

**EVALUASI PENERAPAN PRINSIP ARSITEKTUR TROPIS
NUSANTARA TERHADAP KINERJA TERMAL LINGKUNGAN
PADA BANGUNAN RUMAH TINGGAL KARYA EKO PRAWOTO**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**HANNASWATI GRAHITASARI PUTRI
NIM. 155060501111035**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**EVALUASI PENERAPAN ARSITEKTUR TROPIS NUSANTARA
TERHADAP KINERJA TERMAL LINGKUNGAN PADA BANGUNAN
RUMAH TINGGAL KARYA EKO PRAWOTO**

SKRIPSI

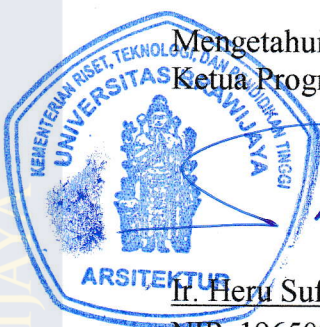
**PROGRAM STUDI SARJANA ARSITEKTUR
LABORATORIUM SAINS DAN TEKNOLOGI BANGUNAN**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**HANNASWATI GRAHITASARI PUTRI
NIM. 155060501111035**

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 09 Juli 2019



Mengetahui,
Ketua Program Studi Sarjana Arsitektur

H. Heru Sufianto, M.Arch.St., Ph.D.
NIP. 19650218 199002 1 001

Dosen Pembimbing

Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D
NIP. 19740915 200012 1 001



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 09 Juli 2019

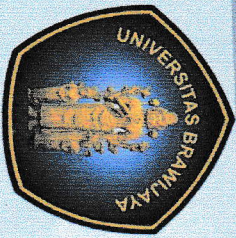
Mahasiswa,



Mahaswati Grahitasari Putri

NIM. 155060501111035

TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 489 /UN10. F07.15/PP/2019

Sertifikat ini diberikan kepada :

HANNASWATI GRAHITASARI PUTRI

Dengan Judul Skripsi :

**EVALUASI PENERAPAN PRINSIP ARSITEKTUR TROPIS NUSANTARA TERHADAP KINERJA
TERMAL LINGKUNGAN PADA BANGUNAN RUMAH TINGGAL KARYA EKO PRAWOTO**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal **16 Juli 2019**

Ketua Program Studi S1 Arsitektur

Ir. Heru Sufianto, M.Arch, St., Ph.D
NIP. 19650218 199002 1 001

Ketua Jurusan Arsitektur

Dr. Eng. Herry Santosa, ST., MT
NIP. 19730525 200003 1 004





KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN ARSITEKTUR

Jl. Mayjend Haryono No. 167 MALANG 65145 Indonesia
Telp. : +62-341-567486 ; Fax : +62-341-567486
<http://arsitektur.ub.ac.id> E-mail : arsftub@ub.ac.id

**LEMBAR HASIL
DETEKSI PLAGIASI SKRIPSI**

Nama : Hannaswati Grahitasari Putri
NIM : 155060501111035
Judul Skripsi : Evaluasi Penerapan Prinsip Arsitektur Tropis Nusantara
Terhadap Kinerja Termal Lingkungan Pada Bangunan Rumah
Tinggal Karya Eko Prawoto
Dosen Pembimbing : Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D
Periode Skripsi : Semester Genap 2018-2019
Alamat Email : ghepehannaswati@gmail.com

Tanggal	Deteksi Plagiasi ke-	Plagiasi yang terdeteksi (%)	Ttd Petugas Plagiasi
16 Juli 2019	1	10%	
	2		
	3		

Malang, 17 Juli 2019

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D
NIP. 19740915 200012 1 001

Kepala Laboratorium
Dokumentasi Dan Tugas Akhir

Subhan Ramdlani, ST., MT.
NIP. 19750918 200812 1 002

Keterangan:

- Batas maksimal plagiasi yang terdeteksi adalah sebesar 20%
- Hasil lembar deteksi plagiasi skripsi dilampirkan bagian belakang setelah surat Pernyataan Orisinalitas dan Sertifikat Bebas Plagiasi





*Thank you God for helping me passing the test!
And I promise I will disappoint you no more
I will work hard and make you proud of me
Thank you for everything
You are really the best parents in the world
I am forever thankful to be your daughter*

RINGKASAN

Hannaswati Grahitasari Putri, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juli 2019, *Evaluasi Penerapan Prinsip Arsitektur Tropis Nusantara Terhadap Kinerja Termal Lingkungan Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto*, Dosen Pembimbing : Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D.

Eko Prawoto merupakan salah satu arsitek Indonesia selalu memperhatikan prinsip iklim tropis pada karyanya. Akan tetapi, terdapat karya bangunan rumah tinggal Eko Prawoto belum memaksimalkan penerapan prinsip iklim tropis. Sehingga diperlukan evaluasi karya arsitek penerapan prinsip Arsitektur Tropis Nusantara untuk menciptakan kenyamanan termal yang baik. Penelitian menggunakan metode evaluatif dengan Pendekatan metode kualitatif menggunakan analisis visual objek penelitian bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto dan teori prinsip Arsitektur Tropis Nusantara untuk mengetahui seberapa besar prinsip tersebut diterapkan. Metode kuantitatif menggunakan analisis numerik untuk mengetahui kinerja termal lingkungan dan penurunan kinerja suhu pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto. Hasil yang didapatkan kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto pada zona nyaman yaitu dengan rentang suhu $23,3^{\circ}\text{C} - 28,3^{\circ}\text{C}$. Sebesar 90,9% dari prinsip Arsitektur Tropis Nusantara telah diterapkan pada objek penelitian bangunan rumah tinggal Eko Prawoto. Sebesar 9,1% dari prinsip yang belum diterapkan dijadikan sebagai rekomendasi desain yaitu rancangan atap berupa lubang ventilasi pada ruang atap dan rancangan bukaan berupa kisi-kisi pada elemen arsitektural.

Kata kunci : Kinerja Termal Lingkungan, Kenyamanan Termal, Arsitektur Tropis

Nusantara

SUMMARY

Hannaswati Grahitasari Putri, Departement of Architecture, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, July 2019, *Evaluasi Penerapan Prinsip Arsitektur Tropis Nusantara Terhadap Kinerja Termal Lingkungan Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto*, Academic Supervisor : Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D.

Eko Prawoto is one of Indonesia's architects who always regard to the tropical climate his works. However, some works of Eko Prawoto's residential building haven't maximized to application tropical climate factor. So that to needed evaluate architect's works based on principle of Archipelago Tropical Architecture to create good thermal comfort. Research uses evaluative methods with qualitative method uses visual analysis the residential building works Eko Prawoto based on principle of Archipelago Tropical Architecture to find out how much principle is applied. Quantitative method uses numeric analysis to find out enviroment thermal performance works of residential building Eko Prawoto. The results obtained environmental thermal performance on works the residential buildings Eko Prawoto were comfort zone with range temperature of 23,30C - 28,30C. The Archipelago Tropical Architecture principle have been applied to residential building works Eko Prawoto as much as 90,9%. and as much as 9.1% the principle that haven't been applied are used as design recommendations, the roof design and the design of openings in the ventilation holes on the roof space and architectural elements.

Kata kunci : Enviroment Thermal Performance, Thermal Comfort, Archipelago Tropical Architecture



KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat, karunia, taufik dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Evaluasi Penerapan Prinsip Arsitektur Tropis Nusantara Terhadap Kinerja Termal Lingkungan Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto*” ini dengan baik meski banyak kekurangan didalamnya. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada program S-1 di Jurusan Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Dalam menyelesaikan skripsi ini melewati serangkaian proses yang terdapat bantuan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih banyak atas bantuan dan dukungan secara langsung maupun tidak langsung kepada:

1. Penulis ucapkan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia, dan Hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orangtua dan kakak yang selalu mendukung dan dirindukan dari Malang serta keluarga besar Hj.Hadiono.
3. Bapak Agung Murti Nugroho, ST., MT., Ph.D. selaku dosen pembimbing skripsi.
4. Ibu Wulan Astrini, ST., M.Ds. selaku dosen pembimbing akademik.
5. Bapak Djaduk Ferianto dan Ibu Petra selaku pemilik rumah tinggal objek penelitian.
6. Bapak Lantip Kuswala Daya dan Ibu Jeannie Park selaku pemilik rumah tinggal objek penelitian.
7. Bapak Eko Prawoto selaku narasumber skripsi dan pemilik Eko Prawoto Architecture Workshop.

Penulis berharap skripsi ini dapat berguna dalam menambah wawasan serta pengetahuan. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini banyak memiliki kekurangan serta keterbatasan, olah karena itu saran dan kritik sangat penulis harapkan sebagai masukan demi perbaikan dan peningkatan mutu. Demikian semoga skripsi yang penulis buat dapat dipahami dan bermanfaat oleh siapapun yang membacanya.

Malang, 09 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR DIAGRAM	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	01
1.1 Latar Belakang	01
1.2 Identifikasi Masalah	04
1.3 Rumusan Masalah	05
1.4 Batasan Masalah	05
1.5 Tujuan Penelitian	05
1.6 Manfaat Penelitian	05
1.7 Sistematika Penelitian	06
1.8 Kerangka Pemikiran	07
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	08
2.1 Arsitektur Tropis	08
2.1.1 Pengertian Arsitektur Tropis	08
2.1.2 Kriteria Perancangan Arsitektur Tropis	08
A. Organisasi Ruang dan Orientasi Bangunan	09
B. Rancangan Atap	09
C. Bukaannya dan Ventilasi	10
D. Dinding Transparan dan Pembayangan	11
E. Dinding Masif	12
F. Ketebalan Bangunan	12
G. Material Bangunan	13
H. Penataan Ruang Luar dan Penghijauan	13
2.1.3 Konsep Pendinginan Arsitektur Tropis	14
2.2 Arsitektur Tropis Nusantara	15
2.2.1 Pengertian Arsitektur Tropis Nusantara	15
2.2.2 Selubung Bangunan	16
2.2.3 Ruang Dalam Bangunan	20
2.3 Lingkungan Termal	22
2.3.1 Pengertian Lingkungan Termal	22
2.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Lingkungan Termal	22
2.4 Kenyamanan Termal	23
2.4.1 Pengertian Kenyamanan Termal	23
2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal	23
2.4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal Segi Arsitektural	25
2.4.4 Standart Kenyamanan Termal	33
2.5 Penerapan Arsitektur Tropis Nusantara Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto	34
2.5.1 Konsep Desain Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto	34
2.5.2 Karakteristik Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto	37

2.6	Penelitian Terdahulu	43
2.7	Kerangka Teori	46
BAB III METODE PENELITIAN		47
3.1	Lokasi Penelitian	47
3.1.1	Objek Penelitian 1 (Rumah Djuduk Ferianto)	47
3.1.2	Objek Penelitian 2 (Rumah Lantip Kuswala Daya)	48
3.2	Waktu Penelitian.....	48
3.3	Jenis dan Metode Pengumpulan Data.....	49
3.3.1	Jenis Pengumpulan Data	49
3.3.2	Metode Pengumpulan Data	50
3.4	Instrumen Penelitian	51
3.5	Variabel Penelitian.....	51
3.6	Metode Analisis Data	52
3.6.1	Metode Analisis Data Kualitatif.....	52
3.6.2	Metode Analisis Data Kuantitatif.....	53
3.7	Kerangka Metode.....	57
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		59
4.1	Gambaran Umum Lokasi Objek	59
4.1.1	Kondisi Iklim Lokasi Objek Penelitian	59
4.1.2	Suhu Netral.....	60
4.2	Deskripsi Objek Penelitian	61
4.2.1	Kondisi Lingkungan Sekitar Bangunan	61
4.2.2	Kondisi Bangunan	68
4.2.3	Konsep Desain Bangunan	76
4.3	Proses Pengolahan Data.....	81
4.3.1	Analisis Tautan Lingkungan.....	81
4.3.2	Analisis Penerapan Prinsip Arsitektur Tropis Nusantara.....	91
4.3.3	Analisis Kinerja Termal Lingkungan Bangunan	121
4.3.4	Analisis Kinerja Penurunan Suhu Bangunan	143
4.3.5	Kesimpulan Hasil Evaluasi.....	147
4.4	Rekomendasi Desain	148
BAB V PENUTUP		154
5.1	Kesimpulan	154
5.2	Saran	155
DAFTAR PUSTAKA		156
LAMPIRAN.....		157

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara.....	16
Tabel 2.2	Presentase Pemanjulan dan Penyerapan Panas Pada Atap	19
Tabel 2.3	Presentase Pemanjulan dan Penyerapan Panas Pada Dinding.....	19
Tabel 2.4	Presentase Pemanjulan dan Penyerapan Panas Pada Pelapis Dinding	20
Tabel 2.5	Ketinggian Ruang Berdasarkan Fungsi	21
Tabel 2.6	Transmitan Konstruksi Pada Dinding Bangunan	26
Tabel 2.7	Penelitian Terdahulu Arsitektur Tropis Nusantara, Kinerja Termal Lingkungan dan Kenyamanan Termal Pada Rumah Tinggal	43
Tabel 3.1	Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data Penelitian	49
Tabel 3.2	Kriteria Desain Arsitektur Tropis	52
Tabel 3.3	Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara.....	53
Tabel 4.1	Simulasi Pembayangan Banunan Sekitar Terhadap Rumah Djaduk Ferianto ..	82
Tabel 4.2	Pengukuran Suhu Udara dan Kelembaban Udara Rumah Djaduk Ferianto.....	83
Tabel 4.3	Simulasi Pembayangan Bangunan Sekitar Rumah Lantip Kuswala Daya.....	85
Tabel 4.4	Pengukuran Suhu dan Kelembaban Udara Rumah Lantip Kuswala Daya.....	86
Tabel 4.5	Simulasi Pembayangan Vegetasi Terhadap Rumah Djaduk Ferianto.....	87
Tabel 4.6	Simulasi Pembayangan Vegetasi Terhadap Rumah Lantip Kuswala Daya	89
Tabel 4.7	Kriteria Desain Arsitektur Tropis.....	92
Tabel 4.8	Analisis Kriteria Arsitektur Tropis Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto	93
Tabel 4.9	Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara.....	99
Tabel 4.10	Analisis Kriteria Arsitektur Tropis Nusantara Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto	100
Tabel 4.11	Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara.....	110
Tabel 4.12	Hasil Presentase Prinsip Arsitektur Tropis Nusantara Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto	111
Tabel 4.13	Data Pengukuran Rata-rata Suhu Udara dan Kelembaban Udara Eksisting Rumah Djaduk Ferianto	121
Tabel 4.14	Data Pengukuran Rata-rata Suhu Udara dan Kelembaban Udara Eksisting Rumah Lantip Kuswala Daya.....	125



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Orientasi Bangunan	09
Gambar 2.2	Ventilasi Atap.....	10
Gambar 2.3	Ventilasi Silang	11
Gambar 2.4	Proses Terjadinya Efek Rumah Kaca	12
Gambar 2.5	Orientasi Bangunan Terhadap Arah Gerak Angin.	17
Gambar 2.6	Sunpath Diagram	17
Gambar 2.7	Lubang Ventilasi Pada Gawel	18
Gambar 2.8	Lubang Ventilasi Pada Bubungan	19
Gambar 2.9	Continuous Soffit Vents	19
Gambar 2.10	Pengaruh letak Inlet dan Outlet Terhadap Ruang Dalam Bangunan.....	20
Gambar 2.11	Hubungan Antar Ruang Pada Konsep Tropis	21
Gambar 2.12	Orientasi Bangunan Persegi Terhadap Arah Angin	25
Gambar 2.13	Pengaruh Dimensi dan Bentuk Terhadap Ukuran Banyangan Angin	25
Gambar 2.14	Pengaruh Peletakkan Massa Bangunan Terhadap Aliran Udara.....	26
Gambar 2.15	Model Pengaruh Peletakkan dan Orientasi Bukaannya Terhadap Aliran Angin	27
Gambar 2.16	Ventilasi Silang	28
Gambar 2.17	Posisi Inlet dan Outlet	29
Gambar 2.18	Dimensi Inlet dan Outlet	29
Gambar 2.19	Tipe Bukaannya	30
Gambar 2.20	Jarak Pohon Terhadap Bangunan	30
Gambar 2.21	Elemen Arsitektur Sebagai Pelindung Radiasi Matahari	32
Gambar 2.22	Fasad Bangunan Rumah Djaduk Ferianto.....	35
Gambar 2.23	Fasad Bangunan Rumah Lantip Kuswala Daya	36
Gambar 2.24	Tapak Rumah Djaduk Ferianto	38
Gambar 2.25	Anyaman Bambu Bahan Material dari Plafon Rumah Djaduk Ferianto	39
Gambar 2.26	Dinding Kayu Rumah Lantip Kuswala Daya.....	40
Gambar 2.27	Jendela Kaca Flora Gereja Tua Purworejo Rumah Lantip Kuswala Daya	41
Gambar 2.28	Lantai Barang Lawasan Dari Bangunan Belanda Rumah Djaduk Ferianto	41
Gambar 2.29	Potongan C-C Bangunan Rumah Djaduk Ferianto	42
Gambar 2.30	Potongan 1 Bangunan Rumah Lantip Kuswala Daya	42
Gambar 3.1	Peta Lokasi Rumah Djaduk Ferianto.....	47
Gambar 3.2	Peta Lokasi Rumah Lantip Kuswala Daya	48
Gambar 3.3	Titik Ukur Lantai 1 Rumah Djaduk Ferianto	54
Gambar 3.4	Titik Ukur Lantai 1 Rumah Lantip Kuswala Daya	54
Gambar 3.5	Titik Ukur Lantai 2 Rumah Lantip Kuswala Daya	54
Gambar 3.6	Titik Ukur Pada Potongan Rumah Lantip Kuswala Daya.....	55
Gambar 3.7	Titik Ukur Pada Potongan Rumah Djaduk Ferianto	55
Gambar 4.1	Lokasi Objek Penelitian	59
Gambar 4.2	Batas Suhu Netral Daerah Istimewa Yogyakarta	60
Gambar 4.3	Lokasi Objek Rumah Djaduk Ferianto	61
Gambar 4.4	Lokasi Objek Rumah Djaduk Ferianto.....	62
Gambar 4.5	Kondisi Tapak Sekitar Bagian Utara Rumah Djaduk Ferianto	62
Gambar 4.6	Kondisi Tapak Sekitar Bagian Timur Rumah Djaduk Ferianto	62
Gambar 4.7	Kondisi Tapak Sekitar Bagian Selatan Rumah Djaduk Ferianto	63
Gambar 4.8	Vegetasi Sekitar Rumah Djaduk Ferianto Bagian Timur.....	63
Gambar 4.9	Vegetasi Sekitar Rumah Djaduk Ferianto Bagian Selatan	63
Gambar 4.10	Vegetasi Pada Tapak Rumah Djaduk Ferianto.....	64

