar karena spektrum energi berpindah ke frekuensi yang tinggi yang merentankan struktur teleskop atau sistem kaca aktif. Di sebelah kanan, kepadatan spektrum energi dari angin di tiga lahan astronomi. Tenaga spektra digantikan secara vertikal untuk kejelasan, namun mempunyai magnitudo yang sama. Garis lurus di model Davenport, yang dimana valid untuk aliran yang tidak terganggu di alas terbuka. Jumlah energi yang tinggi antara 8 dan 30 Hz dibandingkan dengan model Davenport diasumsikan sebagai pengukuran artefak. (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	13
Gambar 9. Prinsip dasar kontrol termal penutup kubah di malam (kiri) dan siang (kanan) (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	14
Gambar 10. Memisahkan dermaga teleskop dari bangunan untuk meminimalisir transmisi vibrasi. (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	16
Gambar 11. Bahan penyerap diberi pada dasar bangunan untuk menghindari adanya transmisi vibrasi ke dermaga (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	17
Gambar 12. Pemasangan alat berat pada kubah untuk <i>maintenance</i> (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	17
Gambar 13. Observing Deck (Sumber: NYC Observation Deck)	19
Gambar 14. Ruang Teleskop (Sumber: TMT International Observatory)	19
Gambar 16. Ruang Ceramah (Sumber: Steward Observatory)	19

Gambar 15. Perpustakaan (Sumber: Allegheny Observatory)	19
Gambar 18. <i>Housing</i> (Sumber: Arecibo Observatory)	19
Gambar 17. Galeri (Sumber: Royal Observatory)	19
Gambar 19. <i>Lounge</i> (Sumber: The Observatory Theatre)	19
Gambar 20. Ruang Kontrol (Sumber: NASA)	19
Gambar 21. Sebaran tenaga kerja litbang industri berdasarkan provinsi tahun 2016 (Sumber: Lanskap Ilmu Pengetahuan dan Teknologi di Indonesia, Ristekdikti : 2017)	20
Gambar 22. Sebaran tenaga kerja litbang industri berdasarkan klasifikasi pekerjaan (Sumber: Lanskap Ilmu Pengetahuan dan Teknologi di Indonesia, Ristekdikti : 2017)	21
Gambar 23. Pemetaan kekuatan institusi Iptek setiap provinsi (Sumber: Lanskap Ilmu Pengetahuan dan Teknologi di Indonesia, Ristekdikti : 2017)	21
Gambar 24. Sebaran pusat unggulan Iptek setiap provinsi (Sumber: Lanskap Ilmu Pengetahuan dan Teknologi di Indonesia, Ristekdikti : 2017)	22
Gambar 25. Sebaran kawasan sains dan teknologi (STP) berdasarkan area 2016 (Sumber: Lanskap Ilmu Pengetahuan dan Teknologi di Indonesia, Ristekdikti : 2017)	22
Gambar 26. Peta Indonesia; (A) Sumatra, (B) Jawa, Bali, dan NTB, (C) NTT, (D) Sulawesi, (E) Papua. Nomor identifikasi yang tercantum di peta mengindikasikan posisi tempat yang akan dianalisis (Sumber: Clear sky fraction above Indonesia: an analysis for astronomical site selection, T. Hidayat : 2012)	23
Gambar 27. Fraksi Malam per Tahun dari 1996 - 2010; (A) Sumatra, (B) Jawa, Bali, dan NTB, (C) NTT, (D) Sulawesi, (E) Papua. Perbandingan antara lokasi tiap daerah (garis selain merah) dengan Lembang (garis merah) (Sumber: Clear sky fraction above Indonesia: an analysis for astronomical site selection, T. Hidayat : 2012)	25
Gambar 28. Perbandingan Peluang Langit yang lebih Cerah 2022. Persentase waktu saat langit cerah, sebagian besar cerah, atau sebagian berawan (yaitu, kurang dari 60% langit tertutup awan). Sempol (Jawa), Sembalun Lawang (NTB), Bitobe (NTT). (Sumber: Weatherspark)	27
Gambar 29. Perbandingan Peluang Kondisi Panas dan Lembab 2022. Persentase waktu yang lembab , menyengat, atau panas dan lembab (yaitu, titik embun lebih besar dari 18°C). Sempol (Jawa), Sembalun Lawang (NTB), Bitobe (NTT). (Sumber: Weatherspark)	27
Gambar 30. Rata-rata fraksi langit cerah per tahun di Indonesia dari 1996-2010. Dapat dilihat bahwa bagian Tenggara secara konstan cerah. (Sumber: Clear sky fraction above Indonesia: an analysis for astronomical site selection, T. Hidayat : 2012)	28
Gambar 31. Periode Istirahat Gunung Ijen (Sumber: Perencanaan Kontinjensi Kabupaten Bondowoso dalam Menghadapi Ancaman Letusan Gunung Ijen, BNPB : 2011)	31
Gambar 32. Peta Administrasi Kabupaten Bondowoso (Sumber: Pemerintah Kabupaten Bondowoso : 2021)	31
Gambar 33. Peta Wilayah Kabupaten Bondowoso dalam Peta Jawa Timur (Sumber: Kabupaten	

Bondowoso dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	32
Gambar 34. Peta Wilayah Kecamatan Ijen (Sumber: Kecamatan Ijen dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	33
Gambar 35. Lokasi Kawasan Kecamatan Ijen yang dipilih untuk Perencanaan Bangunan (Sumber: Analisis Pribadi)	34
Gambar 36. Karakteristik Bangunan sekitar Kawasan yang dipilih. Dari kiri; 1. Desa Kaligedang, 2. Desa Jampit, 3. Desa Kalisat, 4. Desa Kalianyar, 5. Desa Sempol, 6. Desa Sumber Rejo, 7. PT Medco Energy Geothermal, 8. TWA Kawah Ijen (Sumber: Analisis Pribadi)	35
Gambar 37. Titik Permukiman Lokasi Kawasan yang dipilih (Sumber: Analisis Pribadi)	37
Gambar 38. Kawasan Hutan Lindung dan Hutan Produksi (Sumber: Balai BKSDA Jawa Timur)	39
Gambar 39. Kawasan Ruang Bencana Gunung Ijen (Sumber: PVMBG)	40
Gambar 40. Kawasan Zona Kerentanan Pergerakan Tanah (Sumber: PVMBG)	41
Gambar 41. Peta Rencana Jaringan Jalan Kabupaten Bondowoso (Sumber: Pemerintah Kabupaten Bondowoso BPPD)	44
Gambar 42. Peta Lokasi Daerah Irigasi Kabupaten Bondowoso (Sumber: DPUAIR Jatim)	45
Gambar 43. Peta Administrasi Kabupaten Bondowoso (Sumber: Penyusunan Kebijakan Pengembangan Wilayah Tahun 2020 Kebijakan Satu Peta, Pemerintah Kabupaten Bondowoso : 2021)	47
Gambar 44. Peta Topografi Kabupaten Bondowoso (Sumber: BNPB, 2010)	48
Gambar 45. Topografi Kawasan yang dipilih (Sumber: Analisis Pribadi)	50
Gambar 46. Rata-rata suhu Tertinggi dan Terdingin di Sempol. Suhu rata-rata harian tertinggi (garis merah) dan terdingin (garis biru), dengan pita persentil ke-25 hingga ke-75 dan ke-10 hingga ke-90. Garis putus-putus tipis adalah suhu rata-rata yang dirasakan. (Sumber: Weatherspark)	51
Gambar 47. Suhu rata-rata per jam di Sempol. Suhu rata-rata per jam, diberi kode warna ke dalam pita. Lapisan berbayang menunjukkan malam dan aram sipil. (Sumber: Weatherspark)	52
Gambar 48. Peluang presipitasi di Sempol. Persentase hari di mana berbagai jenis presipitasi diamati, tidak termasuk jumlah jejak: hujan saja, salju saja, dan campuran (baik hujan maupun salju turun pada hari yang sama). (Sumber: Weatherspark)	53
Gambar 49. Rata-rata curah hujan di Sempol. Curah hujan rata-rata (garis padat) terakumulasi selama periode geser 31 hari yang berpusat pada hari tersebut, dengan pita persentil ke-25 hingga ke-75 dan ke-10 hingga ke-90. Garis putus-putus tipis adalah curah salju rata-rata yang sesuai. (Sumber: Weatherspark)	53
Gambar 50. Tingkat kenyamanan kelembaban di Sempol. Persentase waktu yang dihabiskan pada berbagai tingkat kenyamanan kelembaban, yang dikategorikan menurut titik embun.. (Sumber: Weatherspark)	54