Gambar 4.11 Lokasi Objek Rumah Lantip Kuswala Daya	64
Gambar 4.12 Kondisi Bangunan Sekitar Rumah Lantip Kuswala Daya.....	65
Gambar 4.13 Kondisi Bangunan Sekitar Bagian Barat Rumah Lantip Kuswala Daya.....	65
Gambar 4.14 Kondisi Bangunan Sekitar Bagian Utara Rumah Lantip Kuswala Daya	66
Gambar 4.15 Kondisi Bangunan Sekitar Barat Laut Rumah Lantip Kuswala Daya.....	66
Gambar 4.16 Kondisi Bangunan Sekitar Barat Daya Rumah Lantip Kuswala Daya.....	66
Gambar 4.17 Kondisi Bangunan Sekitar Selatan Rumah Lantip Kuswala Daya	67
Gambar 4.18 Vegetasi Sekitar Rumah Lantip Kuswala Daya.....	67
Gambar 4.19 Vegetasi Pada Tapak Rumah Lantip Kuswala Daya	68
Gambar 4.20 Fasad Bangunan Rumah Djaduk Ferianto Bagian Timur.....	68
Gambar 4.21 Fasad Bangunan Rumah Djaduk Ferianto Bagian Utara.....	69
Gambar 4.22 Denah Lantai 1 Rumah Djaduk Ferianto	70
Gambar 4.23 Denah Lantai 2 Rumah Djaduk Ferianto	70
Gambar 4.24 Potongan A-A Bangunan Rumah Djaduk Ferianto	71
Gambar 4.25 Potongan B-B Bangunan Rumah Djaduk Ferianto.....	71
Gambar 4.26 Potongan C-C Bangunan Rumah Djaduk Ferianto.....	71
Gambar 4.27 Potongan D-D Bangunan Rumah Djaduk Ferianto	71
Gambar 4.28 Fasad Bangunan Rumah Lantip Kuswala Daya	72
Gambar 4.29 Jenis Jendela Pada Lantai 1 Rumah Lantip Kusawala Daya	73
Gambar 4.30 Kamar Tidur Utama.....	74
Gambar 4.31 Ruang Multifungsi	74
Gambar 4.32 Denah Lantai 1 Rumah Lantip Kuswala Daya	74
Gambar 4.33 Denah Lantai 2 Rumah Lantip Kuswala Daya	75
Gambar 4.34 Potongan 1 Bangunan Rumah Lantip Kuswala Daya.....	75
Gambar 4.35 Potongan 2 Bangunan Rumah Lantip Kuswala Daya.....	75
Gambar 4.36 Batu Bata Ekspos Pada Fasad Bangunan Rumah Djaduk Ferianto.....	76
Gambar 4.37 Jendela Tua Bangunan Rumah Djaduk Ferianto	76
Gambar 4.38 Penyangga Tritisan Rumah Djaduk Ferianto.....	77
Gambar 4.39 Lantai dari Barang Lawasan Bangunan Belanda Rumah Djaduk Ferianto ..	77
Gambar 4.40 Anyaman Bambu Sebagai Plafon Rumah Djaduk Ferianto	78
Gambar 4.41 Kondisi Tapak Rumah Djaduk Ferianto	78
Gambar 4.42 Fasad Bangunan Rumah Lantip Kuswala Daya Bagian Barat	79
Gambar 4.43 Jendela Kaca Flora Rumah Lantip Kuswala Daya	79
Gambar 4.44 Dinding Batu alam dan Dinding Kayu Rumah Lantip Kuswala Daya.....	80
Gambar 4.45 Kondisi Bangunan Rumah Djaduk Ferianto.....	82
Gambar 4.46 Kondisi Bangunan Rumah Lantip Kuswala Daya.....	84
Gambar 4.47 Perbandingan Tampak Rumah Djaduk Ferianto dengan Rumah Lantip Kuswala Daya.....	120
Gambar 4.48 Perbandingan Potongan Rumah Djaduk Ferianto dengan Rumah Lantip Kuswala Daya.....	120
Gambar 4.49 Void dan Kolam Ikan Rumah Djaduk Ferianto	122
Gambar 4.50 Grafik Suhu Udara dan Kelembaban Udara Rumah Djaduk Ferianto	123
Gambar 4.51 Potongan Jendela Kamar Tidur Yang Tidak Ada Kisi-kisi.....	124
Gambar 4.52 Potongan Jendela dan Pintu Kamar Tidur Yang Tidak Ada Kisi-kisi.....	126
Gambar 4.53 Ruang Terbuka Pada Ruang Makan Rumah Lantip Kuswala Daya.....	127
Gambar 4.54 Grafik Suhu dan Kelembaban Udara Rumah Lantip Kuswala Daya	128
Gambar 4.55 Perbandingan Suhu Netral dengan Suhu Ruang Dalam dan Ruang Luar Rumah Djaduk Ferianto	129
Gambar 4.56 Perbandingan Suhu Netral dengan Suhu Ruang Dalam dan Ruang Luar Rumah Lantip Kuswala Daya	130

Gambar 4.57 Perbandingan Suhu Netral dengan Suhu Ruang Makan dengan Void Rumah Djuduk Ferianto	131
Gambar 4.58 Kolam Ikan Pada Area Void Rumah Djuduk Ferianto	132
Gambar 4.59 Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Kamar Tidur dengan Ruang Makan Rumah Djuduk Ferianto	133
Gambar 4.60 Potongan Dinding dan Jendela Kamar Tidur Rumah Djuduk Ferianto	134
Gambar 4.61 Ruang Terbuka Pada Ruang Makan Rumah Djuduk Ferianto	134
Gambar 4.62 Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Kamar Tidur dengan Void Rumah Djuduk Ferianto	135
Gambar 4.63 Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Kamar Tidur dengan Ruang Makan Rumah Lantip Kuswala Daya	136
Gambar 4.64 Denah Lantai 2 Kamar Tidur Rumah Lantip Kuswala Daya	137
Gambar 4.65 Ruang Terbuka Pada Ruang Makan Rumah Lantip Kuswala Daya	138
Gambar 4.66 Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Antar Kamar Tidur dengan Rumah Djuduk Ferianto dengan Rumah Lantip Kuswala Daya	138
Gambar 4.67 Perbandingan posisi Kamar Tidur dengan Rumah Djuduk Ferianto dengan Rumah Lantip Kuswala Daya	140
Gambar 4.68 Perbandingan posisi Kamar Tidur dengan Rumah Djuduk Ferianto dengan Rumah Lantip Kuswala Daya	140
Gambar 4.69 Perbandingan posisi Ruang Makan Antar Rumah Djuduk Ferianto dengan Rumah Lantip Kuswala Daya	142
Gambar 4.70 Grafik Selisih Penurunan Suhu Udara Antar Ruang Luar dan Ruang Dalam Rumah Djuduk Ferianto	143
Gambar 4.71 Grafik Selisih Penurunan Suhu Udara Antar Ruang Luar dan Ruang Dalam Rumah Lantip Kuswala Daya	144
Gambar 4.72 Grafik Perbandingan Selisih Penurunan Suhu Udara Ruang Makan Antar Rumah Lantip Kuswala Daya dan Rumah Djuduk Ferianto	145
Gambar 4.73 Grafik Perbandingan Selisih Penurunan Suhu Udara Kamar Tidur Antar Rumah Lantip Kuswala Daya dan Rumah Djuduk Ferianto	146
Gambar 4.74 Ruang Atap Rumah Djuduk Sebelum Modifikasi	148
Gambar 4.75 Alternatif 1 Ruang Atap Rumah Djuduk Ferianto Sesudah Modifikasi	149
Gambar 4.76 Alternatif 2 Ruang Atap Rumah Djuduk Ferianto Sesudah Modifikasi	149
Gambar 4.77 Ruang Atap Ruang Lantip Kuswala Daya Sebelum Modifikasi	150
Gambar 4.78 Alternatif 1 Lubang Ventilasi Pada Ruang Atap Rumah Kuswala Daya	151
Gambar 4.79 Alternatif 2 Lubang Ventilasi Pada Ruang Atap Rumah Kuswala Daya	151
Gambar 4.80 Alternatif 1 Kisi – Kisi Kayu	152
Gambar 4.81 Penerapan Kisi-kisi Kayu Pada Jendela	152
Gambar 4.82 Alternatif 2 Kombinasi Kisi-kisi dengan Kaca	153
Gambar 4.83 Penerapan Kombinasi Kisi-kisi Pada Jendela	153
Gambar 4.84 Alternatif 3 Roster Kayu	153
Gambar 4.85 Penerapan Kombinasi Kisi-kisi Roster Kayu Pada Jendela	153

DAFTAR DIAGRAM

No.	Judul	Halaman
Diagram 1.1	Kerangka Pemikiran	07
Diagram 2.1	Kerangka Teori	46
Diagram 3.1	Kerangka Metode	57



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Gambar Kerja Lantip Kuswala Daya.....	158
Lampiran 2	Gambar Kerja Djuduk Ferianto	161
Lampiran 3	Data Pengukuran Suhu Udara dan Kelembababn Udara Rumah Djuduk Ferianto.....	164
Lampiran 4	Data Pengukuran Suhu Udara dan Kelembababn Udara Rumah Djuduk Lantip Kuswala Daya	177



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara beriklim tropis lembab dengan intensitas sinar matahari, suhu udara, kelembaban udara, serta curah hujan yang relatif tinggi. Negara Indonesia memiliki tingkat kelembaban udara yang relatif tinggi yaitu sebesar 70%-80% saat musim kemarau dan kelembaban udara sebesar 80%-95% saat musim hujan. Tingkat suhu udara juga relatif tinggi yaitu berkisar sebesar 24 °C pada malam hari suhu udara 34°C pada siang hari (*Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*). Kondisi tersebut sangatlah berpengaruh terhadap bangunan beriklim tropis lembab seperti Indonesia khususnya dalam mendesain rumah tinggal.

Permasalahan yang banyak terjadi saat ini desain rumah tinggal yang dibangun dengan ukuran yang sangat minimalis, sehingga dapat menyebabkan kondisi termal pada ruang dalam bangunan menjadi terganggu. Hal tersebut menyebabkan kenyamanan suhu udara menjadi menurun, sehingga kondisi termal di dalam bangunan menjadi tidak nyaman. kondisi demikian menjadikan para arsitek mulai mendesain sebuah desain yang dapat menciptakan kenyamanan termal yang tetap mengoptimalkan lingkungan sekitar dan memperhatikan iklim setempat pada bangunan rumah tinggal yaitu dengan menerapkan prinsip kriteria Arsitektur Tropis Nusantara.

Arsitektur tropis merupakan sebuah desain atau karya arsitektur dengan tujuan sebagai solusi permasalahan yang disebabkan oleh iklim tropis seperti suhu udara, intensitas radiasi matahari, kecepatan angin dan kelembaban udara yang relatif tinggi tanpa merusak lingkungan sekitar (Karyono, 2016). Hal tersebut dapat menciptakan sebuah pemikiran atau ide dalam menyesuaikan bangunan gedung maupun bangunan rumah tinggal yang dapat menciptakan kenyamanan suhu udara bagi penggunanya.

Konsep desain rumah tropis merupakan konsep sebagai penyesuaian terhadap iklim tropis, dimana keadaan tersebut membutuhkan penyelesaian khusus dalam mendesain. Hal utama yang dapat mempengaruhi keadaan suhu udara yang tinggi dan kelembaban udara yang tinggi ini merupakan pengaruh terbesar pada kenyamanan suhu udara dalam ruang bangunan. Aliran udara secara alami pada ruang dalam bangunan ini merupakan salah satu bentuk konsep desain dari rumah tinggal tropis dalam meningkatkan kenyamanan suhu udara ruang dalam bangunan.

Pada rumah tropis memerlukan kenyamanan suhu udara yang nyaman pada ruang dalam maupun ruang luar bangunan serta penghuni bangunan dalam beraktivitas. Kenyamanan suhu udara bergantung pada beberapa faktor-faktor, seperti halnya radiasi sinar matahari, suhu udara kelembaban udara, dan kecepatan angin pada sekitar bangunan (Szokolay, 1980).

Arsitektur Nusantara merupakan arsitektur yang didasari pada aspek falsafah, ilmu dan pengetahuan dengan ciri arsitektur pernaungan. Arsitektur nusantara bukanlah arsitektur tradisional. Arsitektur nusantara lebih menjelaskan dalam lingkup pengetahuan arsitektur, sedangkan arsitektur tradisional menjelaskan mengenai lingkup pengetahuan budaya (Priyotomo, 2002). Dari penjelasan tersebut Arsitektur Tropis Nusantara merupakan sebuah acuan desain bangunan yang seharusnya dapat diterapkan di seluruh daerah di Indonesia sesuai dengan iklim lingkungan sekitarnya.

Seorang arsitek harus dapat mengerti tentang faktor-faktor apa saja yang harus diperhatikan dalam merancang sebuah bangunan rumah tinggal yaitu tetap memperhatikan iklim dan lingkungan sekitarnya. Sehingga peneliti mencoba untuk mengevaluasi penerapan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara terhadap kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya arsitek di Indonesia, salah satunya ialah karya arsitek Eko Prawoto.

Eko Prawoto merupakan salah satu arsitek terkenal di Indonesia yang memiliki kekhasan dalam mendesain sebuah bangunan. Karya-karya Eko Prawoto ini selalu menciptakan tipologi bangunan yang baik mulai dari segi konfigurasi ruang, struktur, maupun elemen dekoratif, khususnya pada desain bangunan rumah tinggal seorang seniman. Eko Prawoto juga menerapkan desain bangunan dengan memperhatikan lingkungan sekitar dan iklim setempat sesuai dengan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara (Ariadina, 2009).

Karya Eko Prawoto dapat dikelompokkan dari tipologi bangunan berdasarkan sifat arsitekturalnya yaitu fasad, struktur, material, dan elemen dekoratif ini beliau selalu menggunakan material yang berasal dari alam seperti halnya bambu, kayu, dan material ringan lainnya dengan berpaduan penggunaan material lawasan. Berdasarkan konfigurasi ruang, karya Eko Prawoto ini dalam pembagian ruang dalam bangunan menyesuaikan kondisi iklim, lingkungan sekitar dan tapak serta aktivitas penghuni bangunan, seperti halnya desain bangunan rumah tinggal pada rumah seniman. Pembagian ruang pada rumah tinggal seniman karya Eko Prawoto ini, zona privat

digunakan sebagai tempat seniman berkarya dan zona publik sebagai tempat seniman memamerkan karya – karyanya (Ariadina, 2009).

Pada bangunan karya Eko Prawoto penggunaan material bersifat alami selalu beliau terapkan pada fasad, struktur, dan elemen arsitektural seperti kayu, bambu, batu alam dengan perpaduan penggunaan barang lawasan sebagai elemen arsitektural (pintu, jendela, dan ornamen-ornamen arsitektural lainnya). Beberapa bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto yang menerapkan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara diantaranya ialah rumah tinggal seniman Djaduk Ferianto dan rumah seniman Lantip Kuswala Daya.

Rumah tinggal seniman Djaduk Ferianto terletak di Desa Kembaran, Tamantirto, Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Bangunan rumah tinggal ini memiliki luas bangunan 290 m² yang terdiri dari 2 lantai. Rumah Djaduk Ferianto ini dirancang oleh Eko Prawoto. Bangunan rumah ini didesain dengan memaksimalkan penghawaan alami yaitu berupa peletakkan void pada ruang dalam bangunan serta volume atap yang besar tanpa plafon. Akan tetapi pada ruang atap, lubang ventilasi masih minim, sehingga dapat mengakibatkan suhu udara ruang dalam bangunan rumah tinggal ini menjadi meningkat. Penggunaan material batu bata ekspos dinding bagian luar bangunan dapat mengakibatkan peningkatkan suhu udara didalam ruang bangunan, karena sifat material yang menyerap panas dan sukar melepaskan.

Pada rumah tinggal Lantip Kuswala Daya yang terletak di Desa Kembaran, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Bangunan rumah tinggal ini didesain dengan menggunakan material kayu pada fasad bangunan lantai 2, sedangkan pada lantai 1 fasad bangunan menggunakan material batu bata dan batu alam. Luas bangunan rumah ini sekitar 250 m² terdiri dari 2 lantai. Akan tetapi, pada kamar tidur lantai 2 rumah tinggal ini menggunakan penghawaan buatan yaitu berupa *Air Conditioning* pada setiap kamar tidur. Rumah tinggal ini didesain oleh Eko Prawoto dengan berhubungan langsung dengan ruang luar, dimana ruang-ruang dalam bangunan berhubungan langsung dengan ruang luar yaitu seperti ruang terbuka berupa taman pada lantai 1. Ruang terbuka berupa taman di lantai 1 ini berhubungan langsung dengan ruang multifungsi yaitu ruang makan, dapur, dan ruang bersama.

Sama halnya seperti rumah Djaduk Ferianto, rumah Lantip Kuswala daya ini juga tidak ada lubang ventilasi pada ruang atapnya. Sehingga apabila elemen arsitektural seperti jendela dan pintu tersebut ditutup akan meningkatkan suhu udara dalam bangunan, karena tidak ada aliran udara yang masuk ke dalam ruang.

Dalam permasalahan tersebut penulis ingin mengevaluasi bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto dengan pendekatan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara terhadap kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto, sehingga dapat menciptakan kenyamanan suhu udara. Melalui penelitian ini akan dilakukan analisis pendataan mengenai penerapan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto, kemudian melakukan pengukuran pada objek bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto mengenai dengan kinerja termal lingkungan yaitu suhu udara dan kelembaban udara pada ruang dalam maupun ruang luar bangunan rumah tinggal. Analisis pendataan dan pengukuran tersebut akan dijadikan sebagai tolak ukur sebagai penentuan rekomendasi desain.

1.2 Identifikasi Masalah

Dari latar belakang tersebut permasalahan yang ada dapat disimpulkan identifikasi permasalahannya adalah sebagai :

1. Sebagai seorang arsitek harus dapat memahami tentang faktor-faktor yang diperhatikan dalam merancang bangunan rumah tinggal dengan memperhatikan iklim serta lingkungan sekitar, sehingga diperlukan evaluasi karya arsitek yang menerapkan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara untuk menciptakan kenyamanan suhu yang baik.
2. Eko Prawoto merupakan salah satu arsitek di Indonesia yang selalu memperhatikan iklim dan lingkungan sekitar bangunan dalam merancang karyanya. Penggunaan material alam seperti batu alam, bambu, dan kayu beliau terapkan pada bagian fasad, struktur, dan elemen dekoratif serta mengoptimalkan kondisi tapak yang ada. Akan tetapi, apakah hal-hal yang telah diterapkan pada karya Eko Prawoto ini telah memenuhi sebagai bangunan yang penerapan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara, khususnya pada bangunan rumah tinggal karya beliau.
3. Rumah Djaduk Ferianto merupakan bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto yang didesain dengan mengoptimalkan penghawaan alami berupa ruang void yang terletak di dalam bangunan. Akan tetapi, pada ruang atap minim lubang ventilasi dan penggunaan material batu bata ekspos yang memiliki sifat menyerap panas dan sukar untuk melepas panas yang diterapkan pada fasad bagian luar bangunan rumah tinggal ini. Sedangkan rumah Lantip Kuswala Daya merupakan bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto juga dimana rumah ini juga minim lubang ventilasi pada ruang atapnya dan penggunaan penghawaan buatan pada kamar tidur.

1.3 Rumusan Masalah

Dari identifikasi masalah dapat disimpulkan rumusan masalahnya ialah:

1. Bagaimana evaluasi penerapan prinsip Arsitektur Tropis Nusantara pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto?
2. Bagaimana kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto?

1.4 Batasan Masalah

Pembatasan masalah digunakan untuk menghindari penyimpangan pokok permasalahan, sehingga penelitian lebih terarah dan mempermudah dalam proses pembahasan sehingga tujuan penelitian dapat terpenuhi atau tercapai. Batasan masalah dalam penelitian ini, adalah:

1. Subtansial : Penerapan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara dan kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto.
2. Waktu : Rentang waktu yang dibutuhkan selama 1 bulan.
3. Tempat : Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya terletak di Desa Kembaran, Tamantirto, Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta.

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengevaluasi penerapan prinsip Arsitektur Tropis Nusantara pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto.
2. Mengetahui kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto
3. Mengetahui rekomendasi desain yang baik, agar menambah kenyamanan suhu ruang dalam pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto dengan menerapkan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara.

1.6 Manfaat Penelitian

1. Khusus
 - a. Mengetahui seberapa besar penerapan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto.
 - b. Mengetahui kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto dengan menerapkan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara.

2. Umum

- a. Dapat menjadi tolak ukur yang kemudian diterapkan pada konsep perancangan maupun pembangunan bangunan pada iklim tropis khususnya pada bangunan rumah tinggal.
- b. Dengan penerapan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara pada bangunan (rumah tinggal) diharapkan dapat meningkatkan kenyamanan suhu pada ruang dalam bangunan rumah tinggal, sehingga dapat meminimalisir penggunaan penghawaan buatan dan dapat mengurangi dampak kerusakan lingkungan.

1.7 Sitematika Penelitian

Menjelaskan tentang gambaran pembahasan pada masing-masing bab yang ada sesuai sistematika pada penelitian. Berikut merupakan penjelasannya:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan deskripsi umum mengenai isu penelitian dan deskripsi objek penelitian yang memuat latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penelitian, dan kerangka pemikiran.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan terkait teori – teori yang mendasari pembahasan secara terperinci yang memuat mengenai pengertian arsitektur tropis nusantara, kenyamanan termal, dan kinerja termal lingkungan serta faktor-faktor yang mempengaruhinya dan jurnal terkait dengan penelitian terdahulu yang mengacu pada topik penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Dalam bab ini berisikan mengenai pengembangan metodologi yang terdiri dari kerangka pemikiran, sumber data dan jenis data penelitian, instrumen penelitian, variabel penelitian serta metode dan analisis data penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini menguraikan tentang gambaran umum objek penelitian yaitu bangunan (rumah tinggal) karya Eko Prawoto. Penguraian hasil penelitian yang telah dilakukan berupa analisis, pengolahan data, dan hasil penelitian (berupa rekomendasi desain).

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan mengenai kesimpulan dan saran mengenai penelitian tersebut.