- Gambar 51.** Kecepatan angin rata-rata di Sempol. Rata-rata kecepatan angin per jam rata-rata (garis abu-abu tua), dengan pita persentil ke-25 hingga ke-75 dan ke-10 hingga ke-90.. (Sumber: Weatherspark) 55
- Gambar 52.** Arah angin di Sempol. Persentase waktu arah angin rata-rata berasal dari masing-masing dari empat titik mata angin, tidak termasuk waktu ketika kecepatan angin rata-rata kurang dari 1,6 km/jam. Area berwarna terang di perbatasan adalah persentase jam yang dihabiskan di arah tengah tersirat (timur laut, tenggara, barat daya, dan barat laut). (Sumber: Weatherspark) 56
- Gambar 53.** Hasil pengolahan NDVI dari data hasil citra area (Sumber: Penentuan Suhu Permukaan Tanah Kawah Wurung – Ijen Jawa Timur menggunakan Citra Landsat 8 Sebagai Studi Pendahuluan Dalam Survei Eksplorasi Panas Bumi, S. A. Ermanto : 2017) 56
- Gambar 54.** Peta LST (*Land Surface Temperature*) area (Sumber: Penentuan Suhu Permukaan Tanah Kawah Wurung – Ijen Jawa Timur menggunakan Citra Landsat 8 Sebagai Studi Pendahuluan Dalam Survei Eksplorasi Panas Bumi, S. A. Ermanto : 2017) 57
- Gambar 55.** Rata-rata Suhu Air di Sempol. Suhu air rata-rata harian (garis ungu), dengan pita persentil ke-25 hingga ke-75 dan ke-10 hingga ke-90. (Sumber: Weatherspark) 58
- Gambar 56.** Peta Geologi G. Kawah Ijen (Sumber: PVMBG) 58
- Gambar 57.** Jam Siang dan Malam di Sempol. Jumlah jam matahari terlihat (garis hitam). Dari bawah (paling kuning) ke atas (paling abu-abu), pita warna menunjukkan: siang hari penuh, senja (sipil, laut, dan astronomi), dan malam penuh. (Sumber: Weatherspark) 59
- Gambar 58.** Matahari Terbit dan Terbenam dengan Malam di Sempol. Hari dengan matahari sepanjang tahun 2022. Dari bawah ke atas, garis hitam tersebut adalah matahari tengah malam sebelumnya, matahari terbit, siang matahari, matahari terbenam, dan tengah malam matahari berikutnya. Siang, senja (sipil, laut, dan astronomi), dan malam ditandai dengan pita warna dari kuning hingga abu-abu. (Sumber: Weatherspark) 59
- Gambar 59.** Ketinggian *Solar & Azimuth* di Sempol. Ketinggian *Solar & Azimuth* selama 2022. Garis hitam adalah garis elevasi matahari konstan (sudut matahari di atas cakrawala, dalam derajat). Warna latar belakang mengisi menunjukkan azimuth (bantalan kompas) matahari. Daerah berwarna ringan di batas-batas titik kompas kardinal menunjukkan arah menengah tersirat (timur laut, tenggara, barat daya, dan barat laut). (Sumber: Weatherspark) 60
- Gambar 60.** Rata-rata kejadian sinar matahari gelombang pendek per bulan di Sempol. Energi matahari gelombang pendek rata-rata harian mencapai tanah per meter persegi (garis oranye) pada pita persentil ke-25 hingga ke-75 dan ke-10 hingga ke-90. (Sumber: Weatherspark) 61
- Gambar 61.** Bulan Terbit, Tenggelam & Fase di Sempol. Waktu saat bulan berada di atas cakrawala (area biru muda), dengan bulan baru (garis abu-abu tua) dan bulan purnama (garis biru) diindikasikan. Lapisan berbayang menunjukkan malam dan aram sipil. (Sumber: Weatherspark) 62
- Gambar 62.** Kategori Tutupan Awan di Sempol. Persentase waktu yang dihabiskan di setiap pita tutupan awan, yang dikategorikan menurut persentase langit yang tertutup awan. (Sumber: Weatherspark) 62
- Gambar 63.** Okultasi Venus oleh Bulan (Sumber : Aplikasi) 63

Gambar 64. Bulan Purnama Super (Sumber: Aplikasi)	63
Gambar 65. Komet C/2017 K2 seusan Bulan Purnama Super (Sumber : Aplikasi)	63
Gambar 66. Okultasi Uranus oleh Bulan (Sumber: Aplikasi)	63
Gambar 67. Hujan Meteor Perseid (Sumber: Aplikasi)	63
Gambar 68. Data Fungsional LAPAN 2022 (Sumber : LAPAN)	65
Gambar 69. Data SDM LAPAN 2022 (Sumber : LAPAN)	66
Gambar 70. Teleskop Refraktor Ganda Zeiss (Sumber : Observatorium Bosscha)	73
Gambar 71. Meja Optik PT-01PT (Sumber : id.pdvstage.com)	73
Gambar 72. Rel Lensa Optik (Sumber : jejak88.wordpress.com)	73
Gambar 73. Laser Helium-Neon (Sumber: PASCO scientific)	73
Gambar 74. Mesin Bubut CNC (Sumber: DMTG)	73
Gambar 75. Mesin Las (Sumber: Krisbow)	74
Gambar 76. Standar Minimum Besar Ruang Observasi (Sumber : Setting Up a Small Observatory From Concept to Construction)	78
Gambar 77. Dimensi Teleskop $\varnothing = 1,5$ m (Sumber : observatorysolutions)	79
Gambar 78. Teleskop PW1000 1-Meter <i>Observatory System</i> (Sumber : observatorysolutions.com)	80
Gambar 79. Dimensi Teleskop PW1000 1-Meter <i>Observatory System</i> (Sumber : planewave.com)	80
Gambar 80. Teleskop PW1000 1-Meter <i>Observatory System</i> (Sumber : observatorysolutions.com)	80
Gambar 81. Teleskop <i>PlaneWave Ritchey-Chrétien 24" Optical Tube</i> (Sumber : observatorysolutions.com)	81
Gambar 82. Dimensi Teleskop <i>PlaneWave Ritchey-Chrétien 24"</i> (Sumber : planewave.com)	81
Gambar 83. Dimensi Teleskop <i>PlaneWave CDK 12,5"</i> (Sumber : planewave.com)	81
Gambar 84. Teleskop <i>PlaneWave CDK 12,5"</i> (Sumber : planewave.com)	82
Gambar 85. Tipe <i>Shutter A</i> (kiri) dan Tipe <i>Shutter B</i> (kanan) (Sumber : ashdomes.com)	82
Gambar 86. Tipikal Kubah Teleskop (Sumber : observadome.com)	83
Gambar 87. Studi Ruang Gerak Teleskop dengan Dudukan Tipe <i>Fork</i> (Sumber: Analisis Pribadi)	83
Gambar 88. Studi Ruang Gerak Teleskop dengan Dudukan Tipe <i>German Equatorial</i> (Sumber :	

Analisis Pribadi)	84
Gambar 89. Studi Kebutuhan Ruang Perabot Pelengkap (Sumber : Analisis Pribadi)	84
Gambar 90. Studi Ruang Gerak Pengunjung dan Petugas (Sumber : Analisis Pribadi)	85
Gambar 91. Studi Ruang Gerak Teleskop Reflektor $\varnothing = 1,5$ m (Sumber : Analisis Pribadi)	85
Gambar 92. Studi Ruang Gerak Teleskop Reflektor $\varnothing = 1,0$ m (Sumber : Analisis Pribadi)	86
Gambar 93. Studi Ruang Gerak Teleskop Reflektor $\varnothing = 0,6$ m (Sumber: Analisis Pribadi)	87
Gambar 94. Studi Ruang Gerak Teleskop Reflektor $\varnothing = 0,3$ m (Sumber Analisis Pribadi)	88
Gambar 95. Studi Preseden R. Kontrol Observatorium Nasional Kitt Peak (Sumber : weasner.com)	89
Gambar 96. Studi Preseden R. Kontrol Observatorium Astronomi Australia (Sumber : amandabauer.blogspot.co.id)	89
Gambar 97. Studi Kebutuhan Ruang Panel Kontrol, Lemari Data/Dokumen, Meja Kursi Kerja (dari kiri ke kanan) (Sumber : Analisis Pribadi)	89
Gambar 98. Teleskop Refraktor Advanced Vx 6" (Sumber : celestron.com)	91
Gambar 99. Teleskop Astromaster 70az (Sumber : celestron.com)	92
Gambar 100. Dimensi Teleskop dan Tripod Refraktor Advanced Vx 6" (Sumber : Analisis Pribadi)	93
Gambar 101. Dimensi Aksesoris Teleskop Refraktor Advanced Vx 6" (Sumber Analisis Pribadi)	93
Gambar 102. Dimensi Aksesoris Teleskop Refraktor Astromaster 70az (Sumber : Analisis Pribadi)	93
Gambar 103. Studi Kebutuhan Meja Kursi dan Lemari/Rak Penyimpanan (Sumber : Analisis Pribadi)	94
Gambar 104. Studi Preseden Laboratorium Optik (Sumber : astrosystems.nl)	95
Gambar 105. Studi Preseden Laboratorium Optik di IfA Pukalani (Sumber : ifa.hawaii.edu)	95
Gambar 106. Meja Optik <i>Nexus Table Kit With Active Legs</i> (Sumber : thorlabs.com)	95
Gambar 107. Dimensi Meja Optik <i>Nexus Table Kit With Active Legs</i> (Sumber : thorlabs.com)	96
Gambar 108. Dimensi Meja Optik <i>Nexus Table Kit With Active Legs</i> (Sumber : thorlabs.com)	96
Gambar 109. Free Standing Overhead Shelf PTA280 (Sumber : thorlabs.com)	96
Gambar 110. Dimensi <i>Free Standing Overhead Shelf</i> PTA280 (Sumber : thorlabs.com)	97
Gambar 111. Studi Preseden Ruang Laboratorium Komputer (Sumber : brown.edu, daytonabeach.erau.edu)	98

Gambar 112. Studi Preseden Ruang Komputer (Sumber : eso.org)	98
Gambar 113. Studi Kebutuhan Ruang Lemari Data/Dokumen, Meja Kursi Kerja (dari kiri ke kanan) (Sumber : Analisis Pribadi)	98
Gambar 114. Studi Ruang Bengkel <i>Metalworking</i> (Sumber: Ernst & Peter Neufert, Architects Data)	99
Gambar 115. Variasi dengan jarak populasi kota dimana kota California memproduksi artifisial iluminasi langit malam 0.2 mag pada 45° lintang pada arah kota. (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	119
Gambar 116. Identifikasi Luas dan Bentuk Tapak (Sumber: Analisis Pribadi)	119
Gambar 117. Hubungan Tapak dengan Lingkungan (Sumber: Analisis Pribadi)	120
Gambar 118. Batas-batas Tapak (Sumber: Analisis Pribadi)	121
Gambar 119. Kubah tradisional cenderung mengangkat lapisan permukaan di atas kubah (kiri). Efek ini dapat dilawan dengan memperluas kubah di bawah ekuatornya (kedua dari kiri). Solusi yang lebih baik ditunjukkan ketiga dari kiri, di mana kubah ditopang oleh struktur rangka terbuka yang memaksa lapisan permukaan ke bawah. Bentuk silinder juga menghilangkan efek (kanan). (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	125
Gambar 120. Analisa Studi Angin Tipologi Bentuk Penutup (Sumber: Analisis Pribadi)	126
Gambar 121. <i>Shutter</i> Penutup. “ <i>Up-and-over</i> ” di kiri, dan “ <i>biparting</i> ” di kanan (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	127
Gambar 122. “ <i>Shutter</i> ” Gemini dan pengaturan kaca depan. “ <i>Shutter</i> ” terbuat dari dua bagian yang digerakkan secara independen. Hal ini ditampilkan tertutup di sebelah kiri. Saat angin rendah “ <i>shutter</i> ” atas dinaikkan sepenuhnya untuk memberikan pembilasan udara maksimum (tengah). Dalam kondisi angin kencang, bagian “ <i>shutter</i> ” bawah dinaikkan, menarik kaca depan ke atas (kanan). (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	127
Gambar 123. Geometri rel dan bogie untuk menghilangkan penyaradan roda (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	129
Gambar 124 . Tiga tipe penutup: Kubah tradisional (kiri), penutup putar (tengah), dan operasional udara terbuka (kanan) dengan naungan yang digulung di atas teleskop saat siang hari atau saat cuaca buruk. (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	130
Gambar 125 . Celah dengan 40° dari arah angin, kubah tradisional dapat mengalami vortisitas internal dengan velositas angin yang dekat dengan angin luar (kiri). Efek akan hilang dengan menggunakan kisi-kisi. Kisi-kisi secara signifikan juga meningkatkan pembilasan penutup untuk semua sudut angin (kanan). (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	131
Gambar 126 . Saluran udara di tempat sempit, penutup putar memastikan ventilasi baik namun meningkatkan guncangan angin dalam kecepatan tinggi. (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	132

Gambar 127 . Konsep awal VLT untuk operasional di angin bebas. Penutup dari kain untuk melindungi teleskop saat siang hari dan ditarik buka saat malam. Kaca terbuat dari kisi-kisi yang dapat dimiringkan untuk melindungi teleskop dari angin. Pendekatan ini tidak diimplementasikan karena teleskop dan guncangan kaca dari angin ditentukan berlebihan. (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	132
Gambar 128. Analisa Studi Angin Tipologi Sistem Konfigurasi (Sumber: Analisis Pribadi)	133
Gambar 129. Bukaan dan kisi-kisi pada penutup VLT. Kaca depan dengan porositas variabel dapat dinaikkan untuk melindungi bagian bawah teleskop. (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	134
Gambar 130. Pendinginan kulit eksterior penutup di malam hari dapat membuat aliran udara dingin turun ke teleskop. (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	135
Gambar 131. Analisis radiasi pada tipologi massa studi observatorium pada aplikasi <i>Grasshopper</i> (Sumber: Analisis Pribadi)	136
Gambar 132. Antena dan Penampungan Tangki Air Desa Sempol. (Sumber: Analisis Pribadi)	138
Gambar 133. Jarak bangunan sekitar tapak. (Sumber: Analisis Pribadi)	137
Gambar 134. Konektivitas Transportasi dan Utilitas. (Sumber: Analisis Pribadi)	137
Gambar 135. Eksisting vegetasi tanaman ilalang pada tapak. (Sumber: Analisis Pribadi)	138
Gambar 136. Kondisi pengamatan di atas Gunung Ijen pada 04.21 WIB pada 31 Juli 2022 (kiri) dan pengamatan berdasarkan aplikasi (kanan). (Sumber: Analisis Pribadi)	138
Gambar 137. Kondisi penutupan fraksi langit pada kawasan tapak di daerah Ijen (Sumber: Analisis Pribadi)	139
Gambar 138. Analisis kecepatan angin (<i>WindRose</i>) pada daerah kawasan tapak tahunan dan musiman pada aplikasi <i>Grasshopper</i> (Sumber: Analisis Pribadi)	139
Gambar 139. Analisis kenyamanan berdasarkan suhu termal (<i>Psychrometric Chart</i>) pada daerah kawasan tapak dan strategi desain pasif pada aplikasi <i>Climate Consultant</i> (Sumber: Analisis Pribadi)	140
Gambar 140. Analisis kelembaban pada daerah kawasan tapak rata-rata per bulan (kiri) dan setiap hari (kanan) pada aplikasi <i>Climate Consultant</i> (Sumber: Analisis Pribadi)	141
Gambar 141. Analisis radiasi (<i>RadiationRose</i>) pada daerah kawasan tapak tahunan dan musiman pada aplikasi <i>Grasshopper</i> dengan studi permukaan $0^{\circ}/360^{\circ}$, 90° , 270° (dari kiri ke kanan) (Sumber: Analisis Pribadi)	141
Gambar 142. Analisis jalur matahari (<i>SunPath</i>) pada daerah kawasan tapak saat titik balik matahari musiman pada aplikasi <i>Grasshopper</i> (Sumber: Analisis Pribadi)	143
Gambar 143. <i>Voronoi Map</i> rerata curah hujan bulanan (atas) dan tahunan (bawah) (Sumber: Study of Rainfall and Water Discharge Spatial Variability Using Exploratory Spatial Data Analysis Method in Bondowoso Regency, V. Faillasuf et al. : 2021)	145