1.8 Kerangka Penelitian

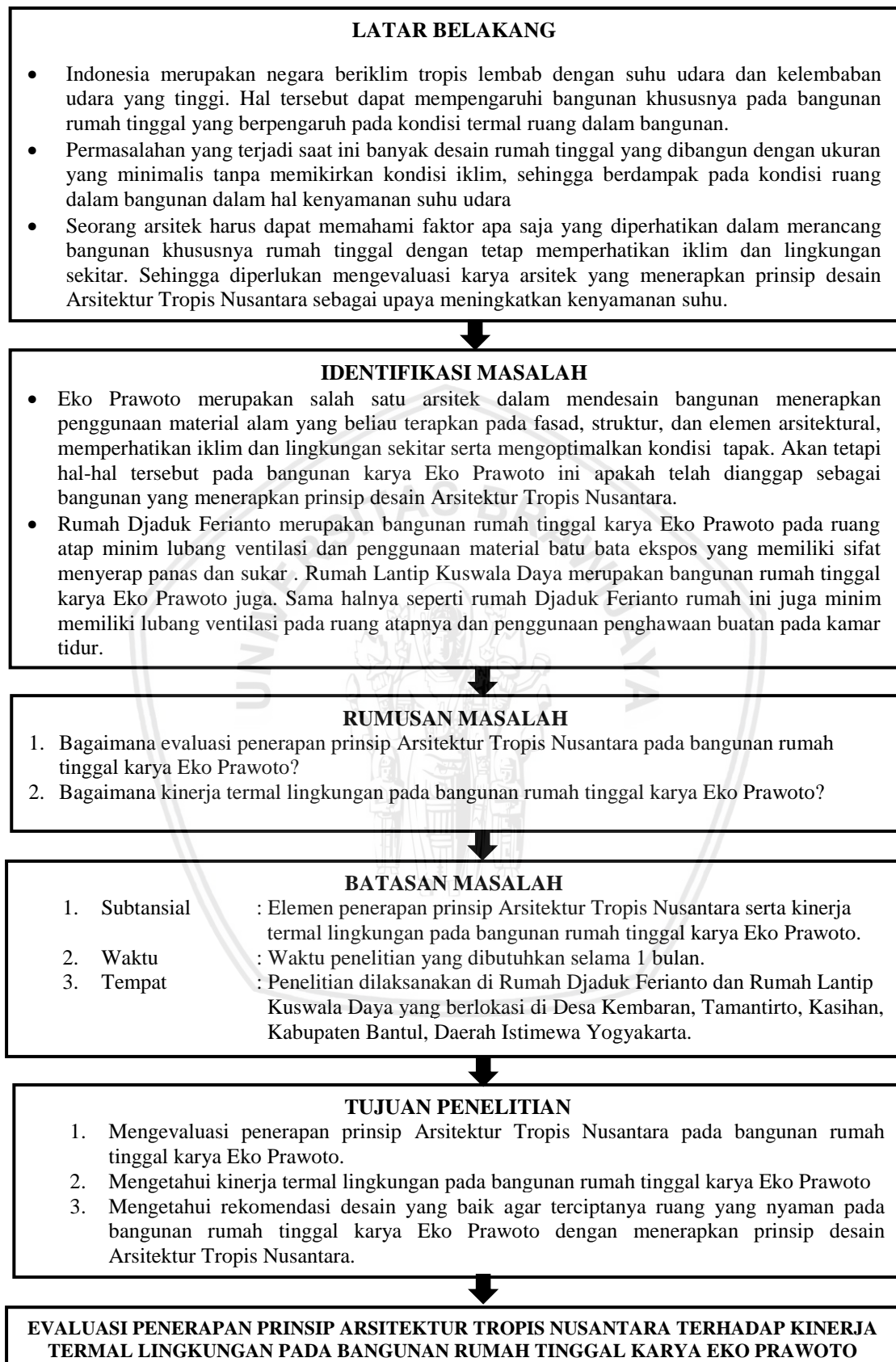


Diagram 1.1 Kerangka Pemikiran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Arsitektur Tropis

2.1.1 Pengertian Arsitektur Tropis

Arsitektur tropis merupakan sebuah rancangan karya arsitektur bertujuan untuk menyelesaikan permasalahan yang diakibatkan oleh iklim tropis (Karyono, 2016). Iklim tropis memiliki beberapa kriteria yaitu temperatur udara yang tinggi, kelembaban udara yang tinggi, intensitas radiasi matahari, dan intensitas air hujan yang relatif tinggi. Faktor-faktor iklim tersebut memiliki pengaruh yang besar terhadap kenyamanan fisik manusia terutama aspek kenyamanan suhu. Aktifitas manusia cenderung menurun ketika keadaan suhu tidak nyaman, seperti keadaan terlalu panas maupun kondisi yang terlalu dingin. Arsitektur tropis diharapkan bisa menjadi tolak ukur untuk penyelesaian ataupun solusi dari permasalahan iklim tropis ini dalam bentuk sebuah rancangan arsitektur yang memiliki variasi dan tidak sebatas pada solusi dengan atap yang lebar. Atap lebar memang dibutuhkan saat perancangan bangunan dengan kondisi iklim tropis, akan tetapi hal ini bukan berarti dapat menjamin pengguna bangunan mencapai aspek kenyamanan visual maupun termal. Aspek kenyamanan termal dan visual merupakan aspek yang dibutuhkan dalam bangunan, sehingga pengguna dapat mencapai kenyamanan fisik.

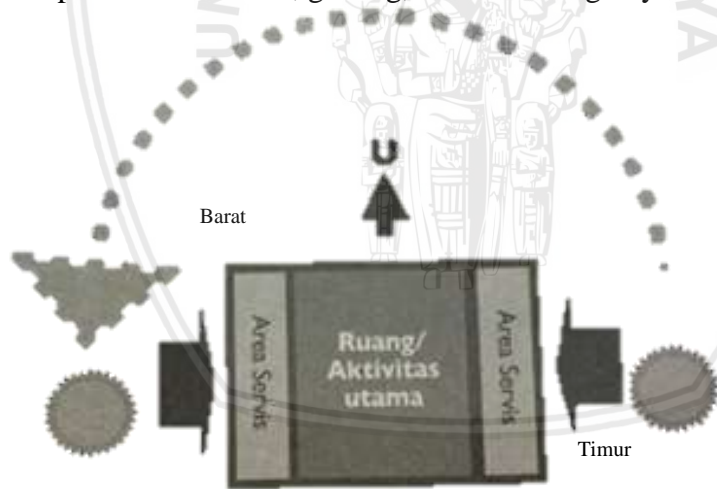
2.1.2 Kriteria Perancangan Arsitektur Tropis

Prinsip dasar untuk mendesain dalam arsitektur tropis merupakan usaha untuk dapat menurunkan suhu udara pada ruang dalam bangunan yang dapat memberika dampak berupa efek panas terhadap pengguna bangunan. Pada daerah daratan tinggi dan dataran rendah, penurunan suhu dapat dilakukan dengan meminimalisir masuknya radiasi matahari secara berlebih pada bangunan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara memberikan pembayangan pada bangunan. Pada bangunan tingkat rendah pembayangan yang dapat dilakukan dengan penanaman pohon disekitar bangunan maupun dengan penghijauan atap ataupun dinding pada bangunan (Karyono, 2016).

Prinsip dasar lainnya merupakan cara mengeluarkan udara panas yang ada di dalam bangunan dengan cara memberikan bukaan yang optimal dan memadai untuk terjadinya ventilasi silang di atap dan ruang dalam bangunan. Adapun kriteria perancangan di bawah ini yang dapat digunakan sebagai rancangan arsitektur dalam mengatasi permasalahan iklim tropis, sehingga bangunan dapat mencapai kenyamanan yang dibutuhkan oleh penghuni bangunan (Karyono, 2016).

A. Organisasi Ruang dan Orientasi Bangunan

Orientasi bangunan sangat mempengaruhi tinggi rendahnya suhu udara yang ada di ruang dalam bangunan. Warna dinding dan ketebalan dinding pada bagian luar juga berpengaruh pada suhu udara yang ada di ruang dalam bangunan (Karyono, 2016). Pada iklim tropis, di daerah daratan rendah maupun daratan tinggi, ruang utama, seperti ruang tidur, ruang keluarga, dan lain sebagainya sebaiknya tidak diposisikan di bagian barat. Sebaiknya pada bagian sebelah barat digunakan sebagai ruang servis, seperti kamar mandi, gudang, dan lain sebagainya



Gambar 2.1 Orientasi bangunan.

Sumber: Karyono, 2016

B. Rancangan Atap

Merancang sebuah bangunan pada keadaan iklim tropis dengan intensitas suhu udara yang tinggi, atap merupakan bagian terpenting pada banguanna yang bertujuan untuk mengatasi permasalahan dari panas matahari yang masuk ke ruang dalam bangunan. Penggunaan material penutup atap yang relatif tipis seperti, asbes, genting, serta sirap, akan menyerap panas matahari dengan cepat dan menyebabkan kondisi ruang

yang ada dibawahnya menjadi panas. Ruang atap merupakan ruang yang terbentuk diantara penutup atap dan plafon. Apabila ruang atap tidak ada, radiasi panas dari matahari yang diserap penutup atap akan disalurkan langsung ke ruang yang ada dibawahnya dan tidak melalui perantara, sehingga pada ruang dalam bangunan menjadi panas dan begitu juga sebaliknya (Karyono, 2016). Solusi dari hal tersebut yaitu dengan cara volume ruang atap yang besar dan juga membuat lubang ventilasi di ruang atap. Lubang ventilasi pada ruang atap membantu mengeluarkan udara panas yang terbentuk di ruang atap, sehingga udara di ruang atap tidak akan panas dan ruang dalam bangunan yang ada dibawahnya menjadi tidak panas.



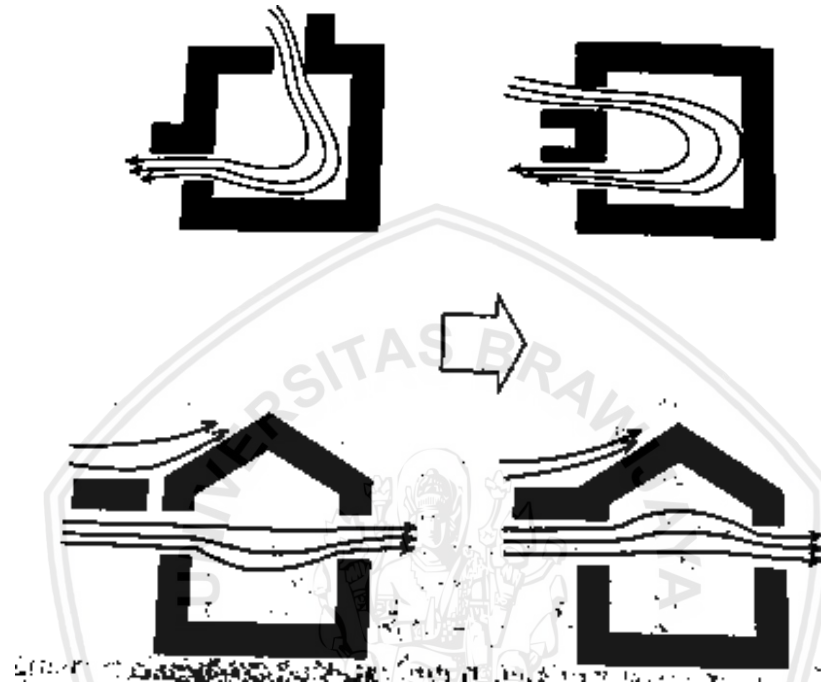
Gambar 2.2 Ventilasi atap.

Sumber: Karyono, 2016

C. Bukaan dan Ventilasi

Dalam merancang bangunan arsitektur tropis, aliran udara silang atau ventilasi silang secara maksimal di ruang dalam bangunan memiliki pengaruh yang besar dalam meningkatkan kenyamanan suhu bagi penghuni bangunan. Penggunaan ventilasi silang di ruang dalam bangunan, akan menciptakan kondisi suhu yang nyaman. Akan tetapi, pada segi akustik hal ini cenderung tidak nyaman, karena mempermudah suara dapat diteruskan dari berbagai arah ke dalam maupun ke luar bangunan. Walaupun demikian, pencapaian kenyamanan suhu merupakan prioritas utama. Rancangan bukaan berupa kisi-kisi pada elemen arsitektural seperti halnya jendela dan pintu ini dirancang secara detail, sehingga dapat memungkinkan terjadinya ventilasi silang tanpa menyebabkan permasalahan kenyamanan audial.

Pengoptimalan ventilasi silang pada ruang dalam bangunan, dapat dilaksanakan dengan cara menyediakan ruang terbuka pada lingkungan sekitar bangunan. Salah satu hal yang dapat dilaksanakan dengan tidak merancang tapak dengan bangunan secara keseluruhan yang dapat menyebabkan terjadinya aliran udara yang tidak optimal dari luar ke dalam bangunan (Karyono, 2016).

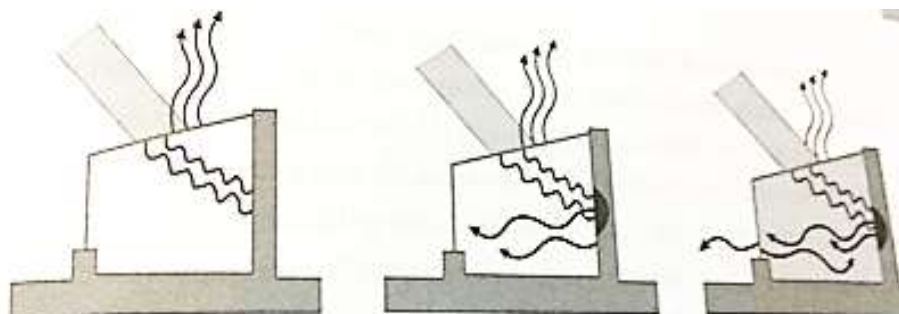


Gambar 2.3 Ventilasi silang.

Sumber: Karyono, 2016

D. Dinding Transparan dan Pembayangan

Dalam mendesain sebuah bangunan arsitektur tropis penggunaan material pada dinding transparan dan pembayangan memiliki peran yang penting. Material seperti kaca merupakan contoh material yang pada umumnya tidak dapat dilalui oleh gelombang panjang, sehingga panas yang dipancarkan pada benda-benda ini tidak dapat diteruskan keluar dari ruang dalam bangunan. Hal ini menyebabkan kenaikan suhu udara di ruang dalam bangunan tersebut. Peristiwa ini dinamakan dengan “efek rumah kaca”.



Gambar 2.4 Proses terjadinya efek rumah kaca.

Sumber: Karyono, 2016

E. Dinding Masif

Bangunan Arsitektur tropis harus mempertimbangkan desain dinding masif terutama jika dinding tersebut menghadap barat yang langsung berhadapan langsung dengan sinar matahari. Pembayangan memiliki peran penting untuk mengurangi panas pada dinding yang disebabkan dari paparan radiasi matahari. Apabila bangunan menggunakan dinding yang bercelah semacam bilik dengan memakai material seperti bambu, akan mengurangi panas radiasi matahari secara langsung. Dinding bangunan yang menggunakan bahan material seperti bambu ini memiliki celah-celah lubang yang berperan sebagai mengurangi kalor yang masuk ke dalam bangunan atau ruang tersebut. Celah-celah ini memungkinkan udara akan lebih mudah mengalir ke dalam maupun ke luar bangunan.

F. Ketebalan Bangunan

Dalam bangunan arsitektur tropis, pada bagian sisi terpendek dari bangunan sebaiknya ketebalan dindingnya tipis sehingga dapat mengoptimalkan pencahayaan alami maupun penghawaan alami yang masuk ke ruang dalam bangunan (Karyono, 2016). Ketebalan bangunan atau lebar optimal dari sisi terpendek bangunan, diharapkan tidak lebih dari 12 m, hal ini bertujuan untuk mengoptimalkan ventilasi silang serta pencahayaan alami pada ruang dalam bangunan, sehingga kenyamanan suhu dan visual penghuni bangunan dapat tercapai. Jumlah bukaan dan lubang ventilasi yang sama serta ketinggian plafon yang sama dan tebal-tipis dinding bangunan merupakan hal-hal yang dapat meningkatkan kenyamanan suhu dan visual yang nyaman dengan tidak menggunakan pencahayaan buatan maupun penghawaan buatan.

G. Material Bangunan

Perancangan bangunan arsitektur tropis pemilihan material merupakan salah satu hal terpenting untuk menciptakan kenyamanan suhu pada ruang dalam bangunan. Jenis material, ketebalan maupun warna material berpengaruh terhadap pertukaran panas secara radiasi maupun konduksi terhadap sekitar lingkungan bangunan (Karyono, 2016). Material yang tipis tidak menyimpan panas dalam jumlah yang besar. Warna material pada selubung bangunan dipengaruhi oleh iklim pada bangunan setempat.

Daerah dengan suhu udara luar yang tinggi dan sinar matahari yang tinggi, seperti halnya pada daerah tropis ini material yang digunakan pada atap dan dinding bagian luar diharapkan menggunakan warna yang terang atau cerah. Warna material yang memiliki warna yang cerah dapat memantulkan radiasi matahari dari matahari dan mengurangi terjadinya peningkatan suhu udara pada ruang dalam bangunan dan lingkungan sekitar. Meskipun demikian, desain yang tepat merupakan penggunaan material yang tebal yang lebih efektif dalam menciptakan kenyamanan suhu udara pada ruang dalam bangunan.

H. Penataan Ruang Luar dan Penghijauan

Dalam mendesain sebuah bangunan arsitektur tropis, pada bagian luar bangunan seperti ruang luar ataupun kondisi tapak memiliki peran yang penting sebagai stabilisator suhu udara luar. Suhu udara di luar bangunan tidak panas, maka penggunaan material keras pada permukaan halaman, taman, atau parkir yang tidak mendapatkan peneduhan dan perlu diminimalkan (Karyono, 2016).

Permukaan tanah yang ditutup menggunakan material keras secara langsung yang terpapar oleh radiasi matahari akan menyebabkan suhu udara pada lingkungan sekitar bangunan menjadi panas. Penghijauan maupun penanaman vegetasi sangat dibutuhkan untuk daerah yang beriklim tropis sebagai solusi menurunkan suhu udara daerah tersebut. Pada bagian lainnya keberadaan vegetasi berupa pepohonan secara langsung maupun tidak langsung dapat menurunkan suhu udara disekitar lingkungan, karena panas dari paparan sinar matahari akan diserap oleh daun untuk proses berfotosintesis dan proses penguapan.

2.1.3 Konsep Pendinginan Arsitektur Tropis

Permasalahan yang harus diselesaikan dalam mendesain bangunan pada wilayah dengan iklim tropis ialah bagaimana cara menciptakan suhu udara di ruang dalam bangunan menjadi rendah, sehingga penghuni bangunan dapat merasakan kenyamanan. Ada beberapa strategi agar bangunan pada daerah yang beriklim tropis dapat terpenuhi tingkat kenyamanannya (Karyono, 2016), diantaranya sebagai berikut:

A. Pengkondisian Udara secara Mekanis

Penerapan cara ini merupakan peran seorang arsitek dalam menyelesaikan masalah rancangan bangunan tropis menjadi lebih kecil. Penerapan teknologi ini lebih pada menyelesaikan kondisi kenyamanan suhu udara dengan cara buatan yaitu menggunakan sistem pencahayaan buatan dan penghawaan buatan. Sehingga tidak dapat meminimalisir dampak kerusakan pada lingkungan sekitar. Akan tetapi dengan menggunakan pengkondisian udara secara mekanis akan membuat pengguna atau penghuni bangunan menjadi nyaman dalam segi kenyamanan suhu udara maupun fisik.

B. Pengkondisian Udara secara Alamiah

Pengkondisian udara secara alami merupakan sebagian proses mendesain yang menjadi tantangan bagi seorang arsitek. Tantangan ini yaitu bagaimana caranya seorang arsitek dapat memodifikasi udara luar menjadi nyaman di ruang dalam bangunan melalui pendekatan arsitektural. Beberapa pendekatan yang dapat dilakukan, yaitu:

1. Penanaman pohon atau penghijauan pada area tapak
2. Pendinginan malam hari
3. Meminimalkan perolehan panas dari radiasi matahari pada bangunan
4. Memaksimalkan pelepasan panas dalam bangunan
5. Penghijauan atap

2.2 Arsitektur Tropis Nusantara

2.2.1 Pengertian Arsitektur Tropis Nusantara

Dalam arsitektur nusantara merupakan manusia dan lingkungannya menjadi salah satu peran dalam mengembangkan arsitektur yang berkelanjutan. Arsitektur nusantara ialah hasil komunikasi antara alam, manusia dan arsitektur. Arsitektur nusantara merupakan arsitektur yang didasari pada aspek falsafah, ilmu dan pengetahuan dengan ciri arsitektur pernaungan yang sumber pengetahuan berasal dari budaya tanpa tulisan. Arsitektur nusantara bukan arsitektur tradisional. Arsitektur nusantara lebih menjelaskan pada lingkup pengetahuan arsitektur, sedangkan arsitektur tradisional menjelaskan tentang lingkup pengetahuan budaya (Priyotomo, 2002). Arsitektur nusantara merupakan arsitektur sebagai pengetahuan arsitektur yang berisi mengenai tradisi, budaya dan kondisi iklim pada daerah kepulauan Asia Tenggara (Pangarsa, 2010). Pemaknaan Arsitektur Nusantara tidak hanya memaparkan tentang konsep namun hingga praktek. Apa yang telah didesain oleh arsitek Indonesia dengan karyannya perlu diapresiasi sebagai bentuk dari Arsitektur Nusantara masa kini (Nugroho, 2014).