Gambar 144. Analisis topografi pada daerah kawasan tapak (Sumber: Analisis Pribadi)	145
Gambar 145. Kondisi kawasan Gunung Ijen pada ketinggian 2340 mdpl (Sumber: Analisis Pribadi)	146
Gambar 146. Endapan batuan beku (Sumber: https://www.pinhome.id/blog/jenis-batu-batuan/#6_Batu_Andesit)	147
Gambar 147. Tipe-tipe Alat naungan (Sumber: An overview of passive cooling techniques in buildings: Design concepts and architectural interventions, M. Kamal : 2012)	157
Gambar 148. Naungan Atap oleh lindungan solid (Sumber: An overview of passive cooling techniques in buildings: Design concepts and architectural interventions, M. Kamal : 2012)	157
Gambar 149. Naungan Atap oleh tanaman (Sumber: An overview of passive cooling techniques in buildings: Design concepts and architectural interventions, M. Kamal : 2012)	158
Gambar 150. Naungan Atap oleh pot tanah (Sumber: An overview of passive cooling techniques in buildings: Design concepts and architectural interventions, M. Kamal : 2012)	158
Gambar 151. Naungan Atap yang dapat dicopot (Sumber: An overview of passive cooling techniques in buildings: Design concepts and architectural interventions, M. Kamal : 2012)	158
Gambar 152. Naungan oleh permukaan tekstur (Sumber: An overview of passive cooling techniques in buildings: Design concepts and architectural interventions, M. Kamal : 2012)	160
Gambar 153. Induksi ventilasi melalui atap lengkung dan ventilasi udara (Sumber: An overview of passive cooling techniques in buildings: Design concepts and architectural interventions, M. Kamal : 2012)	162
Gambar 154. Potongan detail menara angin (Sumber: An overview of passive cooling techniques in buildings: Design concepts and architectural interventions, M. Kamal : 2012)	162
Gambar 155. PDEC in Torrent Research Centre, Ahmedabad (Sumber: An overview of passive cooling techniques in buildings: Design concepts and architectural interventions, M. Kamal : 2012)	165
Gambar 156. Prinsip kerja dari terowongan angin tanah (Sumber: An overview of passive cooling techniques in buildings: Design concepts and architectural interventions, M. Kamal : 2012)	166
Gambar 157. Prinsip kerja dari bermining tanah selama musim panas (a) dan selama musim dingin (b) (Sumber: An overview of passive cooling techniques in buildings: Design concepts and architectural interventions, M. Kamal : 2012)	167
Gambar 158. Variasi arah pancaran permukaan (a) untuk beberapa non-logam dan (b) untuk beberapa logam, juga menggambarkan pancaran yang biasanya jauh lebih rendah (pada skala sumbu-x) untuk logam. Sudut θ menunjukkan sudut datang normal, yaitu sudut antara normal ke permukaan material dan sinar radiasi yang dipancarkan. (Sumber: Low-Emissivity Materials for Building Applications: A State-of-the-Art Review and Future Research Perspectives, Jelle et al.: 2015)	169
Gambar 159. Ilustrasi film yang ditanggihkan dalam IGU (<i>Commercial Windows</i>). (Sumber:	

Low-Emissivity Materials for Building Applications: A State-of-the-Art Review and Future Research Perspectives, Jelle et al.: 2015)	173
Gambar 160. Ilustrasi insulasi reflektif yang dipasang dengan lapisan udara (Insulasi reflektif rendah). (Sumber: Low-Emissivity Materials for Building Applications: A State-of-the-Art Review and Future Research Perspectives, Jelle et al.: 2015)	174
Gambar 161. Area di mana bahan <i>low-e</i> dapat diterapkan untuk penghematan energi (isolasi reflektif <i>low-e</i>). (Sumber: Low-Emissivity Materials for Building Applications: A State-of-the-Art Review and Future Research Perspectives, Jelle et al.: 2015)	175
Gambar 162. Transmisi vs panjang gelombang untuk jendela <i>low-e</i> (<i>Commercial Windows</i>). (Sumber: Low-Emissivity Materials for Building Applications: A State-of-the-Art Review and Future Research Perspectives, Jelle et al.: 2015)	177
Gambar 163. Bata berlubang dengan lapisan e rendah pada permukaan bagian dalam, gambar skema (kiri) dan foto (kanan). (Sumber: Low-Emissivity Materials for Building Applications: A State-of-the-Art Review and Future Research Perspectives, Jelle et al.: 2015)	180
Gambar 164. Timah reflektif dipasang di dalam rongga dinding. (Sumber: Low-Emissivity Materials for Building Applications: A State-of-the-Art Review and Future Research Perspectives, Jelle et al.: 2015)	181
Gambar 165. Mekanisme perpindahan panas di ruang loteng.. (Sumber: Low-Emissivity Materials for Building Applications: A State-of-the-Art Review and Future Research Perspectives, Jelle et al.: 2015)	182
Gambar 166. Timah reflektif dipasang di dalam rongga dalam konstruksi atap. (Sumber: Low-Emissivity Materials for Building Applications: A State-of-the-Art Review and Future Research Perspectives, Jelle et al.: 2015)	182
Gambar 167. Efek Beban Angin Dinamis pada Gedung Bertingkat. (Sumber: Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	183
Gambar 168. Pengaruh Bentuk dan Bentuk pada Tekanan Angin. (Sumber: Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	184
Gambar 169. Konfigurasi Struktural yang Dapat Mengurangi Gaya Lateral dan Membantu Menstabilkan Gedung Bertingkat. (Sumber: Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	185
Gambar 170. Gedung Bertingkat Tinggi dengan Perubahan Bentuk Bidang Geometris (Sumber: Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	186
Gambar 171. Efek Bentuk Rencana pada Koefisien Tekanan Angin (Sumber: Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	187
Gambar 172. Efek Bentuk Rencana pada Total Gaya Tarik (Sumber: Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	187

Gambar 173. Konfigurasi Model Berbeda untuk Bangunan (Sumber: Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	187
Gambar 174. Modifikasi Sudut Berbeda yang Diterapkan pada Denah Persegi (Sumber: Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	189
Gambar 175. The Shard di London adalah Contoh <i>Tapering</i> (Sumber: Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	189
Gambar 176. Simulasi CFD Menggunakan SimScale untuk Burj Khalifa Menampilkan Konfigurasi Bangunan yang Efektif dalam Mengurangi Efek Angin (Sumber: Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	190
Gambar 177. Pengujian Terowongan Angin Menara Shanghai (Sumber: Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	190
Gambar 178. Struktur pada lahan berkontur (Sumber: Membangun dan Menghuni Rumah di Lerengan, Heinz Frick.)	191
Gambar 179. Dinding penahan gravitasi tinggi (Sumber: Membangun dan Menghuni Rumah di Lerengan, Heinz Frick.)	192
Gambar 180. Dinding penahan gravitasi tinggi 2 (Sumber: Membangun dan Menghuni Rumah di Lerengan, Heinz Frick.)	193
Gambar 181. Dinding dan konsol penyangga siku (Sumber: Membangun dan Menghuni Rumah di Lerengan, Heinz Frick.)	193
Gambar 182. Dinding penahan tanah dengan <i>ground anchor</i> (Sumber: Membangun dan Menghuni Rumah di Lerengan, Heinz Frick.)	194
Gambar 183. Pencegahan erosi alami (Sumber: Membangun dan Menghuni Rumah di Lerengan, Heinz Frick.)	195
Gambar 184. Pencegahan erosi dengan aditif (Sumber: Membangun dan Menghuni Rumah di Lerengan, Heinz Frick.)	196
Gambar 185. Konstruksi modular generator surya (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	197
Gambar 186. Tipe lapisan (dari luar ke dalam) modul <i>photovoltaic</i> untuk integrasi bangunan (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	197
Gambar 187. Potongan modul surya standar (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	198
Gambar 188. Kaca pengaman dilaminasi dengan sel PV polikristalin; Pusat Penelitian AGC Glass Eropa di Gosselies (B) 2013, Assar Architects (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	198

Gambar 189. Tipologi dan karakteristik tiga generasi panel surya (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	199
Gambar 190. Relasi antara transparansi dan efisiensi untuk ragam tipe sel tipikal (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	199
Gambar 191. Kurva efisiensi: catatan terverifikasi dari sel surya mini buatan laboratorium (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	200
Gambar 192. Modul film tipis membentuk permukaan yang homogen, University of Erfurt (D) 2011, AIG Gothe (kiri) sel surya warna digunakan sebagai elemen gaya, Gedung Perkantoran di Bordeaux (P) 2013, BDM Architects (kanan) (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	201
Gambar 193. Modul foil fleksibel terintegrasi penuh ke dalam bantalan foil ETFE berisi udara. Mereka berbaring rata di atas lapisan tengah tiga lapis foil yang telah ditekan sebelumnya secara mekanis. Modul dikelompokkan bersama di dalam bantalan dengan kabel, yang keluar melalui bagian bawah. Carport, Departemen Pengelolaan Sampah, Munchen (D) 2011, Ackermann Architekten (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	202
Gambar 194. Iradiasi dan ketergantungan suhu modul PV; Arus modul sebagai fungsi tegangan dan radiasi (kiri) Arus modul sebagai fungsi tegangan dan suhu modul (kanan) (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	203
Gambar 195. Perbandingan kurva karakteristik untuk tipe modul yang berbeda (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	204
Gambar 196. Potongan modul hibrida (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	205
Gambar 197. Sistem gabungan dengan modul PV, kolektor panas matahari dan jendela atap; Rumah traktat di Leverkusen (D) 2013, Caroline Wachsmann (Sumber: Building-Integrated Solar Technology, R.Krippner et al.: 2017)	206
Gambar 198. Mekanisme konversi energi angin menjadi energi listrik (sumber: https://www.goodenergy.co.uk/how-do-wind-turbines-work/)	207
Gambar 199. Komponen sistem RWH yang khas. Panah menunjukkan aliran air (diadaptasi dari Melville-Shreeve et al., 2016).	208
Gambar 200. Kerangka kaca spons terdiri dari spikula, struktur tubulus dari lapisan konsentris silika terhidrasi amorf yang dipisahkan oleh lapisan organik tipis (1). Kuadrat kisi diperkuat oleh struts yang berjalan secara vertikal, horizontal, dan diagonal (2). Keranjang bunga Venus (<i>Euplectella asperillum</i>) adalah hewan laut yang hidup berlabuh ke dasar laut dalam dekat Filipina (3). (Sumber: Glass Skeleton Is Tough Yet Flexible: Venus's flower basket, AskNature Team : 2020)	220
Gambar 201. Gherkin, London, UK (Sumber: Biomimicry Venus's Flower Basket Sea Sponge from Pretsolia Graphic Card, tkoga : 2019)	221
Gambar 202. Design Application (Sumber: Biomimicry Venus's Flower Basket Sea Sponge from Pretsolia Graphic Card, tkoga : 2019)	222
Gambar 203. Jaring mengumpulkan air terus menerus dari udara (Sumber: Web Continuously	

Collects Water From Air, AskNature Team : 2020)	223
Gambar 204. Biomimetik jaring mengumpulkan air terus menerus dari udara pada Aqua Web (Sumber: https://nexloop.us/)	224
Gambar 205. Pengaplikasian dan komponen AquaWeb (Sumber: https://nexloop.us/)	224
Gambar 206. Pengaplikasian Pattern Strand dari jaring laba-laba pada bangunan (Sumber: https://www.walkerglass.com/products/bird-friendly-glass-solution/)	224
Gambar 207. Beberapa spesies membangun gundukan 'tertutup' yang tidak memiliki bukaan besar tetapi memiliki dinding berpori. (Sumber: Mound Facilitates Gas Exchange: Mound-building Termites, AskNature Team : 2020)	225
Gambar 208. Di gundukan rayap, sistem saluran dan saluran mengalirkan udara melalui gundukan. Lorong-lorong melewati area gundukan yang memiliki dinding berpori atau lubang ventilasi kecil. Pori-pori bertindak sebagai saluran untuk ventilasi udara segar dan pembuangan udara pengap. Sejumlah saluran masuk kecil di bagian bawah dan satu saluran keluar besar telah dirancang. Karena efek tumpukan, akan berventilasi. (Sumber: Mound Facilitates Gas Exchange: Mound-building Termites, AskNature Team : 2020)	226
Gambar 209. EastGate Centre, Harare, Zimbabwe (Sumber: The eastgate centre, biomimicry architecture,, Binoy Job : 2019)	227
Gambar 210. Teknik pendinginan pasif dengan menyalurkan udara panas keluar dari dalam keluar melewati cerobong. (kiri) Teknik pendinginan pasif saat siang hari dan malam hari. (kanan) (Sumber: The eastgate centre, biomimicry architecture,, Binoy Job : 2019)	227
Gambar 211. Penarikan udara panas dari dalam keluar bangunan dan pendinginan plat lantai (Sumber: The eastgate centre, biomimicry architecture,, Binoy Job : 2019)	228
Gambar 212. Ekosistem hutan sebagai inspirasi pengembangan biomimetic pada pengolahan air limbah secara alami (Sumber: http://www.kerryflanaganwastewater.com.au/biolytix-nz.html)	228
Gambar 213. Potongan Biolytix Biopod (Sumber: Chemical-Free Water Filtration System Inspired by Forest, Biolytix : 2011)	229
Gambar 214. Foto optikal <i>Ornithoptera priamus</i> dan gambar SEM dari daerah hitam permukaan sayapnya (Sumber: Antireflective design of Si-based photovoltaics via biomimicking structures on black butterfly scales, Z. Huang et al.,: 2020)	229
Gambar 215. Solar Panel Silikon dari Biomimetik Sayap Kupu-Kupu Hitam (Sumber: https://phys.org/news/2017-05-butterfly-wings-door-solar-technologies.html)	230
Gambar 216. Single corridor with office clusters directly accessing the main labs (sumber: Arenaconsultant)	233
Gambar 217. Proposed learning environment (Sumber: Analisis Pribadi)	234
Gambar 218. Analisis perbandingan tipologi konsep bentuk antara tipologi kotak dengan silinder pendekatan keranjang bunga venus (Sumber: Analisis Pribadi)	235
Gambar 219. Retaining Wall (Sumber: https://www.99.co/blog/indonesia/membangun-dinding-penahan-tanah/)	236