Seiring berkembangnya bidang teknologi dan keilmuan, muncul lah istilah yang dinamakan Arsitektur Tropis Nusantara. Identifikasi penggalian karakter lokal-tradisional yang terdapat dibalik fenomena arsitektur nusantara butuh dikaji. Hal ini memiliki peran yang penting dalam mengingat perjalanan waktu di tengah gelombang globalisasi, arsitektur lokal-tradisional sebagai salah satu kriteria maupun pendekatan dalam membangun arsitektur yang berkelanjutan. Istilah ini merupakan keberlanjutan dari penanaman konsep dan nilai-nilai yang terkandung pada arsitektur tradisional atau arsitektur vernakuler. Maka dari itu Arsitektur Tropis Nusantara merupakan sebuah acuan desain yang seharusnya dapat diterapkan di seluruh daerah di Indonesia. Dari penjelasan di atas, terdapat kriteria untuk sebuah desain Arsitektur Tropis Nusantara. Berikut penjelasan hubungan antara arsitektur tropis dan arsitektur nusantara:

Tabel 2.1 Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara

Aspek	Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara
Tapak	1. Melestarikan lingkungan sekitar dan memaksimalkan kondisi tapak (pemilihan tanaman peneduh, peletakkan tanaman bagian barat dan timur, dan peletakkan tanaman sebagai pembayangan)
Selubung Bangunan	1. Membayangi seluruh massa bangunan 2. Memiliki volume atap yang besar dan adanya ruang atap sebagai penghambat panas ke dalam ruang massa bangunan 3. Memiliki ketinggian yang berbeda pada setiap ruang yang ada di dalam massa bangunan 4. Menggunakan bahan material yang dapat menyerap panas dan kelembaban
Tata Massa Bangunan	1. Orientasi bangunan menghadap utara-selatan 2. Memiliki massa bangunan yang ramping
Ruang Dalam	1. Adanya ruang komunal (ruang bersama) 2. Menerapkan sistem hirarki dalam penataan ruang 3. Memaksimalkan penghawaan alami 4. Ruang dalam bangunan berhubungan langsung dengan ruang luar

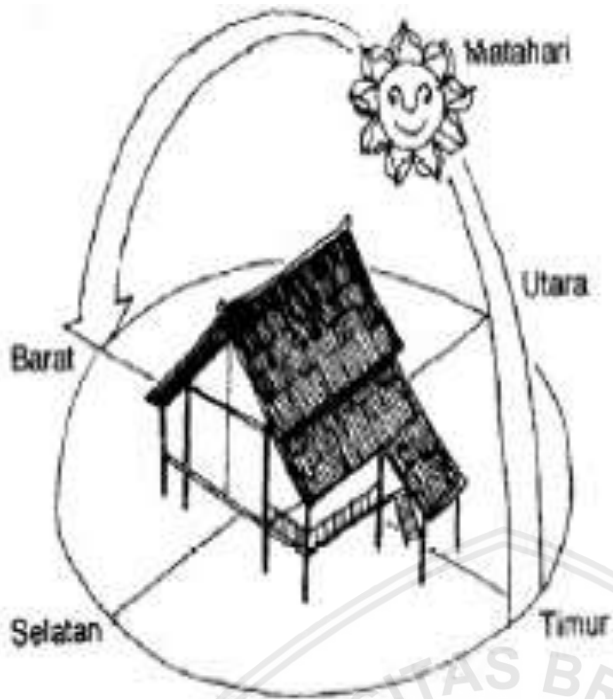
Sumber: Nugroho, 2016

2.2.2 Selubung Bangunan

Selubung bangunan terdiri dari komponen tak tembus cahaya seperti dinding dan komponen tembus pandang seperti jendela. Selubung bangunan berfungsi sebagai pelindung terhadap lingkungan luar seperti halnya radiasi matahari, angin, hujan, kebisingan, dan lain sebagainya. Pada kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara ini terdapat 4 kriteria yaitu:

1. Membayangi seluruh massa pada bangunan
2. Memiliki volume atap yang besar dan terdapat ruang atap
3. Memaksimalkan penghawaan alami pada bangunan
4. Ruang dalam pada bangunan berhubungan langsung dengan ruang luar bangunan

Arah gerak matahari merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi pembayangan pada bangunan. Kesesuaian orientasi massa bangunan yang sesuai dapat menjadi solusi dari hal tersebut. Indonesia merupakan salah satu negara yang dilatasi oleh garis khatulistiwa di dunia. Orientasi massa bangunan yang sesuai sebaiknya membujur dari barat ke timur ataupun sebaliknya, dengan desain bukaan yang banyak pada bagian sisi utara dan selatan bangunan.

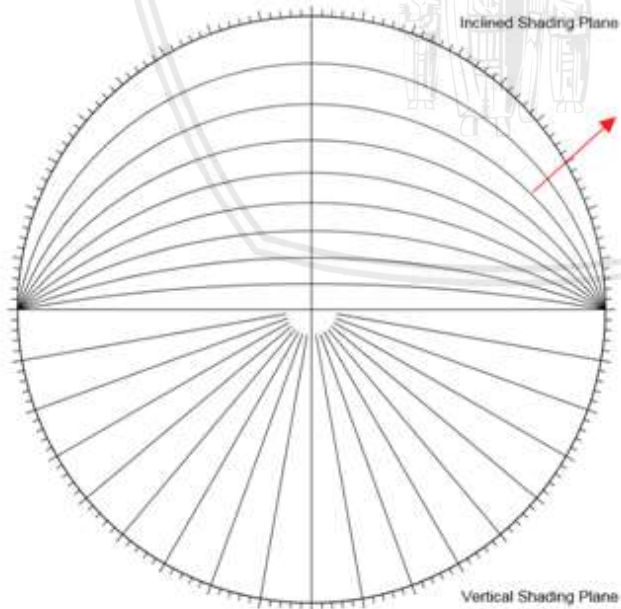


Gambar 2.5 Orientasi bangunan terhadap arah gerak.

Sumber: Heinz Frick, 1997

Pembayangan pada bangunan bertujuan untuk mendapatkan *sun shading* yang sesuai dengan orientasi bangunan. Pembayangan dapat dilakukan dengan simulasi dan perhitungan maupun proyeksi dengan menggunakan *sun-path* diagram.

Shading Mask for Stereographic Sunpath Diagram



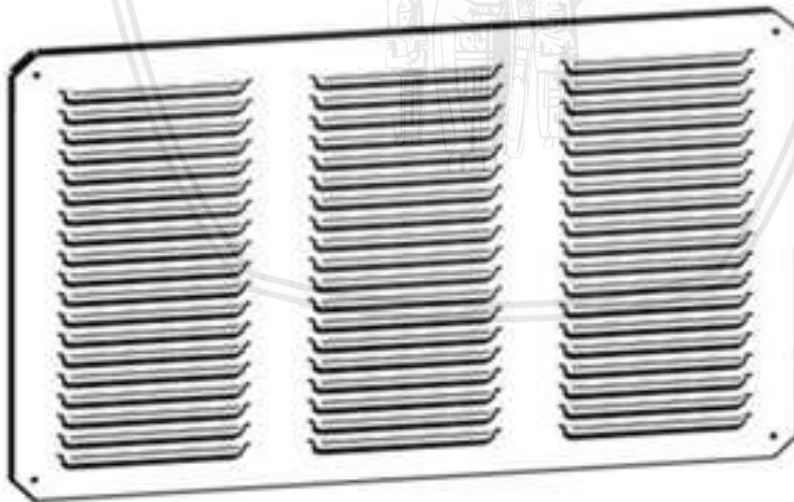
Gambar 2.6 Sunpath diagram

Sumber: jaloxa.eu

Dalam penelitian terdahulu menjelaskan bahwa sebuah bangunan dapat dikatakan tanggap terhadap iklim tropis seperti negara Indonesia jika selama dua jam penyinaran matahari, presentase penyinaran yang dapat diterima oleh massa bangunan yaitu sebesar 30% , sehingga pembayangan yang terjadi pada massa bangunan sebesar 70% (Nugroho, S., Wahyuningrum, Sri Hartuti., 2013).

Pada sebuah bangunan terdiri dari bagian atap, dinding, dan lantai. Bagian yang memiliki peran terpenting pada sebuah bangunan seperti daerah yang beriklim tropis seperti negara Indonesia ini yaitu atap. Atap memiliki peran penting dalam bangunan karena berhubungan langsung dengan ruang luar dan berperan sebagai pelindung ruang-ruang yang ada di dalam bangunan. Bentuk atap yang sesuai dengan wiyah tropis lembab seperti negara Indonesia ini adalah atap miring. Jenis atap yaitu pelana, limasan, dan lain sebagainya. Dalam penelitian terdahulu menjelaskan bahwa perbandingan antara atap dnegan volume bangunan adalah $VA = VB/4,4$.

Menurut IRC Section R806 (2015), lubang ventilasi pada ruang atap seharusnya juga diterapkan untuk ventilasi silang. Minimum area yang dapat diterapkan sebaiknya adalah 1/150 dari luas atap. Beberapa tipe lubang ventilasi pada ruang atap yang dapat diaplikasikan, diantaranya.



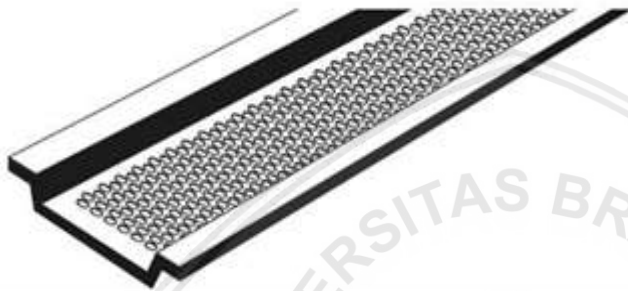
Gambar 2.7 Lubang ventilasi pada gawel.

Sumber: Principles Of Attic Ventilation, Air Vent Inc. 2016



Gambar 2.8 Lubang ventilasi pada bubungan.

Sumber: Principles Of Attic Ventilation, Air Vent Inc. 2016



Gambar 2.9 Continuous Soffit Vents.

Sumber: Principles Of Attic Ventilation, Air Vent Inc. 2016

Pemilihan bahan material pada selubung bangunan memiliki pengaruh yang besar pada bangunan khususnya pada atap. Berikut merupakan contoh lapisan luar pada atap yang bersifat menyerap dan memantulkan panas.

Tabel 2.2 Presentase Pemantulan dan Penyerapan Panas Pada Atap

Bahan dan Keadaan Permukaan		Penyerapan (%)	Pemantulan (%)
Lapisan Atap	Semen Berserat	60-80	40-20
	Genting Flam	60-75	40-25
	Genting Beton	50-70	50-30
	Seng Gelombang	65-90	35-10
	Seng Alumunium	10-60	90-40

Sumber: Heinz Frick, 1997

Tabel 2.3 Presentase Pemantulan dan Penyerapan Panas Pada Dinding

Bahan dan Keadaan Permukaan		Penyerapan (%)	Pemantulan (%)
Dinding Kayu	Warna muda	40-60	60-40
	Warna tua	85	15
Dinding Batu	Marmer	40-50	60-50
	Batu Bata Merah	60-75	40-25
	Beton Exposed	60-70	40-30

Sumber: Heinz Frick, 1997

Tabel 2.4 Presentase Pemantulan dan Penyerapan Panas Pada Pelapis Dinding

Bahan dan Keadaan Permukaan		Penyerapan (%)	Pemantulan (%)
Lapisan Cat	Kapur putih	10-20	90-80
	Kuning	50	50
	Merah muda	65-75	35-25
	Hijau muda	50-60	50-40
	Aspal hitam	85-95	15-5

Sumber: Heinz Frick, 1997

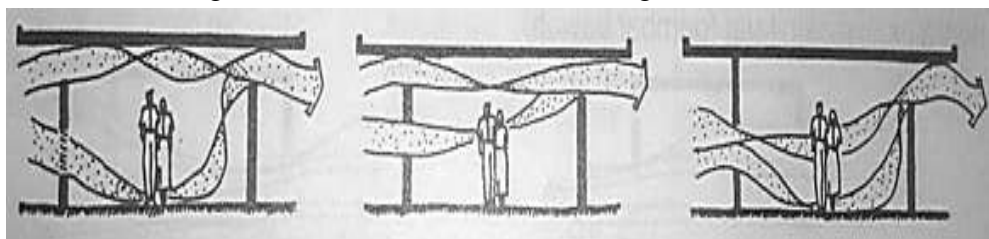
2.2.3 Ruang Dalam Bangunan

Ruang dalam merupakan bagian dari bangunan yang berhubungan langsung dengan penghuni bangunan. Kriteria Arsitektur Tropis Nusantara pada aspek ruang dalam bangunan terdiri dari:

1. Terdapat ruang komunal (ruang bersama)
2. Penerapan sistem hirarki dalam penataan ruang
3. Memaksimalkan penghawaan alami
4. Ruang dalam bangunan berhubungan langsung dengan ruang luar

Pengaruh bukaan memiliki peran yang penting terhadap solusi pemanfaatan angin dalam pengkondisian ruang dalam bangunan. Peletakkan inlet akan menentukan arah gerak dan pola udara pada ruang dalam bangunan. Penggunaan kanopi pada bukaan inlet akan mengarahkan aliran udara ke atas dibandingkan dengan bukaan inlet tanpa kanopi bukaan pada bangunan.

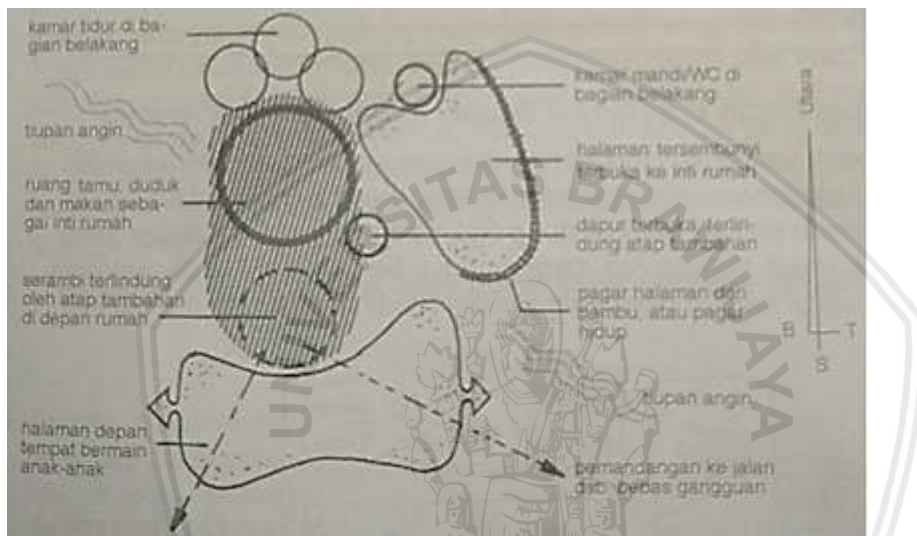
Mengoptimalkan pergerakan udara pada ruang dalam bangunan membutuhkan perhatian mengenai letak dan orientasi bukaan inlet maupun outletnya. Bukaan berguna sebagai pengaliran udara ke dalam ruang bangunan dan mengurangi kelembaban udara pada ruang dalam bangunan. Syarat bukaan yang sesuai adalah terjadinya ventilasi silang. Penggunaan bukaan pada kedua sisi ruangan maka udara akan mengalir masuk dan keluar secara bergantian.



Gambar 2.10 Pengaruh letak inlet dan outlet terhadap ruang dalam bangunan.

Sumber: Heinz Frick, 1997 .

Tata ruang dalam bangunan yang baik adalah terdapat zonasi ruang, organisasi ruang, kebutuhan ruang, persyaratan ruang dan orientasi ruang. Pada zonasi ruang terdiri dari batasan zona privat dan zona publik. Kenbutuhan ruang tergantung pada bentuk ruang dan aktivitas yang dilakukan oleh penghuni. Sedangkan orientasi ruang dipengaruhi oleh massa bangunan yang berusaha memperoleh cahaya dan arah datangnya angin yang sesuai. Maka sebab itu hubungan secara langsung antara ruang dalam dan ruang luar dapat mengoptimalkan pencahayaan alami dan penghawaan alami pada ruang dalam bangunan.



Gambar 2.11 Hubungan antar ruang pada konsep tropis.

Sumber: Heinz Frick, 1997 .

Pengkondisian ketinggian lantai dengan perbedaan ketinggian juga dapat diterapkan agar tetap dapat stabil terhadap kelembaban yang relatif tinggi pada wilayah seperti negara Indonesia. Berikut merupakan standar yang ada terkait hubungan fungsi ruang dengan ketinggiannya.

Tabel 2.5 Ketinggian Ruangan Berdasarkan Fungsi

Sl. No.	Component of Building	Min. requirement for plots upto 50 sq m.		Min. requirement for plots above 50 sq m.	
1	Habitable Room	Area	7.50 sq m.	Area	9.50 sq m.
		Width	2.10 m.	Width	2.40 m.
		Height	2.75 m.	Height	2.75 m.
2	Kitchen	Area	3.30 sq m.	Area	4.50 sq m.
		Width	1.50 m.	Width	1.50 m.
		Height	2.75 m.	Height	2.75 m.
3	Pantry	Area	Not applicable	Area	3.00 sq m.
		Width	Not applicable	Width	1.40 m.
		Height	Not applicable	Height	2.75 m.
4	Bathroom	Area	1.20 sq m.	Area	1.80 sq m.
		Width	1.00 m.	Width	1.20 m.
		Height	2.20 m.	Height	2.20 m.
5	W.C.	Area	1.00 sq m.	Area	1.10 sq m.
		Width	0.90 m.	Width	0.90 m.
		Height	2.20 m.	Height	2.20 m.

Sumber: Model building by Law, 2016

2.3 Lingkungan Termal

2.3.1 Pengertian Lingkungan Termal

Lingkungan termal merupakan karakteristik lingkungan yang mempengaruhi kenyamanan termal pada penghuni maupun ruang dalam bangunan. Salah satu yang membentuk lingkungan termal yaitu suhu udara atau temperatur udara, kelembaban udara, dan pergerakan angin.

2.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Lingkungan Termal

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi lingkungan termal adalah temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin.

A. Temperatur Udara

Temperatur udara adalah salah satu faktor yang memiliki pengaruh yang besar terhadap lingkungan termal. Manusia dikatakan nyaman terhadap lingkungan termal apabila suhu tubuh lingkungan sekitarnya 37%. Temperatur udara pada masing-masing wilayah berbeda. Hal ini diakibatkan oleh beberapa hal yaitu sudut datang sinar matahari, ketinggian suatu tempat, arah angin, arus laut, awan, dan juga penyinaran matahari.

B. Kelembaban Udara

Beberapa faktor yang mempengaruhi kelembaban udara terhadap lingkungan termal adalah radiasi matahari, tekanan udara, ketinggian tempat, angin, suhu udara, dan kerapatan udara.

C. Kecepatan Angin

Kecepatan angin adalah aliran udara yang bergerak secara mendatar maupun horizontal diketinggian 2 meter di atas tanah. Kecepatan angin yang dapat mempengaruhi lingkungan termal faktor diantaranya yakni gradient barometris, lokasi, ketinggian lokasi, dan waktu.

2.4 Kenyamanan Termal

2.4.1 Pengertian Kenyamanan Termal

Kenyamanan termal adalah dimana seseorang dapat merasakan nyaman dengan terhadap kondisi lingkungannya (American Society of Heating, Refrigerating and Airconditioning Engineers, 1989). Kenyamanan termal pada umum merupakan dimana orang menghabiskan waktunya 90% di dalam ruangan, sehingga mereka memerlukan suhu udara yang nyaman pada ruang dalam, disaat mereka melakukan aktivitas (Lee dan Chang, 2000). Kenyamanan termal berkaitan dengan bangunan yang dapat diartikan sebagai kondisi dimana dapat menciptakan kenyamanan suhu udara pada ruang dalam bangunan dan juga bagi penghuni bangunan (Karyono, 2001). Sedangkan manusia dikatakan nyaman secara termal, apabila manusia tidak merasakan penurunan maupun peningkatan suhu udara dalam ruang bangunan (McIntyre, 1980). Snyder (1989) mendefinisikan kenyamanan termal ialah suatu kondisi yang berhubungan dengan alam yang dapat mempengaruhi manusia yang dikendalikan oleh elemen arsitektural.

2.4.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal

Auliciems dan Szokolay (2007) menjelaskan kenyamanan termal dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu temperatur udara, pergerakan angin, kelembaban udara, temperatur radiasi, faktor subjektif (metabolism, pakaian, makanan, dan minuman, bentuk tubuh, dan usia serta jenis kelamin). Menurut ASHARE (1989) kenyamanan termal dipengaruhi oleh beberapa hal-hal, adalah temperatur udara, kecepatan angin, kelembaban udara, temperatur radian, insulasi pakaian, dan tingkat metbolisme. Faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal yaitu, temperatur udara, temperatur radian, kelembaban udara, kecepatan angin, insulasi pakaian, dan tingkat metbolisme.

A. Temperatur Udara

Temperatur udara adalah salah satu factor utama dalam menentukan kenyamanan termal. Manusia dapat dikatakan nyaman jika suhu tubuh berkisar sekitar 37%. Temperatur udara pada setiap daerah memiliki berbeda. Hal tersebut diakibatkan oleh beberapa hal yakni sudut datang sinar matahari, ketinggian suatu tempat, arah angin, arus laut, dan lamanya penyinaran. Satuan yang digunakan pada temperature udara ialah Kelvin, Reamur, Celcius dan Fahrenheit.