Gambar 220. Potongan Struktur Retaining Wall (Sumber: https://www.99.co/blog/indonesia/membangun-dinding-penahan-tanah/)	236
Gambar 221. Konstruksi Dermaga Teleskop (Sumber: https://www.dfmengineering.com/news_observatory_design.html#pier_structure)	237
Gambar 222. Struktur Gridshell (sumber: http://www.karamba3d.com/projects/how-virtual-becomes-real-in-gridshell-design/)	237
Gambar 223. Struktur Shutter (Sumber: Integration of VIRUS Spectrographs for the Hobby-Eberly Telescope * Dark Energy Experiment, J. Heislera et al., 2010)	238
Gambar 224. Bahan Beton Pondasi Dermaga Teleskop (Sumber: https://www.dfmengineering.com/news_observatory_design.html#pier_structure)	238
Gambar 225. <i>Low-e Reflective Glass by AviProtek Bird-Friendly Glass</i> (Sumber: https://www.walkerglass.com/products/bird-friendly-glass-solution/)	239
Gambar 226. Vinyl ceiling (Sumber: https://www.archify.com/sg/product/usg-boral/product/11250)	239
Gambar 227. Raised Floor Insulation (Sumber: http://venindo.co.id/portfolio/insulation-material/)	240
Gambar 228. Lantai epoxy resin (sumber: https://www.spectracf.com/lab-flooring/)	240
Gambar 229. Pengaplikasian sealed concrete (sumber: spectracf.com/lab-flooring/)	240
Gambar 230. Monolithic flooring (Sumber: https://www.spectracf.com/lab-flooring/)	241
Gambar 231. Polyurethane Foam (sumber: https://www.nuclear-power.net/nuclear-engineering/heat-transfer/heat-losses/insulation-materials/polyurethane-foam/)	241
Gambar 232. Preseden wajah bangunan (Sumber: https://www.deezen.com/2018/05/04/planetarium-snohetta-norway-solobservatoriet/)	242
Gambar 233. Preseden tata ruang tapak (sumber: https://www.deezen.com/2018/05/04/planetarium-snohetta-norway-solobservatoriet/)	242
Gambar 234. Sistem Utilitas Air Bersih (sumber: https://www.slideshare.net/leeyurijoon/utilitas-gedung)	242
Gambar 235. Pengembangan biomimetik jaringan laba-laba sebagai penangkap air (Sumber: Biological and Engineered Topological Droplet Rectifiers, J. Ling et al.; 2019 dan https://nexloop.us/)	243
Gambar 236. Mikroorganisme cacing yang digunakan sebagai alat penguraian alami pada Biopod (Sumber: http://www.kerryflaniganwastewater.com.au/biolytix-nz.html)	243
Gambar 237. Potongan skema tangki Biopod (sumber: http://www.kerryflaniganwastewater.com.au/biolytix-nz.html)	245
Gambar 238. SD6 kW small wind turbine (sumber: https://sd-windenergy.com/wind-turbine-servicing/)	246

- Gambar 239.** Pengembangan Solar panel menggunakan biomimetik sayap kupu-kupu hitam (kiri) dengan tipologi bentuk permukaan sayap kupu-kupu (kanan) (sumber: Antireflective design of Si-based photovoltaics via biomimicking structures on black butterfly scales, Z. Huang et al., 2020) 246
- Gambar 240.** Solar panel Camouflage (Sumber: Solar energy camouflage coating with varying sheet resistance, F.Y. Dong et al.; 2020) 247
- Gambar 241.** Standar perhitungan IKE (sumber: <http://resgo.riau.go.id/page/kriteria-ike>) 247
- Gambar 242.** Konsep sistem penghawaan pasif merespon tapak lerengan melalui sistem gundukan rayap (sumber: Analisis Pribadi) 249
- Gambar 243.** Pengembangan biomimetik jaringan laba-laba sebagai penangkap air (Sumber: Biological and Engineered Topological Droplet Rectifiers, J. Ling et al.; 2019 dan <https://nexloop.us/>) 250
- Gambar 244.** Jenis-jenis polusi cahaya dari suatu sumber cahaya (obtrusive light) Terdapat cahaya pada berbagai arah yang melebihi zona yang diinginkan yaitu area to be lit (Sumber : Guidance Notes for The Reduction of Obtrusive Light, Institution of Lighting Professionals : 2011) 251
- Gambar 245.** Sudut krusial dalam menangani upward spread (Sumber : Guidance Notes for The Reduction of Obtrusive Light, (Institution of Lighting Professionals, 2011) 251
- Gambar 246.** : Sudut pemasangan instalasi lampu (Sumber : Guidance Notes for The Reduction of Obtrusive Light, (Institution of Lighting Professionals, 2011) 252
- Gambar 247** : Macam-macam aksesoris tudung lampu (Sumber : Guidance Notes for The Reduction of Obtrusive Light, (Institution of Lighting Professionals, 2011) 252
- Gambar 248.** : Lampu LED Yeelight dan Rechargeable LED Bulb (sumber: <https://www.tokopedia.com/finnixstore/xiaomi-yeelight-led-ceiling-light-motion-sensor-lampu-bohlam-led?src=topads>) 253

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kedudukan Orisinalitas Penelitian (Sumber: Analisis Pribadi)	4
Tabel 2. Perbandingan kapabilitas dari fasilitas observatorium antara darat dan luar angkasa (Sumber: The design and construction of large optical telescopes, Pierre Y. Bely : 2003)	8
Tabel 3. 34 lokasi di Indonesia dianalisa dan fraksi langit cerah yang sesuai dari 2006 sampai 2010. (Lihat Gambar 1) (Sumber: Clear sky fraction above Indonesia: an analysis for astronomical site selection, T. Hidayat : 2012)	24
Tabel 4. Rata-rata 15 tahun fraksi malam dengan satuan persentase (Sumber: Clear sky fraction above Indonesia: an analysis for astronomical site selection, T. Hidayat : 2012)	26
Tabel 5. Perbandingan Peluang Langit Cerah 2022. Sempol (Jawa), Sembalun Lawang (NTB), Bitobe (NTT) (Sumber: Weatherspark)	27
Tabel 6. Perbandingan Peluang Kondisi Panas dan Lembab 2022. Sempol (Ijen), Sembalun Lawang (Rinjani), Bitobe (Timau). (Sumber: Weatherspark)	28
Tabel 7. Penilaian Alternatif Kawasan untuk Astronomi (Sumber: Analisis Pribadi)	29
Tabel 8. Frekuensi yang didapat dari inspeksi visual langit diatas Lembang (Sumber: Clear sky fraction above Indonesia: an analysis for astronomical site selection, T. Hidayat : 2012)	30
Tabel 9. Luas Wilayah menurut Kecamatan di Kabupaten Bondowoso (km ²), 2018 (Sumber: Kabupaten Bondowoso dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	33
Tabel 10. Luas Wilayah Kecamatan Ijen di Kabupaten Bondowoso (km ²), 2018 (Sumber: Kabupaten Ijen dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	34
Tabel 11. Jumlah Sensus Penduduk menurut Kecamatan di Kabupaten Bondowoso 2020 (Sumber: Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso)	36
Tabel 12. Luas Kawasan Perhutanan (Ha) dan Fungsinya menurut Kecamatan di Kabupaten Bondowoso 2018 (Sumber: Kabupaten Bondowoso dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	39
Tabel 13. Jumlah Bencana Alam yang terjadi menurut Kecamatan di Kabupaten Bondowoso Tahun 2011-2018 (Sumber: Kabupaten Bondowoso dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	42
Tabel 14. Luas Kawasan Hortikultura menurut Kecamatan di Kabupaten Bondowoso 2018 (Sumber: Kabupaten Bondowoso dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	43
Tabel 15. Jumlah Jenis Permukaan Jaringan Jalan di Kecamatan Tahun 2018 (Sumber: Kecamatan Ijen dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	44
Tabel 16. Jumlah Pengguna dan Produksi Daya Listrik dan Fungsinya (Sumber: Kecamatan Bondowoso dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	45
Tabel 17. Jumlah Pengguna Daya Listrik dan Fungsinya (Sumber: Kecamatan Ijen dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	46

Tabel 18. Jarak Kecamatan ke Ibukota Kabupaten (Sumber: Kecamatan Ijen dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	47
Tabel 19. Jumlah Kendaraan Bermotor dan Jenisnya menurut Desa di Kecamatan Ijen (kiri) Jumlah Kendaraan Tidak Bermotor dan Jenisnya menurut Desa di Kecamatan Ijen (kanan) (Sumber: Kabupaten Ijen dalam Angka 2019, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso : 2019)	48
Tabel 20. Tinggi Wilayah diatas Permukaan Laut menurut Kecamatan di Kabupaten Bondowoso, 2018 & Luas Wilayah Kecamatan menurut Klasifikasi Lereng (Sumber: Kabupaten Bondowoso dalam Angka 2019 & Pemetaan Daerah Rawan Longsor dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis Studi Kasus Kabupaten Bondowoso, Badan Pusat Statistik Kabupaten Bondowoso & Moch. Fauzan Dwi Harto : 2019 & 2017)	49
Tabel 21. Rata-rata Suhu Udara Menurut Bulan di Kecamatan Sempol Tahun 2022 (Sumber: WeatherSpark)	51
Tabel 22. Jumlah Hari Hujan Menurut Bulan di Kecamatan Sempol Tahun 2022 (Sumber: WeatherSpark)	53
Tabel 23. Jumlah Curah Hujan Menurut Bulan di Kecamatan Sempol Tahun 2022 (Sumber: WeatherSpark)	54
Tabel 24. Jumlah Hari Lembab dan Panas Menurut Bulan di Kecamatan Sempol Tahun 2022 (Sumber: WeatherSpark)	55
Tabel 25. Kecepatan angin rata-rata menurut Bulan di Kecamatan Sempol Tahun 2022 (Sumber: WeatherSpark)	55
Tabel 26. Suhu air rata-rata menurut Bulan di Kecamatan Sempol Tahun 2022 (Sumber: WeatherSpark)	58
Tabel 27. Durasi Jam Siang Hari menurut Bulan di Kecamatan Sempol Tahun 2022 (Sumber: WeatherSpark)	59
Tabel 28. Persentase Bagian Cerah dan Berawan Menurut Bulan di Kecamatan Sempol Tahun 2022 (Sumber: WeatherSpark)	62
Tabel 29. Fenomena astronomi dari bulan April sampai September 2022 (Sumber: Analisis Pribadi)	62
Tabel 30. Studi Jumlah Pengelola Observatorium (Sumber: Analisis Pribadi)	66
Tabel 31. Jadwal Kunjungan Siang di Observatorium Bosscha (Sumber : Bosscha Observatorium ITB)	67
Tabel 32. Jadwal Kunjungan Malam di Observatorium Bosscha (Sumber : Observatorium Bosscha ITB)	67
Tabel 33. Jumlah Pengunjung Observatorium Bosscha (Sumber : Annual Report Observatorium Bosscha Periode 2007-2010)	68
Tabel 34. Jumlah Pengunjung Observatorium Astronomi (Sumber: Analisa Pribadi)	68

Tabel 35. Jam Operasional Observatorium Astronomi (Sumber : Analisis Pribadi)	69
Tabel 36. Kebutuhan Kegiatan (Sumber : Analisis Pribadi)	73
Tabel 37. Kebutuhan Ruang (Sumber : Analisis Pribadi)	74
Tabel 38. Jumlah Teleskop di Observatorium (Sumber : Analisis Pribadi)	79
Tabel 39. Spesifikasi Teleskop di Observatorium (Sumber : planewave.com, observatorysolutions.com)	79
Tabel 40. Spesifikasi Kubah Observatorium (Sumber : ashdomes.com, observadome.com)	82
Tabel 41. Besaran Ruang Observasi (Sumber : Analisis Pribadi)	85
Tabel 42. Besaran Ruang Kontrol (Sumber : Analisis Pribadi)	90
Tabel 43. Jumlah Teleskop Portable di Observatorium (Sumber : Analisis Pribadi)	91
Tabel 44. Kebutuhan dan Spesifikasi Teleskop (Sumber : Analisis Pribadi)	91
Tabel 45. Besaran Ruang Penyimpanan Teleskop Portable (Sumber : Analisis Pribadi)	94
Tabel 46. Besaran Ruang Laboratorium Optik (Sumber : Analisis Pribadi)	97
Tabel 47. Besaran Ruang Laboratorium Komputer (Sumber : Analisis Pribadi)	99
Tabel 48. Besaran Ruang Bengkel Teknik (Sumber : Analisis Pribadi)	100
Tabel 49. Besaran Ruang Fasilitas Penelitian (Sumber : Analisis Pribadi)	101
Tabel 50. Besaran Ruang Fasilitas Pengelolaan (Sumber : Analisis Pribadi)	102
Tabel 51. Besaran Ruang Fasilitas Kunjungan (Sumber : Analisis Pribadi)	104
Tabel 52. Besaran Ruang Fasilitas Penunjang (Sumber : Analisis Pribadi)	106
Tabel 53. Besaran Ruang Fasilitas Servis (Sumber : Analisis Pribadi)	108
Tabel 54. Kebutuhan Luas Bangunan (Sumber : Analisis Pribadi)	110
Tabel 55. Kebutuhan Luas Ruang Luar (Sumber : Analisis Pribadi)	122
Tabel 56. Analisis Struktur Bentuk Penutup Observatorium (Sumber : Analisis Pribadi)	126
Tabel 57. Analisis Struktur Shutter Penutup Observatorium (Sumber : Analisis Pribadi)	128
Tabel 58. Analisis Struktur Penggerak Penutup Observatorium (Sumber : Analisis Pribadi)	129
Tabel 59. Analisis Sistem Konfigurasi Bangunan Observatorium (Sumber : Analisis Pribadi)	133
Tabel 60. Studi Radiasi pada Sudut Permukaan (Sumber : Analisis Pribadi)	142
Tabel 61. Karakteristik Material yang dipilih untuk mengukur emisivitas (Sumber :Emissivity of Building Materials for Infrared Measurement; E. Barreira : 2021)	168

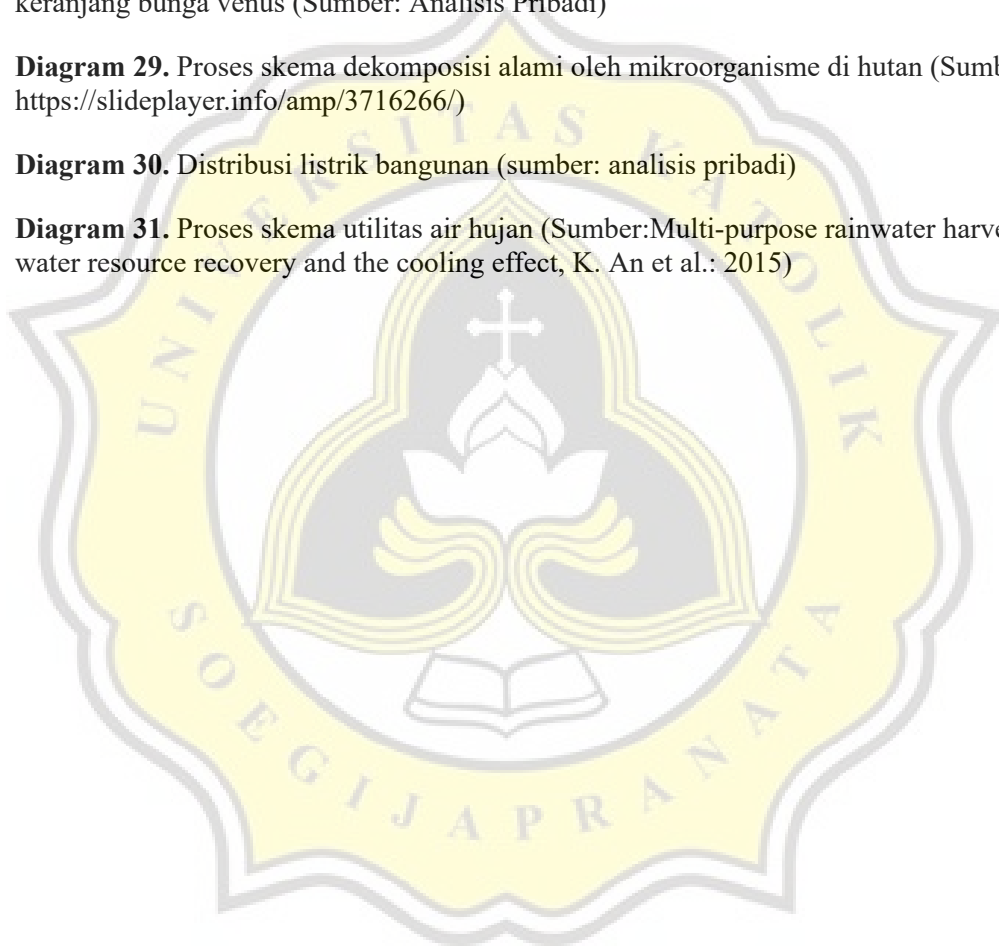
Tabel 62. Konfigurasi Model Berkinerja Terbaik di Berbagai Kategori (Sumber : Review of Aerodynamic Configurations for Wind Mitigation in High-Rise Buildings: Two Cases from Amman, Al-Najjar et al.: 2021)	188
Tabel 63. Jenis-jenis tumbuhan dengan ketahanan mekanis akar dan kapasitas regenerative (Sumber Membangun dan Menghuni Rumah di Lerengan, Heinz Frick.)	195
Tabel 64. Tipe dan Aplikasi Desain Kulit Baangunan (Sumber: Analysis of the design of military building skin under the guidance of camouflage concept, Ruochong Zhou et al.: 2019)	212
Tabel 65. Definisi dan Metode Desain Kamuflase Kulit Bangunan (Sumber: Analysis of the design of military building skin under the guidance of camouflage concept, Ruochong Zhou et al.: 2019)	215
Tabel 66. Perhitungan jumlah unit ocean energy converter (sumber: analisis pribadi)	248