B. Temperatur Radian

Temperatur radian merupakan panas yang tercipta dari radiasi objek banguanan yang mengeluarkan panas yaitu salah satunya radiasi matahari.

C. Kelembaban Udara

Kelembaban udara adalah kandungan uap air yang ada pada udara. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kelembaban udara yaitu teknan udara, radiasi matahari, ketinggian lokasi, angin, suhu udara, dan kerapatan udara.

D. Kecepatan Angin

Kecepatan angin merupakan aliran udara yang dapat bergerak secara vertikal maupun horizontal dengan ketinggian 2 meter di atas tanah. Kecepatan angina yang dapat mempengaruhi kenyamanan termal oleh beberapa faktor diantaranya, gradien barometris, lokasi, ketinggian lokasi, serta waktu (Resmi, 2010).

E. Insulasi Pakaian

Kenyamanan termal dipengaruhi oleh efek insulasi pakaian yang kita pakai. Pakaian dapat mengurangi pelepasan panas dalam tubuh. Karena hal tersebut pakaian dikelompokkan berdasarkan pada nilai insulasinya. Batas nyaman insulasi pakaian bagi manusia merupakan $n \leq 0,5$ Clo. Total nilai Clo dapat dihitung dengan menjumlahkan nilai Clo pada setiap jenis pakaian yang digunakan oleh manusia.

F. Aktivitas

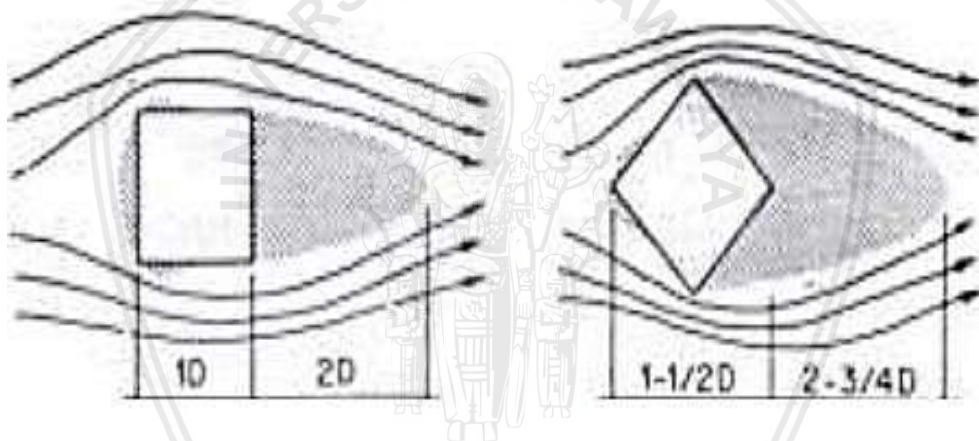
Aktivitas yang dapat dilakukan oleh manusia yang akan dapat meningkatkan metabolisme tubuhnya. Semakin banyak aktivitas yang dilakukan oleh manusia semakin besar peningkatan metabolismenya dan juga semakin besar pula energi panas yang dikeluarkan dari tubuh.

2.4.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kenyamanan Termal Segi Arsitektural

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kenyamanan termal dalam segi arsitektural (Latifah, N.L., Harry Perdana, Agung Prasetya, dan Oswald P.M. Siahaan, 2013), yaitu:

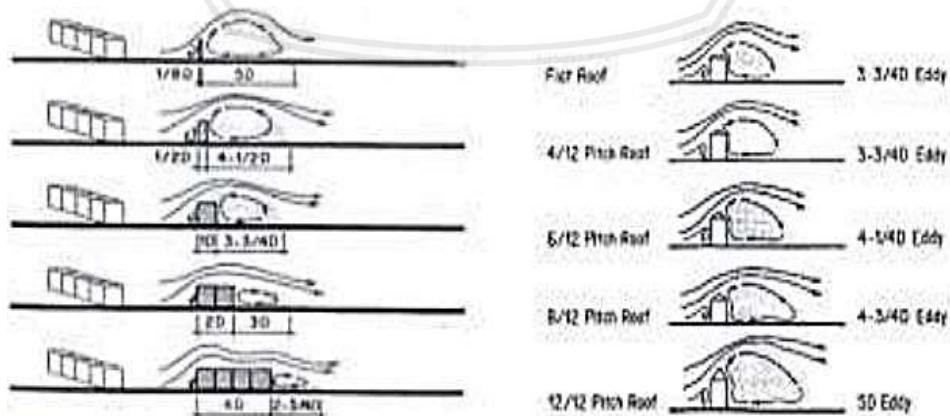
A. Desain Bangunan

Fasad bangunan yang berorientasi timur-barat merupakan bagian yang paling optimal terpapar oleh sinar matahari (Mangunwijaya, 1980). Sehingga bangunan dengan orientasi tersebut cenderung lebih panas dibanding dengan orientasi yang lainnya. Orientasi bangunan terhadap angin juga memiliki pengaruh yang utama dalam meningkatkan kenyamanan termal, karena orientasi bangunan dapat mempengaruhi kecepatan angin pada ruang dalam bangunan. Dimensi dan bentuk dari bangunan dapat mempengaruhi lebar bayangan angin.



Gambar 2.12 Orientasi bangunan persegi terhadap arah angin.

Sumber: Latifah, 2013



Gambar 2.13 Pengaruh dimensi dan bentuk terhadap ukuran bayangan angin.

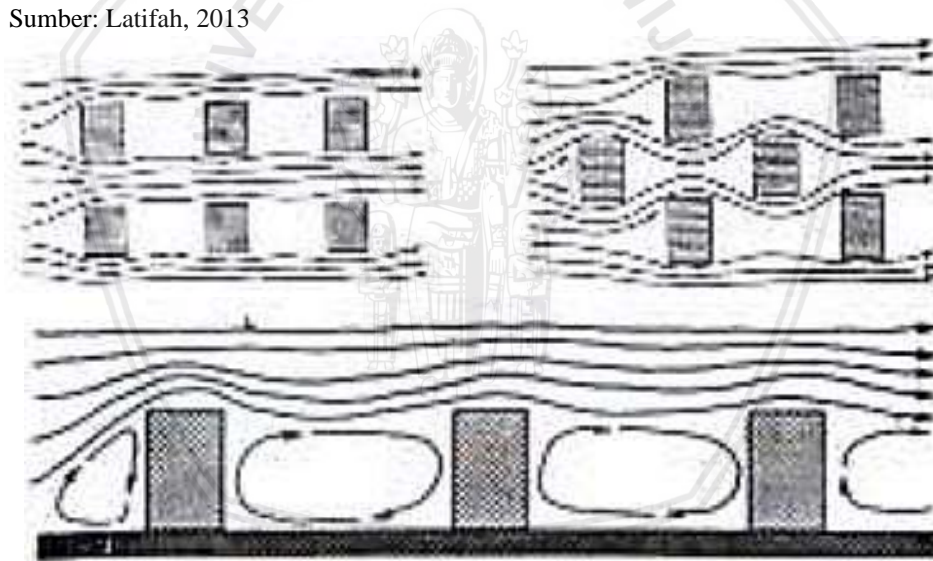
Sumber: Latifah, 2013

Radiasi dari panasnya matahari masuk melalui konduksi pada material bangunan. Panas ini dapat masuk ke ruang dalam bangunan melalui dinding, atap, maupun elemen arsitektural seperti kaca jendela. Penataan letak massa bangunan juga dapat menentukan aliran udara pada ruang dalam bangunan seperti penggunaan pola papan catur yang akan menciptakan keadaan aliran udara yang lebih merata dan tersebar pada ruang dalam bangunan.

Tabel 2.5 Transmittan Konstruksi Pada Dinding Bangunan

NO.	Tipe Konstruksi	Trasmitan, U ($W/m^2 \text{Deg}^0C$)
1.	Batu bata dipleser kedua sisi, tebal 144 mm	3,24
2.	Batu bata tidak dipleser, tebal 228 mm	2,67
3.	Batu bata dipleser kedua sisi, tebal 228 mm	2,44
4.	Beton padat biasa, tebal 152 mm	3,58

Sumber: Latifah, 2013



Gambar 2.14 Pengaruh peletakkan massa bangunan terhadap aliran udara.

Sumber: Latifah, 2013

B. Desain Bukaannya

Desain bukaan memiliki fungsi sebagai aliran udara ke dalam ruangan dan mengurangi tingkat kelembaban di dalam ruangan. Bukaannya yang baik harus terjadi ventilasi silang, sehingga udara dapat masuk dan keluar ruangan. Tipe bukaan yang berbeda akan memberikan sudut pengarah yang berbeda pula dalam menentukan arah gerak udara dalam ruang.



Gambar 2.15 Pengaruh peletakkan dan orientasi bukaan terhadap aliran udara.

Sumber: Latifah, 2013

Beberapa elemen yang mempengaruhi desain bukaan dengan tujuan untuk menciptakan kenyamanan termal yang nyaman bagi penghuni bangunan.

1. Orientasi bangunan

Orientasi bangunan yaitu arah hadap fasad bangunan yang tegak lurus dengan bangunan. B. Givon (1998) mendefinisikan bahwa orientasi bangunan dapat mempengaruhi keadaan pada ruang dalam bangunan. Faktor-faktor yang mempengaruhi hal tersebut ialah:

- a. Radiasi matahari, yang memiliki efek terhadap dinding dan ruang
- b. Permasalahan yang tentang ventilasi

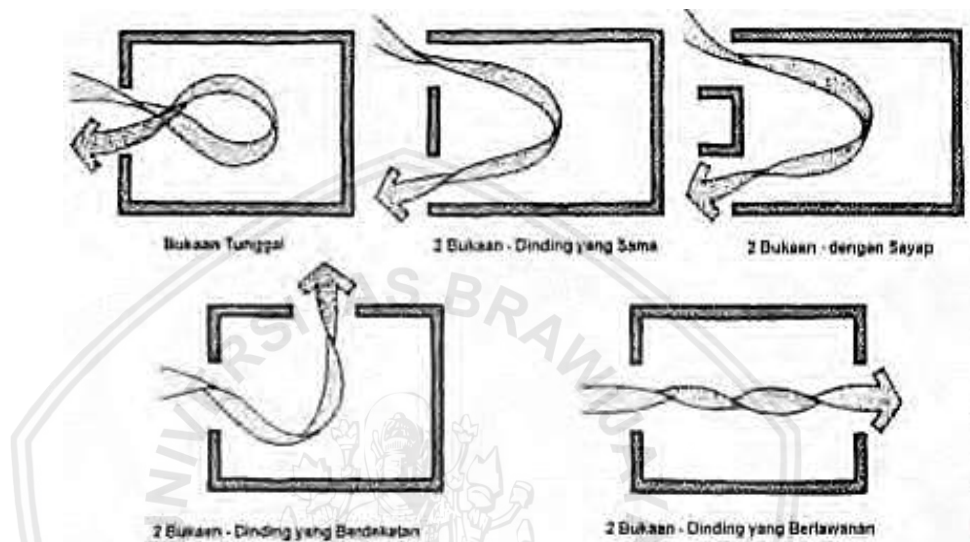
Dalam menentukan orientasi bangunan, selain didasarkan dari radiasi matahari dan angin juga ditentukan pada faktor temperatur udara dan kelembaban udara lingkungan setempat.

2. Ventilasi

Dalam memaksimalkan ventilasi alami pada ruang dalam bangunan untuk meningkatkan kualitas baik, maka diperlukan desain ventilasi tepat. Aspek–aspek yang dapat mempengaruhi dalam mendesain ventilasi yaitu diantaranya:

a. Orientasi Lubang Ventilasi

Orientasi lubang ventilasi seharusnya diposisikan menghadap arah datangnya angin menuju bangunan. Posisi bukaan inlet diletakkan pada zona yang memiliki tekanan positif, sedangkan bukaan outlet diposisikan pada zona yang memiliki tekanan negatif, hal tersebut dilakukan agar mengoptimalkan pergerakan aliran udara pada ruang dalam bangunan.

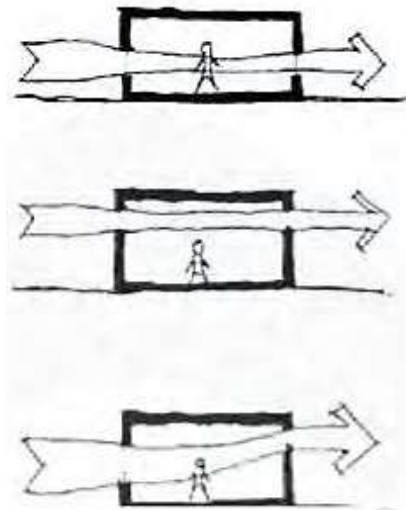


Gambar 2.16 Ventilasi silang.

Sumber: Karyono, 2016

b. Posisi Lubang ventilasi

Peletakkan posisi lubang ventilasi sebaiknya diposisikan pada kedua sisi ruang dalam bangunan yang bertujuan untuk memperlancar aliran udara masuk dan keluar dan juga meningkatkan kenyamanan termal ruang dalam bangunan. Lubang ventilasi yang berfungsi sebagai media keluar udara (outlet) sebaiknya diposisikan diatas ketinggian manusia sehingga udara dapat keluar tanpa tercampur udara segar yang masuk melalui inlet ke dalam ruang bangunan. Ketinggian aktivitas manusia pada dalam ruang bangunan yaitu 60-80cm saat aktivitas duduk dan 100cm-150cm pada aktivitas berdiri.



Gambar 2.17 Posisi inlet dan outlet.

Sumber: Mediastika, 2003

c. Dimensi Lubang Ventilasi

Dimensi lubang ventilasi merupakan salah satu elemen desain bukaan yang berperan utama dalam mempengaruhi kenyamanan. Dimensi lubang ventilasi ini dipengaruhi oleh rasio dimensi antara outlet dan inlet dalam proses pengaliran udara. Semakin besar dimensi

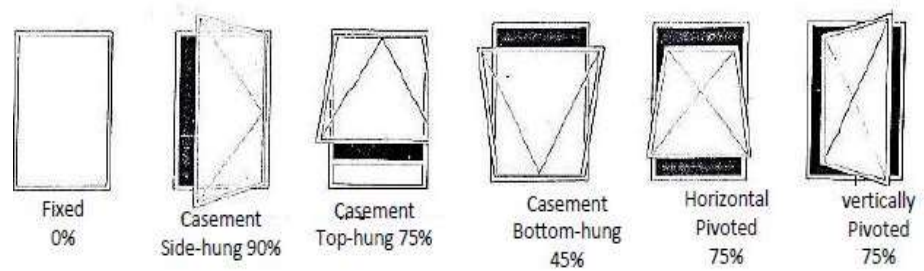


Gambar 2.18 Dimensi inlet dan outlet.

Sumber: Mediastika, 2003

d. Tipe bukaan

Tipe bukaan ditentukan oleh arah gerak udara pada ruang dalam bangunan dan juga ditentukan oleh keefektifan aliran udara masuk atau keluar yang berbeda pada ruang dalam bangunan. Tipe jendela merupakan salah satu tipe bukaan yang dapat mengoptimalkan aliran udara yang masuk ke ruang dalam bangunan. Tipe jendela yang baik adalah jenis jendela yang dapat mengalirkan udara dengan presentase yang besar.



Gambar 2.19 Tipe bukaan.

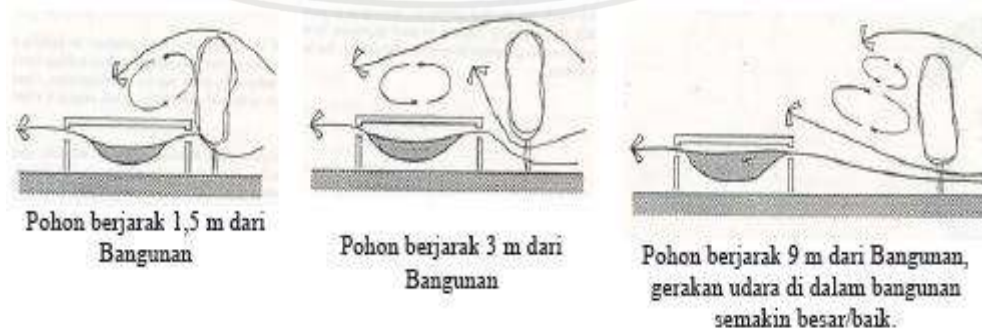
Sumber: Latifah, 2013

e. Arah bukaan

Arah bukaan mempengaruhi pemanfaatan angin pada pengkondisian udara pada ruang dalam bangunan. Pada bukaan inlet arah bukaan sangat menentukan aliran gerak serta pola udara pada ruang dalam sebuah bangunan. Perbedaan pola udara akan mengakibatkan aliran udara yang berbeda pula. Penggunaan kanopi pada bukaan inlet akan mengarahkan udara ke atas dari pada bukaan inlet tanpa kanopi, sehingga dapat menciptakan kenyamanan termal pada ruang dalam bangunan. Elemen-elemen tambahan juga memiliki berperan penting dalam mengarahkan dan meningkatkan kecepatan angin sebelum masuk melalui lubang ventilasi.

C. Pengaruh Luar

Tata letak vegetasi pada lingkungan sekitar bangunan dapat mengurangi radiasi atau paparan dari panas matahari ke dalam bangunan baik secara langsung maupun tidak langsung. (Latifah, 2013) menjelaskan bahwa semakin jauh jarak pohon dari suatu bangunan, maka pergerakan aliran udara di ruang dalam bangunan akan tercipta menjadi lebih baik atau nyaman.



Gambar 2.20 Jarak pohon terhadap bangunan.

Sumber: Latifah, 2013

Elemen-elemen yang dapat mempengaruhi kondisi kenyamanan termal dari segi pengaruh luar adalah sebagai berikut:

1. Vegetasi dan Pohon

Elemen pengaruh luar seperti vegetasi dan pohon dapat digunakan sebagai pelindung dari paparan langsung sinar matahari. Keberadaan vegetasi dan pohon ini dapat membantu penurunan suhu udara pada lingkungan sekitarnya, karena sinar matahari secara langsung akan diserap oleh daun sebagai proses fotosintesis dan penguapan air. Selain itu, efek pembayangan oleh pohon maupun vegetasi juga dapat menjadi penghalang dari paparan sinar matahari secara langsung, sehingga dapat menciptakan kenyamanan termal pada ruang dalam bangunan. Wilayah yang beriklim tropis lembab seperti negara Indonesia memiliki suhu udara yang relatif tinggi dan kelembaban udara tinggi juga, sehingga untuk mendesain sebuah bangunan lebih ditujukan bagaimana cara memaksimalkan pendinginan alami pada ruang dalam bangunan sesuai dengan iklim tersebut.

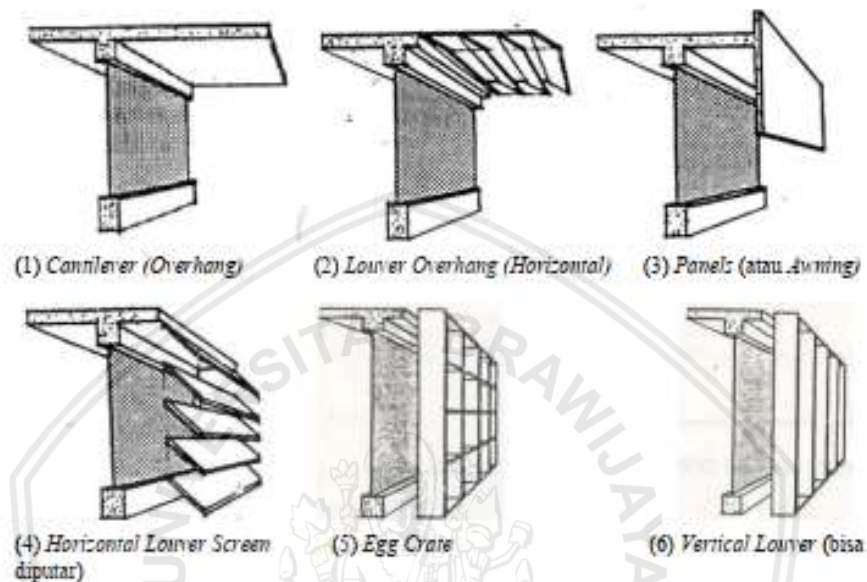
Dalam mengatasi hal tersebut yaitu dengan cara menanam vegetasi dan pohon pada bagian timur bangunan dengan tipe dahan yang lebar dan tinggi. Sedangkan pada bagian barat bangunan dapat dihalangi oleh vegetasi maupun pohon dengan tipe dahan yang lebih rendah. Pohon dan vegetasi dapat digunakan sebagai pengatur aliran udara ke ruang dalam bangunan. Perletakkan pohon dan vegetasi yang tidak sesuai dapat mengurangi kenyamanan termal pada ruang dalam bangunan. Jarak pohon maupun vegetasi terhadap bangunan juga berpengaruh pada aliran udara pada ruang dalam bangunan (White, 1975).