DAFTAR DIAGRAM

Diagram 1. Struktur Organisasi LAPAN (Sumber : LAPAN)	64
Diagram 2. Struktur Organisasi SDM Balai LAPAN (Sumber : LAPAN)	65
Diagram 3. Pola Aktivitas Penelitian (Sumber : Analisa Pribadi)	72
Diagram 4 Pola Aktivitas Pengelolaan (Sumber : Analisa Pribadi)	72
Diagram 5 Pola Aktivitas Kunjungan (Sumber : Analisa Pribadi)	72
Diagram 6. Skala Ruang (Sumber : Analisis Pribadi)	112
Diagram 7. Hubungan Ruang (Sumber : Analisa Pribadi)	113
Diagram 8. Organisasi Ruang (Sumber : Analisa Pribadi)	114
Diagram 9. Alur Pergerakan Ruang Peneliti (Sumber : Analisa Pribadi)	115
Diagram 10. Alur Pergerakan Ruang Pengelola (Sumber : Analisa Pribadi)	116
Diagram 11. Alur Pergerakan Ruang Pengunjung (Sumber : Analisa Pribadi)	117
Diagram 12. Analisis Konektivitas Aksesibilitas (kiri) dan View in dan out (kanan) pada Tapak pada aplikasi depthmapX (Sumber : Analisa Pribadi)	121
Diagram 13. Skala Ruang Luar (Sumber : Analisa Pribadi)	124
Diagram 14. Analisis fungsi bangunan observatorium sebagai hubungan dan jaringan aspek pengguna (Sumber : Analisis Pribadi)	148
Diagram 15. Analisa persyaratan fungsi bangunan dengan analisis masalah fungsi bangunan observatorium (Sumber : Analisis Pribadi)	149
Diagram 16. Analisa tapak dengan analisis masalah fungsi bangunan observatorium (Sumber : Analisis Pribadi)	150
Diagram 17. Analisa tapak dengan analisis masalah fungsi bangunan observatorium (Sumber : Analisis Pribadi)	152
Diagram 18. Identifikasi Permasalahan (Sumber : Analisa Pribadi)	153
Diagram 19. Kajian Landasan Teori (Sumber : Analisa Pribadi)	155
Diagram 20. Pengolahan limbah dengan mikroba (Sumber : https://www.earthreminder.com/microbes-in-sewage-treatment/)	211
Diagram 21. Langkah - langkah pendekatan biomimicry (Pragya Bharati : 2014)	216
Diagram 22. Jenis - jenis biomimicry (Biomimicry as a tool for sustainable architectural design, Bharati : 2014)	216
Diagram 23. Level Biomimicry (Biomimicry as a tool for sustainable architectural design,	

Bharati : 2014)	217
Diagram 24. Prinsip - prinsip biomimicry (Biomimicry as a tool for sustainable architectural design, Bharati : 2014)	217
Diagram 25. Kajian Landasan Perancangan (Sumber : Analisa Pribadi)	231
Diagram 26 . Top-down process (Sumber: Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation, M. Sabry : 2015)	232
Diagram 27 . Controh tahapan top-down process (Sumber: Process Sequences In Biomimetic Research, T.Speck : 2008)	233
Diagram 28. Proses mimik tipologi konsep bentuk aerodinamis menggunakan pendekatan keranjang bunga venus (Sumber: Analisis Pribadi)	235
Diagram 29. Proses skema dekomposisi alami oleh mikroorganisme di hutan (Sumber: https://slideplayer.info/amp/3716266/)	244
Diagram 30. Distribusi listrik bangunan (sumber: analisis pribadi)	248
Diagram 31. Proses skema utilitas air hujan (Sumber:Multi-purpose rainwater harvesting for water resource recovery and the cooling effect, K. An et al.: 2015)	249



ABSTRAK

Arsitektur merupakan simbiotik antara bumi, manusia, dan langit. Proyek Akhir ini adalah untuk mengeksplorasi hubungan simbiotik tersebut di tempat lahan yang baik untuk pengamatan astronomi (*cosmic landscape*). Setelah beberapa dekade, Indonesia sudah mengalami perkembangan yang pesat dalam ilmu astronomi. Pada tahun 1928, Observatorium Bosscha Sterrenwacht atau yang biasa dikenal Bosscha yang merupakan observatorium utama didirikan untuk menjadi garda depan untuk pengamatan langit selatan dan dinobatkan sebagai benda vital yang harus diamankan pada 2008. Namun, Bosscha sudah tidak memadai sebagai fasilitas pengamatan astronomi dikarenakan sudah memiliki polusi cahaya yang tinggi, sehingga perlu fasilitas baru untuk kemajuan ilmu astronomi yang memadai dan lebih memiliki standar yang dapat bersaing di dunia internasional. Maka Proyek Akhir ini menargetkan pada kota Banyuwangi untuk jadi lahan Observatorium Internasional yang baru, yang merupakan dekat dengan kaki pegunungan Kawah Ijen. Tujuan ini dilakukan untuk pemerataan pembangunan antar wilayah, khususnya di Jawa Timur sekaligus memberdayakan SDM pada wilayah Jawa Timur terutama di penguasaan sains dan antariksa seperti yang sudah disepakati pada Undang-Undang Nomor 21, 2013 perihal Keantariksaan, tempat perkembangan ilmu bintang di Indonesia. Proyek yang diusulkan akan menjelaskan pendekatan spesifikasi alam pada bangunan dan berfungsi sebagai simbiotik antara arsitektur dan *cosmic landscape*, yaitu Biomimetik. Pendekatan ini difokuskan dengan prasyarat khusus pembangunan observatorium yang mencakup *low density* dan *low thermal*. Ini akan menjadi interpretasi dari adaptasi alam pada *cosmic landscape* untuk bersimbiosis dengan langit. Usulan ini dibuat berdasarkan eksperimen, jurnal, dan penelitian yang ada seperti organisme, fungsi, ekosistem, momen astronomi untuk mengakomodasi tipologi arsitektur yang dapat mengatasi kondisi fenomena lingkungan yang ada.

Kata Kunci: astronomi, observatorium, biomimetik, internasional, *cosmic landscape*