2. Unsur Air

Selain vegetasi dan pohon, elemen air juga dapat membantu penurunan suhu udara pada lingkungan sekitar bangunan. Penyerapan panas ketika proses pengupuan air akan meningkatkan kelembaban udara. Akan tetapi pada wilayah seperti negara Indonesia yang memiliki iklim tropis lembab dengan tingkat kelembaban udara yang cukup tinggi, hal tersebut harus dihindari. Oleh karena itu, penggunaan unsur air juga harus diperhatikan dalam gerak udara (angin) sehingga tidak terjadi peningkatan kelembaban udara pada ruang dalam bangunan.

D. Pelindung Terhadap Radiasi Matahari

Apabila orientasi bangunan menghadap ke timur-barat, maka jendela yang diletakkan pada orientasi tersebut harus terlindung oleh paparan radiasi matahari dan juga terhindari dari efek silau serta panas matahari, hal tersebut dapat mengganggu aktivitas di dalam ruangan. Sehingga dibutuhkan shading device atau pelindung dari radiasi matahari.



Gambar 2.21 Elemen arsitektur sebagai pelindung radiasi matahari.

Sumber: Latifah, 2013

2.4.4 Standar Kenyamanan termal

A. Suhu Netral

Szokolay (2014) suhu netral berubah mengikuti kondisi suhu rata-rata bulanan pada daerah tersebut. Berikut merupakan persamaan suhu netral tersebut.

T_n	= $17.6 + 0.31 T_{o.av}$
Keterangan :	
T_n	= suhu netral (°C)
$T_{o.av}$	= suhu rata-rata per bulan (°C)

R

Rentang keadaan suhu nyaman yang dapat diterima oleh manusia disebut sebagai zona nyaman. Batas zona nyaman tersebut adalah $(T_n - 2.5)^\circ\text{C}$ sampai $(T_n + 2.5)^\circ\text{C}$. Sehingga dapat ditemukan bahwa suhu netral yang dapat diatasi manusia berada dalam rentang 5°C .

B. Kelembaban Udara

Lippsmeier (1997) menjelaskan bahwa batas kenyamanan termal untuk daerah khatulistiwa berkisar antara 19°C - 26° dengan pembagian rentang suhu udara nyaman sebagai berikut:

1. Suhu 26°C : Penghuni bangunan merasa panas
2. Suhu 26°C - 30°C : Daya tahan dan kemampuan kerja penghuni bangunan mulai menurun
3. Suhu $33,5^\circ\text{C}$ - $35,5^\circ\text{C}$: Keadaan lingkungan mulai panas
4. Suhu $35,3^\circ\text{C}$ - 36°C : Keadaan lingkungan terlalu panas

Temperatur dalam ruang bangunan yang sehat berdasarkan MENKES NO.261/MENKES/SK/II/1998 adalah temperatur ruangan yang berkisar sebesar 18°C - 26°C .

2.5 Penerapan Arsitektur Tropis Nusantara Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto

2.5.1 Konsep Desain Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto

Dalam wawancara dengan arsitek Eko Prawoto berpendapat bahwa Arsitektur Tropis seharusnya tidak memisahkan diri dari alam atau menyesuaikan iklim tropis. Eko Prawoto berpendapat inti dari desain Arsitektur Tropis ada dua hal yaitu sebagai produk *engineering* atau juga produk budaya. Sedangkan pengertian Arsitektur Tropis Nusantara sendiri menurut Eko Prawoto merupakan arsitektur yang tidak hanya menyesuaikan iklim tropis itu sendiri melainkan juga sebagai produk budaya yang tidak lepas dari akar budayanya serta nilai-nilai lokal masih dapat dipergunakan. Dalam merancang sebuah bangunan tropis nusantara Eko Prawoto memaknainya dengan lokalitas. Arti lokalitas disini ialah merancang sebuah bangunan dengan menjaga teknik membangun dengan pengolahan material lokal, tapi dengan cara yang modern tanpa menghilangkan akar budayanya. Justru hal yang manual dan kesannya *low technology*, menurut Eko Prawoto merupakan keunikan tersendiri dalam penerapannya dalam desain bangunan rancangannya (Ariadina, 2009).

Dalam merancang Eko Prawoto seperti halnya penyusunan rapi pecahan keramik yang rapi dan estetik di antara ubin bermotif dengan penggunaan besi dan bentuk khas yang bertujuan untuk menyangga kayu yang bertemu dengan tembok, penggunaan material lawasan pada elemen arsitektural, bentuk atap seperti atap rumah joglo yang telah termodifikasi dengan penggunaan bahan material kayu untuk konstruksi atapnya dan penggunaan anyaman bambu sebagai plafonnya, hal tersebut merupakan salah satu yang diterapkan pada beberapa bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto. Beberapa bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto yang menerapkan Prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara diantaranya.

A. Rumah Tinggal Djaduk Ferianto



Gambar 2.22 Fasad bangunan rumah Djaduk Ferianto.

Dalam perancangan rumah tinggal Djaduk Ferianto ini Eko Prawoto menerapkan konsep arsitektur tropis nusantara dengan pendekatan kontemporer. Pada prinsip arsitektur tropis nusantara yang diterapkan pada rumah tinggal ini yaitu penggunaan bahan material dari alam yang dipadukan dengan barang lawasan dan kontemporer dan memaksimalkan potensi alam seperti penggunaan void pada ruang dalam bangunan (Ariadina, 2009). Kayu-kayu yang dipakai semuanya merupakan barang lawasan. Elemen arsitektural seperti pintu dan jendela-jendela didapatkan dari barang lawasan. Dalam pendekatan kontemporer tanpa menghilangkan unsur nusantara Eko Prawoto tetap mempertahankan penggunaan bahan material alam yang dikombinasi dengan material modern tanpa mengubah bentuk aslinya. Pada bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto ini seperti penggunaan besi pada konsol-konsol penyangga tritisan.

Ciri khas yang diterapkan Eko Prawoto lainnya ialah penggunaan desain ubin dari barang lawasan juga sebagai lantai. Pada ruang tamu rumah Djaduk Ferianto ini bahan materialnya menggunakan tegel lawas bangunan Belanda yang dipadukan dengan marmer. Sedangkan pada ruang makan, lantai menggunakan material kayu atau parquet material dari alam. Selain itu Eko Prawoto dalam mendesain bangunan rumah tinggal volume atap besar dengan

menggunakan kayu sebagai konstruksinya dan anyaman bambu sebagai plafonnya, sehingga dapat memaksimalkan penghawaan alami.

Dalam mendesain tapak pada bangunan rumah tinggal Eko Prawoto selalu mengoptimalkan potensi dari tapak. Salah satunya tetap mempertahankan vegetasi berupa 2 pohon asem yang besar pada rumah Djaduk Ferianto ini. Selain itu pengolahan ruang-ruang pada rumah ini juga berhubungan langsung dengan ruang luar yaitu berupa area terbuka hijau dan void, sehingga mengoptimalkan penghawaan alami terjadi di dalam ruang. Eko Prawoto merancang rumah Djaduk Ferianto agar tetap menyatu dengan lingkungan sekitar dan tidak mencolok meski bangunan rumah tinggal ini tampak tinggi.

B. Rumah Tinggal Lantip Kuswala Daya



Gambar 2.23 Fasad bangunan rumah Lantip Kuswala Daya.

Sumber: Ariadina, 2009

Eko Prawoto merancang rumah Lantip Kuswala Daya dengan konsep desain Arsitektur Tropis Nusantara dengan pendekatan Komtemporer juga. Penggunaan bahan material 90% dari alam yang sebagian besar didapatkan dari barang lawasan. Pada rumah Lantip Kuswala Daya material yang digunakan lebih dominan menggunakan bahan material dari barang lawasan yang mayoritas berbahan dasar kayu batu alam (Ariadina, 2009). Pada rumah Lantip kuswala Daya, Eko Prawoto menerapkan penggunaan bahan material kayu pada selubung bangunan dan elemen arsitektural.

Bagian elemen arsitektural seperti pintu dan jendela menggunakan bahan material dari kayu jati yang didapatkan dari barang lawasan. Salah satunya adalah sebuah jendela kaca flora dengan bentuk setengah melengkung bekas bangunan gereja tua di Purworejo. Mengoptimalkan tapak tanpa merubah kondisi tapak merupakan ciri khas Eko Prawoto dalam mendesain. Rumah Lantip Kuswala Daya beberapa ruang dalam bangunan rumah ini berhubungan langsung dengan ruang terbuka seperti taman yang terletak pada area ruang multifungsi lantai 1 (ruang makan dan ruang tamu). Selain itu Eko Prawoto juga mengganti pagar dengan pohon bambu. Pada ruang dalam rumah Lantip Kuswala Daya memiliki perbedaan ketinggian lantai, hal ini terjadi karena Eko Prawoto tidak mengubah kondisi dari tapak yang dulunya berfungsi sebagai area pembakaran batu bata dengan galian atau lubang, sehingga mengakibatkan area tapak memiliki ketinggian yang berbeda.

2.5.2 Karakteristik Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto

A. Aspek Tapak

Dalam mendesain tapak Eko Prawoto tidak ada desain secara khusus, akan tetapi tetap mengoptimalkan potensi dari tapak itu sendiri. Seperti contohnya bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto dan Lantip Kuswala Daya karyannya, pada kondisi tapak kedua bangunan rumah tinggal ini Eko Prawoto tetap mempertahankan keadaan yang ada di dalam tapak, seperti halnya pada rumah Djaduk Ferianto tetap mempertahankan vegetasi yaitu berupa pohon Asem dengan tajuk yang rimbun yang tumbuh di area tapak bangunan rumah Djaduk Ferianto (Ariadina, 2009). Hal tersebut juga dilakukan pada kondisi tapak bangunan rumah tinggal milik Lantip Kuswala Daya. Pada rumah ini juga tetap mempertahankan potensi yang ada seperti penggunaan vegetasi yang tumbuh di lokasi tapak digunakan sebagai pagar dan juga pohon kamboja sebagai tanaman peneduh yang berfungsi sebagai pembayangan dan menyerap CO₂, sehingga kondisi tapak tetap asri dan sejuk karena vegetasi.



Gambar 2.24 Tapak rumah Djaduk Ferianto.

B. Aspek Selubung Bangunan

Dalam medesain bangunan khususnya rumah tinggal, Eko prawoto selalu memperhatikan komponen-komponen yang ada di selubung bangunan. Eko Prawoto selalu menerapkan material alam yang dipadukan dengan barang lawasan serta detail elemen-elemen arsitektural seperti pintu dan jendela. Beberapa aspek selubung bangunan yang diterapkan Eko Prawoto dalam mendesain bangunan, khususnya pada bangunan rumah tinggal.

1. Atap

Desain atap pada bangunan Eko Prawoto ini, menerapkan bentukkan dari atap rumah joglo yang telah termodifikasi. Bentuk atap dari desain Eko Prawoto memiliki kemiringan yang berbeda yaitu dengan kemiringan yang dua kemiringan yang berbeda. Hal tersebut Eko Prawoto lakukan agar menghindari tampisan air karena iklim tropis yang memiliki tingkat curah hujan yang tinggi (Ariadina, 2009). Selain kemiringan atap, penggunaan material alam seperti kayu dan bambu juga diterapkan pada desain Eko Prawoto. Material kayu digunakan sebagai konstruksi atau rangka atap itu sendiri, sedangkan bambu sebagai plafon. Penggunaan material tersebut Eko Prawoto digunakan selain karena untuk memperkokoh konstruksi bangunan juga untuk meningkatkan sosial masyarakat setempat. Contohnya

pada bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto Eko Prawoto menggunakan anyaman bambu sebagai plafon, hal itu dilakukan karena banyak pengrajin bambu yang berada di lokasi tersebut, dan Eko Prawoto sendiri ingin menciptakan bangunan yang meningkatkan atau menghidupkan nilai sosial dari lingkungan tersebut.

Eko Prawoto mendesain atap dengan volume atap yang besar dan mengekspos struktur rangka atap yang berbahan dasar dari kayu. Atap juga didesain oleh Eko Prawoto tidak menempel dengan dinding, sehingga seolah-olah mengambang, hal itu dilakukan agar udara dapat masuk ke ruang dalam bangunan.



Gambar 2.25 Anyaman bambu material plafon rumah Djaduk Ferianto.

2. Dinding

Elemen aspek selubung bangunan yang kedua yaitu dinding. Dinding merupakan salah satu elemen terpenting dalam sebuah bangunan yaitu sebagai selimut bangunan atau penutup bangunan dengan tujuan untuk menghindari kondisi ekstrim yang disebabkan oleh keadaan alam maupun non alam. Selain keadaan iklim, penggunaan material pada dinding merupakan salah satu hal yang terpenting. Dalam bangunan rumah tinggal karya ini Eko Prawoto menggunakan material alam sebagai dinding yaitu kayu dan batu alam. Selain itu Eko Prawoto juga menggunakan bahan modern seperti batu bata ekspos.

Penggunaan material alam yang dipadukan dengan bahan modern yang didapatkan dari barang lawasan ini merupakan ciri khas juga dari Eko Prawoto. Eko Prawoto dimensi maupun bentuk dari barang lawasan berupa pintu, jendela maupun elemen arsitektural lainnya dipasang sesuai dengan keadaan aslinya tanpa merubah bentuk maupun ukuran aslinya, sehingga tidak merusak unsur budaya yang melekat pada barang lawasan tersebut. Eko Prawoto juga memaksimalkan keadaan tapak sehingga tidak merusak kondisi alam seperti tidak menebang pohon sebagai konstruksi dan elemen pada bangunan, justru Eko Prawoto memanfaatkan sosial-budaya yang ada dilingkungan sekitar bangunan, seperti halnya material bambu sebagai plafon. Eko menggunakan material bambu tersebut dikarenakan lingkungan rumah tinggal ini banyak pengrajin bambu. (Ariadina, 2009).



Gambar 2.26 Dinding kayu rumah Lantip Kuswala Daya.

3. Elemen Arsitektural

Komponen aspek selubung bangunan yang terakhir ialah lantai dan Elemen arsitektural. Pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto ini menerapkan penggunaan bahan material alam (kayu) yang dikombinasi dengan modern (marmer dan keramik) dan dengan barang lawasan. Selain diterapkan pada lantai, penerapan penggunaan material lawasan Eko Prawoto juga menggunakannya pada elemen arsitektural seperti pintu dan jendela yang mayoritas berbahan dasar kayu. Pada bukaan atau ventilasi Eko Prawoto juga menggunakan bahan material dari barang lawasan berupa ukiran-ukiran yang berbahan dasar kayu (Ariadina, 2009).



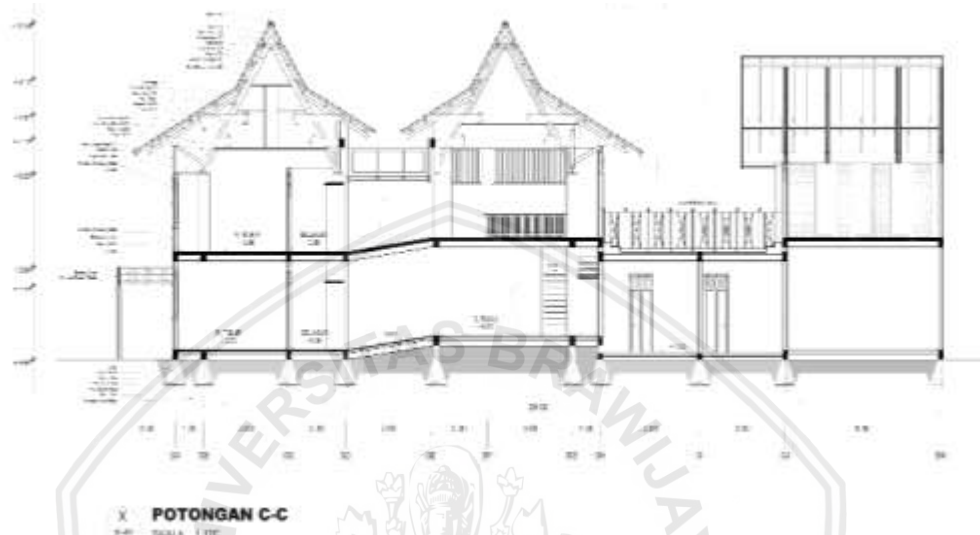
*Gambar 2.27*Jendela kaca flora gereja tua dari Purworejo.
Sumber: Ariadina, 2009



Gambar 2.28 Lantai barang lawasan dari bangunan Belanda
Sumber: Ariadina, 2009

C. Aspek Ruang Dalam

Aspek yang terakhir merupakan aspek ruang dalam bangunan. Ruang dalam yang di desain Eko Prawoto ini memiliki konsep yaitu ruang yang berhubungan langsung dengan ruang luar, sehingga dapat memaksimalkan penghawaan alami. Selain itu pada setiap ruang dalam bangunan memiliki ketinggian lantai, hal tersebut terjadi karena menyesuaikan bentuk tapak.



Gambar 2.29 Potongan C-C bangunan rumah Djaduk Ferianto.

Sumber: Eko Prawoto Architecture Workshop



Gambar 2.30 Potongan 1 bangunan rumah Lantip Kuswala Daya.

Sumber: Eko Prawoto Architecture Workshop

2.5 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.7 Penelitian Terdahulu Arsitektur Tropis Nusantara, Kinerja Termal Lingkungan, dan Kenyamanan Termal Pada Rumah Tinggal

No.	Nama Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Variabel Penelitian		Hasil Penelitian	Kontribusi Pada Penelitian
					Terikat	Bebas		
1.	Diana Susilowati, Feri Wahyudi	Kajian Pengaruh Penerapan Arsitektur Tropis Terhadap Kenyamanan Termal Pada Bangunan Publik Menggunakan Software Ecotect	Untuk mengetahui konsep arsitektur tropis yang diterapkan pada terhadap kenyamanan termal bangunan perpustakaan	Metode penelitian kualitatif dan kuantitatif	<i>ESP Timelag (menghitung waktu tunda rambatan panas dari luar ke dalam ruangan), ESP Window (menghitung shading coeficient jendela), ESP EEI (menghitung intensitas konsumsi energi), ESP GLA (menghitung persentase area hijau pada site), ESP Visibility (menghitung efektifitas jendela terkait kenyamanan visual), ESP AC (menghitung kapasitas AC), sementara ESP OTTV Worksheet</i>	Greenship digunakan untuk menentukan sejauh mana perpustakaan ini telah mewujudkan konsep arsitektur tropis ditinjau dari standar-standar yang berlaku.	Dari analisa manual yang dilakukan melalui materi dan pengamatan lokasi langsung sebenarnya bangunan sudah cukup baik, mulai dari aspek iklim, orientasi bangunan, lokasi bangunan dan material sudah sangat sesuai dengan kondisi site lokasi perencanaan atau perencanaan sudah sangat matang. Hanya ada beberapa prinsip arsitektur tropis yang kurang sesuai diantaranya pemakaian lampu pada siang hari dan bangunan terlalu bergantung dengan AC.	Menjadi referensi dan tolak ukur untuk dalam hal variabel penelitian yang akan digunakan.

					(menghitung nilai rata-rata transfer panas ke dalam bangunan).			
2.	Lainang	Desain Arsitektur Tropis Dalam Kaitannya Dengan Kenyamanan <i>Thermal</i> Pada Rumah Tradisional Studi Kasus Rumah Tradisional <i>Kejang Lako</i> Di Rantau Panjang Provinsi Jambi	Mencari hubungan antara faktor iklim dengan desain dan kenyamanan <i>thermal</i> bangunan pada arsitektur rumah tradisional <i>Kejang Lako</i> di Jambi.	Metode penelitian kualitatif dan kuantitatif	Material bangunan, tata massa bangunan, lantai, dinding, dan atap	Suhu udara dan kelembaban udara	Thermal pada bangunan tradisional Jambi belum mencapai hasil yang maksimal disebabkan adanya perubahan material terutama pada atap bangunan yang dahulu menggunakan ijuk kemudian diganti dengan atap seng yang memberikan hawa panas disiang hari dan hawa dingin dimalam hari. Agar suhu thermal pada bangunan dapat meningkat maka harus ada tamabahan, yaitu plafon yang bisa menahan suhu pada malam dan siang hari dengan demikian akan mencapai suhu thermal yang maksimal	Sebagai referensi dan tolak ukur dalam hal metode penelitian yang akan digunakan

3.	RM.Bambang Setyohadi KP	Kajian Kenyamanan Thermal Pada Bangunan Rumah Tinggal Arsitektur Kolonial Modern (Studi Kasus: Rumah Tinggal Karya Arsitek Liem Bwan Tjie Jl. Dr. Wahidin No. 38 Semarang)	Untuk membuktikan kenyamanan termal yang terjadi didalam bangunan arsitektur colonial modern	Metode penelitian kualitatif dan kuantitatif	Tata ruang, ketinggian ruang pada bangunan, material dan sirkulasi udara/bukaan-bukaan, serta lanskap lingkungan pada objek bangunan	Suhu udara, kelembaban udara, dan kecepatan angin	<p>1. Nilai To lebih besar 5,97 °C dari batas ET, Rekomendasi To bisa lebih dingin/teguh, padadaerah sekeliling bangunan, diberi penambahan vegetasi agar mampu membuat lingkungan bangunan sekitar lebih teduh.</p> <p>2. Ti lebih kecil daripada To ketegori nyaman. Tetapi perbedaannya sangat tipis yaitu Ti lebih dingin 1,18°C, Rekonmendasi: dengan demikian maka perlu ditambahkan bukaan-bukaan</p> <p>3. Memanfaatkan konstruksi atap dag beton dengn patia diantara massa bangunan dapat menurunkan suhu serta mengurangi radiasi ainar matahari langsung sehingga radiasi sinar matahari langsung sehingga kondisi udara dibawahnya menjadi nyaman.</p>	Referensi dan tolak ukur dalam hal variabel dan metode yang akan digunakan untuk penelitian
----	-------------------------	--	--	--	--	---	---	---

2.6 Kerangka Teori

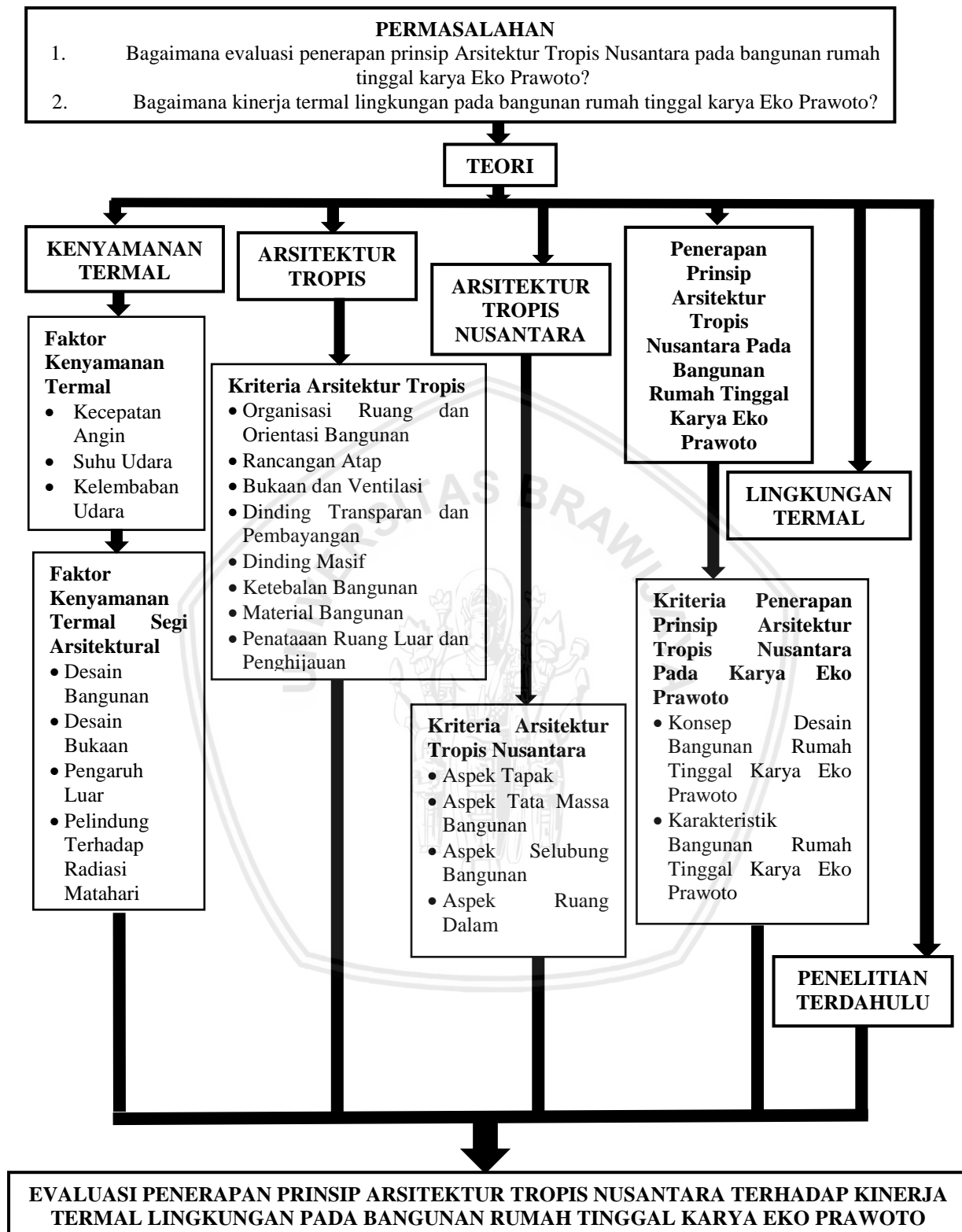


Diagram 2.1 Kerangka Teori

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Objek penelitian dilakukan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto yang berlokasi di Tamantirto, Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya.

3.1.1 Objek Penelitian 1 (Rumah Djaduk Ferianto)

Lokasi objek penelitian 1 terletak di Desa Kembaran RT.06 / RW.21 No.97, Tamantirto, Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta rumah Djaduk Ferianto. Titik koordinat $-7.8251731, 110.3334948$. Rumah Djaduk Ferianto terdiri dari 2 lantai dengan luas bangunan 290 m^2 . Orientasi bangunan rumah ini menghadap timur laut. Kondisi lingkungan sekitar bangunan adalah daerah perumahan warga karena letak objek penelitian ini terletak pada kawasan perumahan.



Gambar 3.1 Peta lokasi rumah Djaduk Ferianto.

Sumber: map.google.com

3.1.2 Objek Penelitian 2 (Rumah Lantip Kuswala Daya)

Lokasi objek penelitian 2 terletak di Desa Kembaran RT.02 / RW.20, Tamantirto, Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta Rumah Lantip Kuswala Daya. Titik koordinat -7.8287845,110.3361689,198. Rumah Lantip Kuswala Daya terdiri dari 2 lantai dengan luas 250 m². Orientasi bangunan rumah ini menghadap utara. Kondisi lingkungan sekitar bangunan ialah daerah permukiman warga karena letak objek penelitian ini terletak pada kawasan yang diperuntukkan sebagai perumahan.



Gambar 3.2 Peta lokasi rumah Lantip Kuswala Daya.

Sumber: map.google.com

3.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan April 2019. Untuk pengumpulan data kualitatif (melakukan wawancara dengan narasumber yaitu Eko Prawoto sebagai arsitek serta Djaduk Ferianto dan Lantip Kuswala Daya sebagai pemilik rumah tinggal dan observasi secara langsung ke lapangan) selama 1 bulan, sedangkan pengumpulan data kuantitatif (melakukan pengukuran suhu udara dan kelembaban udara ruang dalam dan ruang luar pada kedua objek penelitian) selama 12 hari.

3.3 Jenis dan Metode Pengumpulan Data

Dalam proses pengumpulan data dibagi berdasarkan jenis dan metode pengumpulan data. Jenis data dibagi menjadi 2 yaitu data primer dan data sekunder.

3.3.1 Jenis Pengumpulan Data

Dalam prosedur pengambilan data yang berkaitan dengan penelitian tentang penerapan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto terhadap kinerja termal lingkungan, jenis data yang digunakan yaitu :

a. Data Primer

Data primer yang dimaksud meliputi data yang diperoleh melalui observasi lapangan maupun pengukuran objek penelitian rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya secara langsung. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini merupakan data fisik bangunan. Data primer tersebut berupa elemen-elemen Arsitektur Tropis Nusantara yang diterapkan pada bangunan dan juga melakukan pengukuran suhu udara dan kelembaban udara pada ruang dalam serta ruang luar pada kedua objek penelitian tersebut.

b. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh melalui literatur, buku, serta jurnal mengenai teori prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara, lingkungan termal, dan kenyamanan suhu.

Tabel 3.1 Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data Penelitian

Jenis Data	Sumber Data	Data	Kegunaan
Primer	Observasi	Kawasan sekitar Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip	Menganalisa kawasan
		Denah Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya	Menganalisa ruang dalam
	Wawancara	Data Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya	Menganalisa kondisi penerapan prinsip pendinginan alami Arsitektur Tropis Nusantara Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya serta faktor yang mempengaruhinya.
	Dokumentasi	Foto Kawasan dan Rumah	Mendiskripsikan kondisi Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya

Sekunder	Literatur	Teori mengenai prinsip Arsitektur Tropis Nusantara dan kinerja termal lingkungan rumah tinggal	Tinjauan pustaka dan alat analisa mengkategorikan permasalahan
	Jurnal	Penelitian terdahulu mengenai Pengaruh prinsip pendinginan alami Arsitektur Tropis nusantara rumah tinggal	Membantu dalam menganalisa data

3.3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data penelitian dilakukan dengan menggunakan 3 cara yaitu:

a. Observasi

Pada tahapan ini yang dilakukan adalah mengamati lingkungan Kawasan objek penelitian rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya. Pengamatan dapat berupa literatur yang berasal dari internet yaitu berupa google map serta melakukan peninjauan secara langsung ke lapangan dengan melakukan pengambilan gambar ruang dalam serta ruang luar rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya. Pengamatan secara langsung dilakukan pada fisik bangunan tentang elemen Arsitektur Tropis Nusantara apa saja yang di terapkan pada Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya dan melakukan pengukuran suhu udara dan kelembaban udara pada ruang dalam dan ruang luar objek penelitian rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya.

b. Wawancara

Pada tahap ini peneliti melakukan wawancara dengan Eko Prawoto terkait dengan objek penelitian rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya dengan pembahasan topik tentang penerapan Arsitektur Tropis Nusantara serta melakukan wawancara juga dengan pemilik objek penelitian yaitu Djaduk Ferianto dan Lantip Kuswala Daya tentang fisik bangunan bangunan.

c. Dokumentasi

Dalam tahapan ini peneliti dengan mendokumentasikan berbagai gambar maupun video pada dalam maupun luar ruang Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya yang berkaitan dengan topik dan tujuan penelitian.

3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian ialah alat yang digunakan peneliti yang bertujuan untuk mengumpulkan data penelitian yang diperlukan agar mempermudah dalam proses penelitian dan sistematis dalam memperolehnya. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini ialah:

1. Kamera Digital

Dalam penelitian alat ini tersebut digunakan untuk mendokumentasikan atau pengambilan foto maupun video ruang dalam, ruang luar, elemen – elemen yang terkait mengenai prinsip Arsitektur Tropis Nusantara dan kondisi kawasan secara eksisting pada objek penelitian rumah Dajduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya.

2. Data Logger RC-4HC

Alat ini dalam penelitian digunakan untuk mengukur dan merekam data terkait suhu dan kelembaban ruang dalam dan ruang luar objek penelitian rumah Dajduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya.

3. Alat Tulis

Alat tulis dalam penelitian digunakan untuk mencatat sumber – sumber dari data kualitatif yaitu saat melakukan wawancara dengan narasumber Eko Prawoto dan pemilik objek penelitian Dajduk Ferianto dan Lantip Kuswala Daya serta untuk mencatat hal – hal yang penting saat melakukan pengamatan secara langsung pada objek penelitian rumah Dajduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya.

3.5 Variabel Penelitian

Dalam penelitian, variabel yang digunakan pada penelitian ini meliputi:

A. Variabel bebas

1. Elemen-elemen Arsitektur Tropis Nusantara bangunan rumah Dajduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya

B. Variabel Terikat

1. Kelembaban udara
2. Suhu udara

3.6 Metode Analisis Data

Metode analisis data penelitian yang akan digunakan adalah metode evaluatif dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Analisis kualitatif merupakan analisis tahap awal dalam objek penelitian yang nantinya akan menjadi pedoman untuk tahap analisis kuantitatif.

3.6.1 Metode Analisis Data Kualitatif

Analisis kualitatif dalam penelitian ini menggunakan metode analisis visual. Pada metode analisis data kualitatif tahap-tahap yang dilakukan yaitu:

a. Tahap Penelitian 1 (Analisis Tautan Lingkungan Sekiar)

Pada tahap penelitian analisis visual yang dilakukan adalah analisis tautan lingkungan sekitar objek penelitian yaitu rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya. Tujuan analisis ini untuk mengetahui pengaruh tautan lingkungan sekitar terhadap kinerja termal pada bangunan rumah tinggal Eko Prawoto dan sebagai penunjang tahap penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

b. Tahap Penelitian 2 (Analisis Kriteria Arsitektur Tropis)

Pada tahap ini melakukan observasi lapangan pada objek penelitian yaitu rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya yang nantinya setelah melakukan observasi akan dibandingkan dengan kriteria fisik bangunan Arsitektur Tropis berdasarkan teori. Sehingga akan menghasilkan kriteria Arsitektur Tropis apa sajakah yang diterapkan pada bangunan rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto.

Tabel 3.2 Kriteria Desain Arsitektur Tropis

NO.	KRITERIA DESAIN
1.	Orientasi bangunan menghadap utara-selatan
2.	Organisasi ruang, area servis diletakkan dibagian barat
3.	Rancangan atap, adanya lubang ventilasi pada ruang atap
4.	Rancangan bukaan, kisi-kisi bukaan
5.	Pembayangan disekitar bangunan
6.	Rancangan material bangunan, menggunakan material tipis dengan warna terang serta ringan
7.	Rancangan penataan ruang luar, meminimalisir perkerasan dan penggunaan tanaman peneduh

Sumber: Karyono, 2016

c. Tahap 3 Penelitian (Analisis Kriteria Arsitektur Tropis Nusantara)

Analisis visual yang terakhir yaitu melakukan observasi lapangan pada kedua objek penelitian dan kemudina akan dibandingkan dengan kriteria fisik bangunan rumah tinggal Arsitektur Tropis Nusantara berdasarkan teori, sehingga akan menghasilkan kriteria apa saja yang diterapkan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto serta hasil presentasinya.

Tabel 3.3 Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara

NO.	ASPEK	KRITERIA DESAIN ARSITEKTUR TROPIS NUSANTARA
1.	Tapak	Melestarikan lingkungan sekitar dan memaksimalkan kondisi tapak (pemilihan tanaman peneduh, peletakkan tanaman bagian barat dan timur, dan peletakkan tanaman sebagai pembayangan)
2.	Tata Massa Bangunan	Orientasi bangunan menghadap ke arah utara-selatan Bentuk massa yang ramping
3.	Selubung Bangunan	Membayangi seluruh massa bangunan Volume atap besar dan lubang ventilasi pada ruang atap sebagai penghambat panas ke dalam ruang massa bangunan Ketinggian yang berbeda pada setiap ruang dalam massa bangunan Menggunakan material yang menyerap panas dan kelembaban udara
4.	Ruang Dalam Bangunan	Adanya ruang komunal (ruang bersama) dan ruang transisi Menerapkan sistem hirarki dalam penataan ruang Memaksimalkan pencahayaan alami dan penghawaan alami Ruang dalam bangunan berhubungan langsung dengan ruang luar

Sumber: Nugroho, 2016

Hasil Analisis data kualitatif nantinya akan dijadikan landasan, sebagai analisis lebih lanjut serta melakukan modifikasi desain pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto.

3.6.2 Metode Analisis Data Kuantitatif

Analisis kuantitatif dalam penelitian ini dengan melakukan analisis numberik. Tahap-tahap metode analisis data kuantitatif ialah:

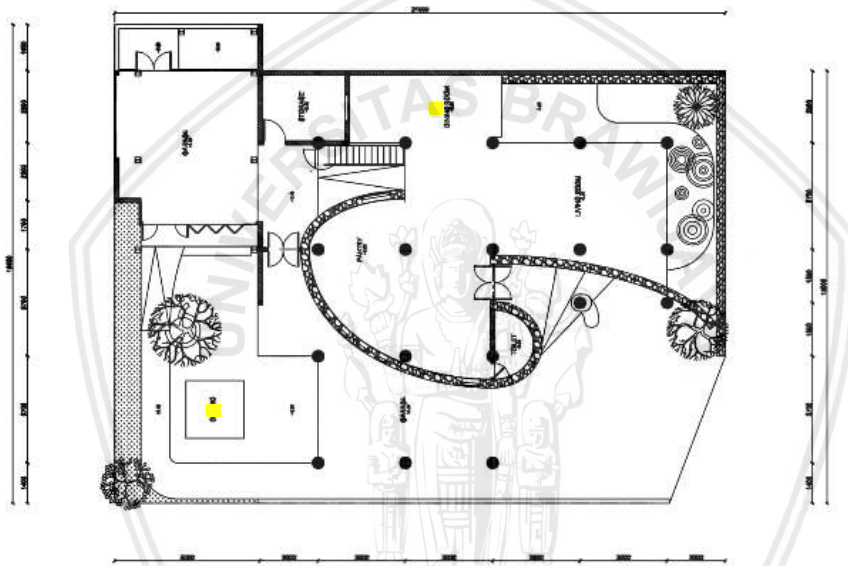
a. Tahap 1 Penelitian (Mengukur dan Meletakkan Alat Ukur)

Pada tahap ini hal yang dilakukan ialah mengukur dan meletakkan alat ukur suhu udara dan kelembaban udara dengan menggunakan alat *Data Logger RC-4HC* pada kedua objek penelitian. Pengukuran suhu dan kelembaban udara dilakukan selama 24 jam selama 12 hari. Penentuan waktu penelitian ini berdasarkan fungsi objek penelitian yaitu rumah tinggal sebagai hunian yang digunakan setiap waktu.

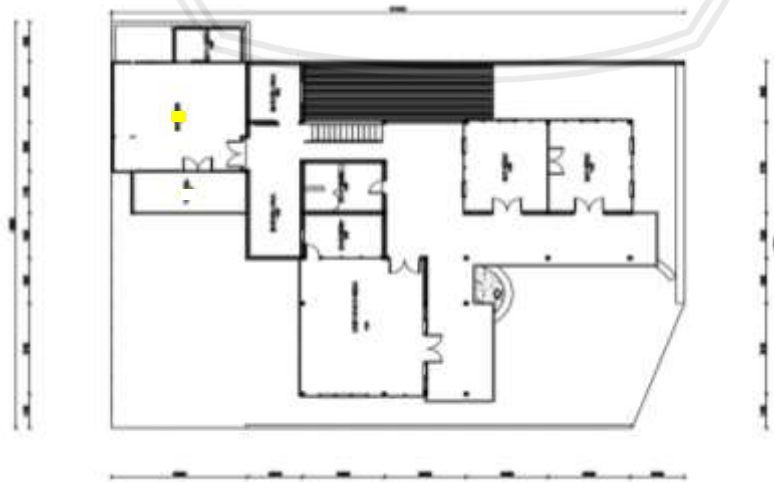
Peletakkan alat ukur suhu dan kelembaban udara pada kedua objek penelitian diletakkan pada ruang dengan aktivitas yang kompleks dan berhubungan langsung dengan ruang luar.



Gambar 3.3 Titik Ukur lantai 1 rumah Djaduk Ferianto.



Gambar 3.4 Titik ukur lantai 1 rumah Lantip Kuswala Daya.



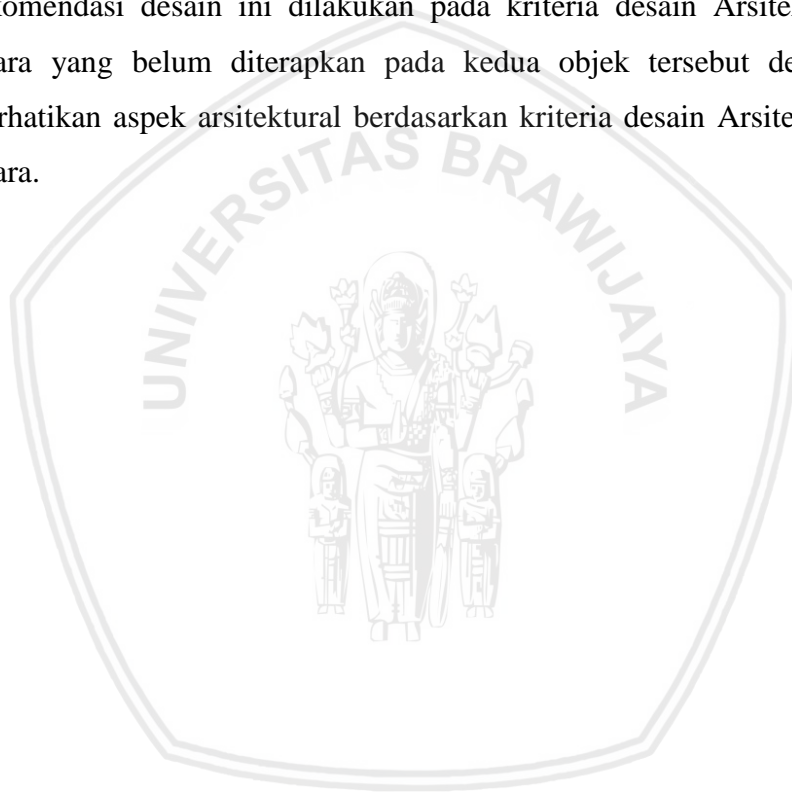
Gambar 3.5 Titik ukur lantai 2 rumah Lantip Kuswala Daya

Keterangan: Posisi Titik Ukur

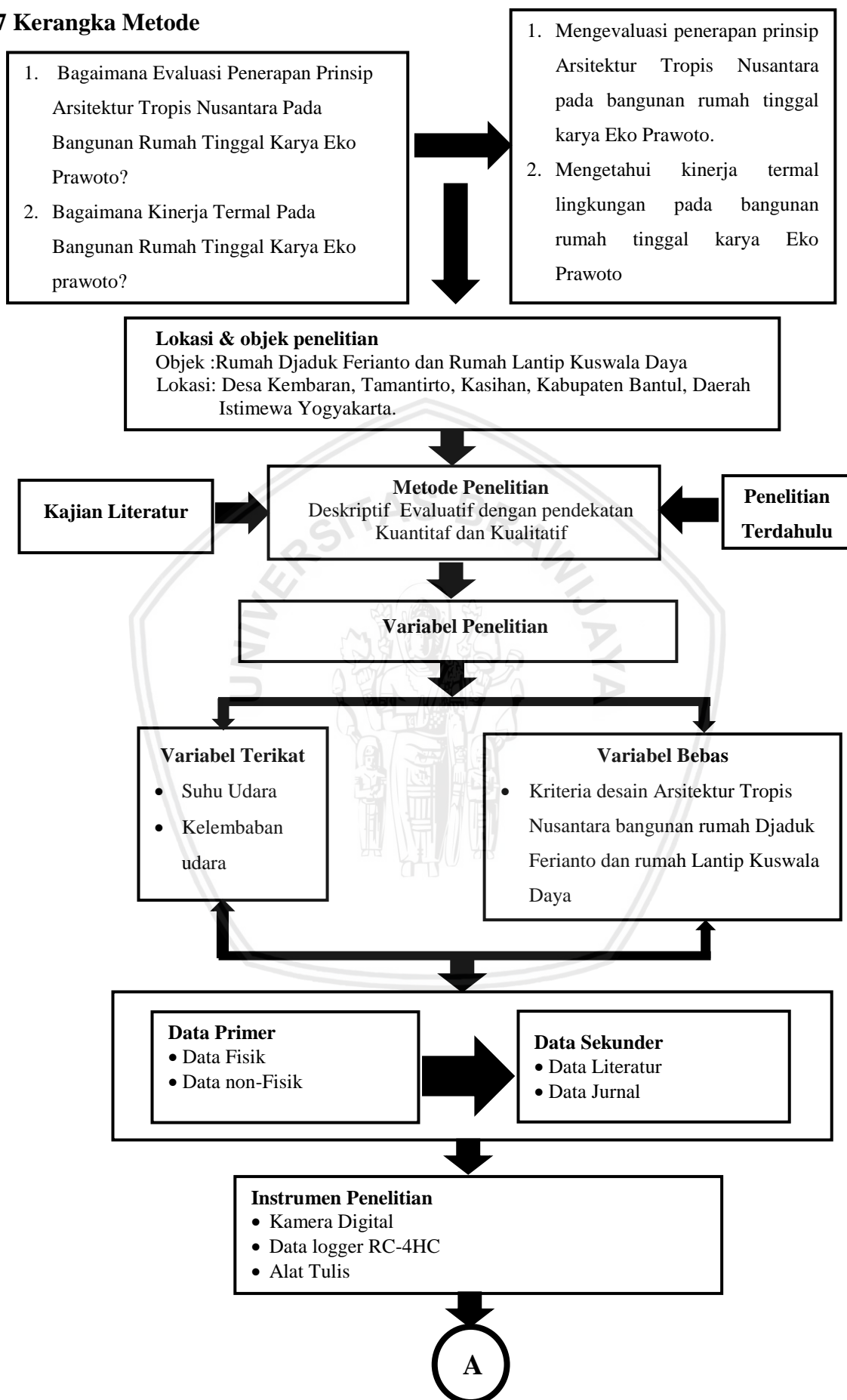
b. Tahap 2 Penelitian (Analisis Data Kuantitatif)

Hasil pengukuran suhu udara dan kelembaban udara lapangan ini nantinya akan dianalisis dan dibandingkan antar kedua objek penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara pada objek penelitian terhadap kinerja termal lingkungan. Kemudian akan dilakukan rekomendasi desain terhadap desain eksisting bangunan pada kedua objek penelitian yaitu dengan tujuan kenyamanan suhu udara bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto berdasarkan analisis visual dan numberik.

Rekomendasi desain ini dilakukan pada kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara yang belum diterapkan pada kedua objek tersebut dengan tetap memperhatikan aspek arsitektural berdasarkan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara.



3.7 Kerangka Metode



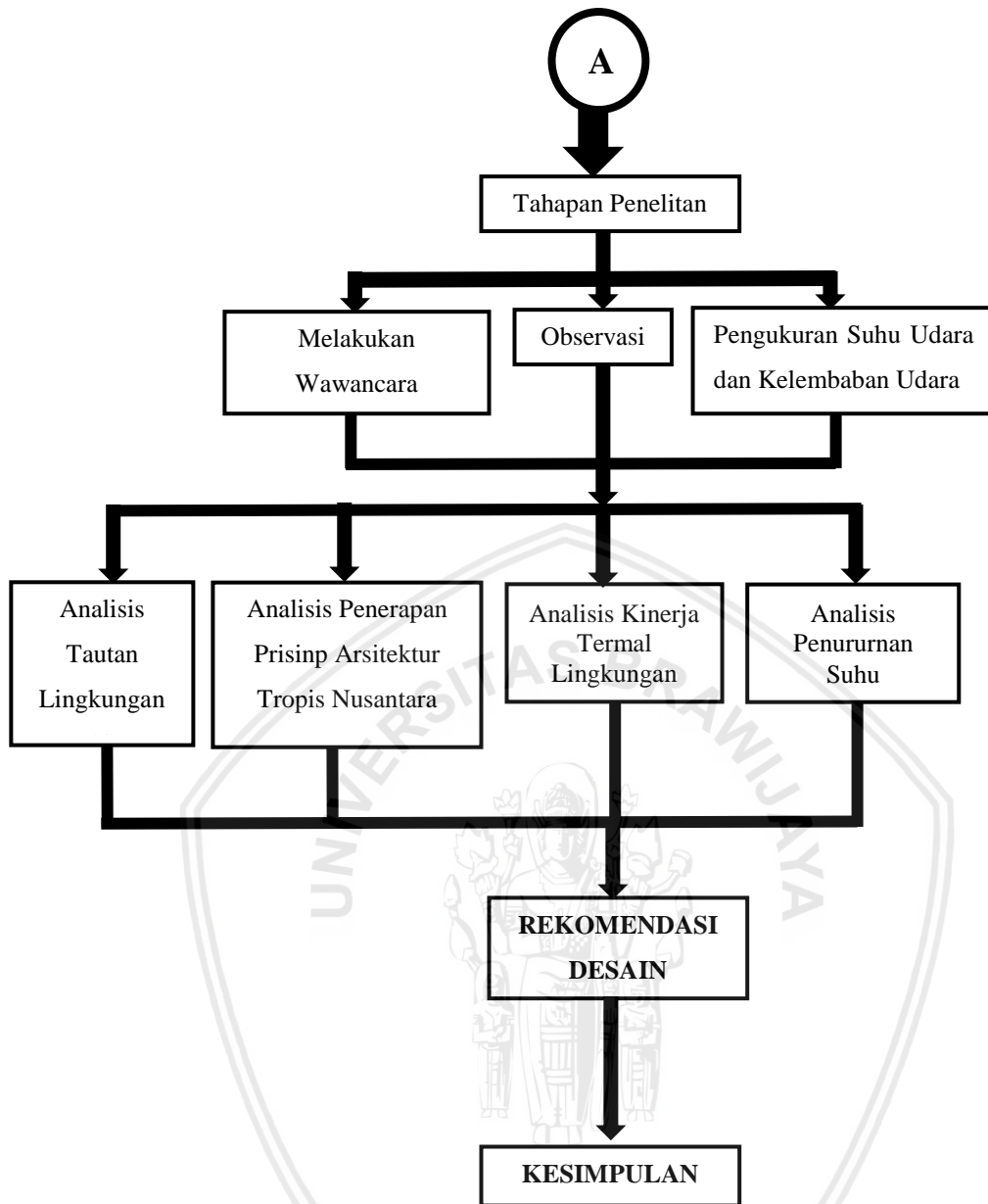


Diagram 3.1 Kerangka Metode

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Objek Penelitian

4.1.1 Kondisi Iklim Lokasi Objek Penelitian

Lokasi objek penelitian Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya terletak di daerah Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Daerah Istimewa Yogyakarta beriklim tropis. Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Stasiun Geofisika Kelas I Yogyakarta, suhu udara rata di Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan angka $26,15^{\circ}\text{C}$, suhu minimal $21,3^{\circ}\text{C}$ dan suhu maksimal $31,9^{\circ}\text{C}$. Curah hujan perbulan pada Daerah Istimewa Yogyakarta $212,00\text{ mm}^3$ dengan hari hujan perbulan 14,67 kali dengan kelembaban udara rata-rata 45,8%-97,1%.



Gambar 4.1 Lokasi objek penelitian.

Sumber: map.google.com

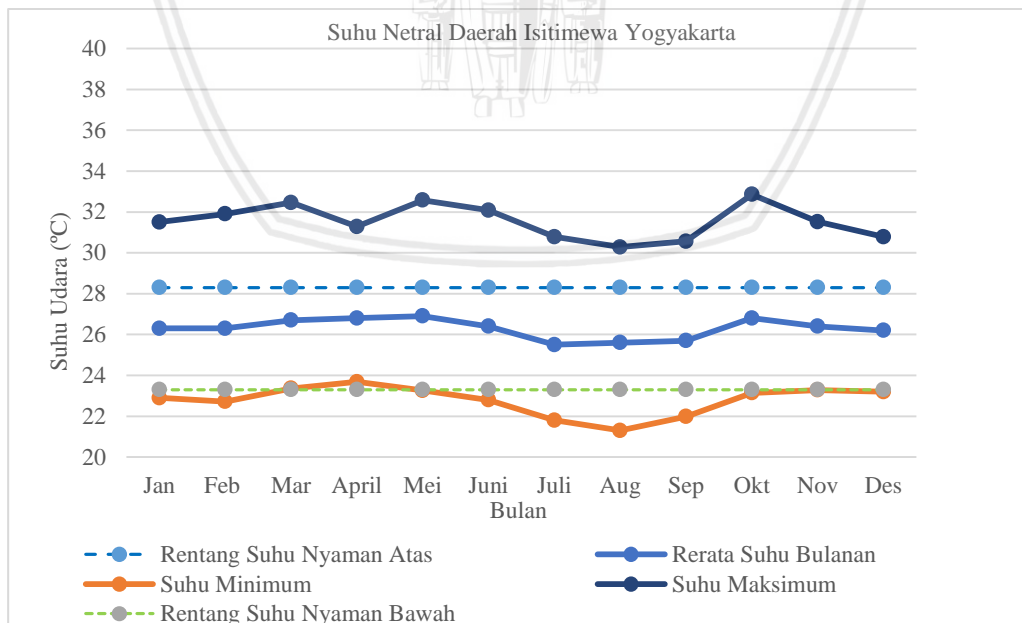
4.1.2 Suhu Netral

Suhu netral merupakan kondisi dimana manusia tidak merasakan kedinginan maupun kepanasan. Suhu netral dapat dihitung dengan cara perhitungan rata-rata suhu bulanan pada suatu lingkungan. Rata-rata suhu bulanan Daerah Istimewa Yogyakarta dalam kurun waktu 2014-2018 berkisar antara $26,2^{\circ}\text{C}$ - $26,9^{\circ}\text{C}$, dengan rerata suhu adalah $26,3^{\circ}\text{C}$.

Suhu netral didapatkan dengan perhitungan suhu rata-rata perbulan dalam rentang waktu yaitu tahun 2014-2018 dalam persamaan Szokolay. Berikut merupakan suhu netral Daerah Istimewa Yogyakarta

$$\begin{aligned} T_n &= 17,6 + 0,31 \text{ suhu rata-rata bulanan} \\ &= 17,6 + 0,31 (26,3^{\circ}\text{C}) \\ &= 25,8^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Hasil suhu netral Daerah Istimewa Yogyakarta menunjukkan suhu konstan sebesar $25,8^{\circ}\text{C}$. Batasan suhu yang dapat diterima oleh manusia sebagai suhu nyaman ialah pada rentang 5°C , yaitu $(T_n - 2,5^{\circ}\text{C}) - (T_n + 2,5^{\circ}\text{C})$. Adapun batas tertinggi suhu nyaman di Daerah Istimewa Yogyakarta dapat ditentukan dari persamaan $T_n + 2,5^{\circ}\text{C}$, yaitu sebesar $28,3^{\circ}\text{C}$ dan sedangkan batas terendahnya suhu nyamannya ialah $T_n - 2,5^{\circ}\text{C}$, yaitu sebesar $23,3^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4.2 Batas suhu netral Daerah Istimewa Yogyakarta.

4.2 Deskripsi Objek Penelitian

4.2.1 Kondisi Lingkungan Sekitar Bangunan

A. Rumah Djuduk Ferianto



Gambar 4.3 Lokasi objek rumah Djuduk Ferianto.

Sumber: map.google.com

Lokasi rumah Djuduk Ferianto terletak di Desa Kembaran RT.06 / RW.21 No.97, Tamantirto, Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Bangunan rumah Djuduk Ferianto memiliki luas bangunan 290 m² dengan tinggi bangunan 2 lantai. Bangunan ini dibangun di pinggir kota ditengah perkampungan, sehingga kondisi bangunan rumah Djuduk Ferianto ini dikeliling perumahan warga.

1. Bangunan Sekitar

Bangunan rumah Djuduk Ferianto dibatasi oleh perumahan warga. Pada bagian selatan, utara, dan timur bangunan rumah tinggal ini di batasi oleh perumahan warga. Perumahan warga ini terdiri dari 1-2 lantai dengan menggunakan lagnam bangunan kontemporer. Dominan bahan material yang digunakan pada bangunan sekitar rumah Djuduk Ferianto ini menggunakan batu bata dengan finishing cat untuk bahan material dinding, kemudian untuk konstruksi atap menggunakan kayu sedangkan untuk penutup atap menggunakan material genteng yang berbahan dasar dari tanah liat. Pada bagian barat bangunan rumah ini di batasi oleh jalan arteri sekunder. Jalan ini merupakan akses utama menuju objek penelitian rumah tinggal ini. Jalan arteri sekunder ini menggunakan bahan material dari aspal dengan lebar jalan 4 meter.



Gambar 4.4 Kondisi bangunan sekitar rumah Djaduk Ferianto.

Sumber: map.google.com



Gambar 4.5 Kondisi tapak sekitar bagian utara rumah Djaduk Ferianto.



Gambar 4.6 Kondisi tapak sekitar bagian timur rumah Djaduk Ferianto.



Gambar 4.7 Kondisi tapak sekitar bagian selatan rumah Djaduk Ferianto.

2. Vegetasi

Kondisi tapak sekitar bangunan rumah ini tidak ada ruang terbuka hijau, sehingga vegetasi hanya terdapat pada halaman rumah warga yaitu berupa pohon pisang dan pohon mangga. Pada bangunan halaman objek penelitian rumah Djaduk Ferianto ini vegetasi yang tumbuh yaitu berupa 2 pohon Asem yang memiliki ukuran cukup besar dengan tinggi pohon 7 meter.



Gambar 4.8 Vegetasi sekitar rumah Djaduk Ferianto bagian timur.



Gambar 4.9 Vegetasi sekitar rumah Djaduk Ferianto bagian selatan.



Gambar 4.10 Vegetasi pada tapak rumah Djuduk Ferianto.

B. Rumah Lantip Kuswala Daya

Rumah Lantip berlokasi di Desa Kembaran RT.02/RW.20, Tamantirto, Kasihan, Kabupaten Bantul Daerah Istimewa Yogyakarta. Bangunan rumah tinggal ini berlokasi di daerah jalan kompleks pabrik madukismo yang juga masih satu kawasan dengan rumah Djuduk Ferianto.



Gambar 4.11 Lokasi objek rumah Lantip Kuswala Daya.

Sumber: map.google.com

1. Bangunan Sekitar

Rumah Lantip Kuswala Daya dikelilingi oleh perumahan warga setempat dan area ruang terbuka. Pada bagian selatan bangunan rumah tinggal ini dibatasi oleh perumahan warga setempat yang terdiri dari 1-2 lantai dengan lagnam desain bangunan sekitarnya menggunakan arsitektur kontemporer. Sedangkan pada bagian utara dan timur bangunan rumah Lantip Kusawala Daya ini dibatasi oleh ruang terbuka.

Pada bagian barat dibatasi oleh jalan arteri sekunder. Jalan ini merupakan akses utama menuju bangunan rumah Lantip Kuswala Daya. Kondisi jalan menggunakan bahan material paving block dengan lebar jalan 4 meter. Jarak bangunan sekitar dengan rumah Lantip Kuswala Daya berjauhan. Pada sisi sebelah barat jarak bangunan sekitar dengan bangunan rumah Lantip Kuswala Daya 5 meter dengan tinggi bangunan 5 meter. Pada sisi sebelah utara jarak antar bangunan rumah tinggal.



Gambar 4.12 Kondisi bangunan sekitar rumah Lantip Kuswala Daya.

Sumber: map.google.com



Gambar 4.13 Kondisi bangunan sekitar bagian barat rumah Lantip Kuswala Daya.



Gambar 4.14 Kondisi bangunan sekitar bagian utara rumah Lantip Kuswala Daya.



Gambar 4.15 Kondisi bangunan sekitar barat laut rumah Lantip Kuswala Daya.



Gambar 4.16 Kondisi bangunan sekitar barat daya rumah Lantip Kuswala Daya.



Gambar 4.17 Kondisi bangunan sekitar bagian selatan rumah Lantip Kuswala Daya.

2. Vegetasi

Pada area tapak bangunan rumah tinggal ini dikelilingi oleh pagar yang ditumbuhi oleh vegetasi peneduh yaitu berupa pohon bambu berukuran kecil dengan tinggi pohon 2 – 2,5 meter. Selain itu area tapak pada bangunan rumah Lantip Kuswala Daya ini juga terdapat pohon Kamboja pada sisi sebelah barat dengan tinggi pohon 4 meter. Pada sekeliling bangunan rumah tinggal ini tidak ada pohon yang berfungsi sebagai tumbuhan peneduh.

Hanya terdapat semak atau rerumputan dan tumbuhan yang tidak berfungsi sebagai tanaman peneduh. Seperti halnya pada bagian utara bangunan terdapat ruang terbuka yang hanya ditumbuhi oleh rumput dan pepohon dengan intensitas tinggi pohon yang rendah seperti pohon pisang dan pohon mangga. Selain itu jarak antar pohon berjauhan dan jumlah pohon sedikit.



Gambar 4.18 Vegetasi sekitar rumah Lantip Kuswala Daya.



Gambar 4.19 Vegetasi pada tapak rumah Lantip Kuswala Daya.

4.2.2 Kondisi Bangunan

A. Rumah Djuduk Ferianto

Rumah tinggal Djuduk Ferianto dibangun pada tahun 2004 yang terdiri dari 2 lantai. Bangunan Djuduk Ferianto ini berfungsi sebagai bangunan rumah tinggal. Pada lantai 1 bangunan rumah tinggal ini terdiri dari ruang teras, ruang tamu, dapur, ruang makan, 2 kamar tidur, kamar mandi, ruang keluarga, void (kolam ikan), kamar pembantu, kamar mandi pembantu, area servis (gudang dan area cuci), area parkir, dan garasi. Sedangkan pada lantai 2 terdiri dari ruang kerja, kamar tidur utama, 3 kamar tidur anak, kamar mandi, area servis, kamar tidur tamu, dan teras.



Gambar 4.20 Fasad bangunan rumah Djuduk Ferianto bagian timur.

Fasad bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto menggunakan material alam seperti batu alam dan batu bata ekspos sebagai dinding, pecahan ubin sebagai konblok jalan menuju bangunan rumah tinggal tersebut. Material kayu sebagai konstruksi atapnya dan genteng dengan bahan dasar tanah liat sebagai penutup atapnya. Anyaman bambu sebagai plafonnya dan elemen arsitektural seperti pintu, jendela, ornamen-ornamen, lainnya menggunakan bahan material kayu yang diperoleh dari barang lawasan.

Bagian Upper struktur atau atap material yang digunakan sebagai konstruksi ialah kayu, sedangkan sebagai penutup atap menggunakan material genteng yang berbahan dasar dari tanah liat. Pada plafon menggunakan material bambu yang dianyam. Struktur atap sendiri tidak menyatu dengan dinding ruang yang ada dibawahnya seolah-olah terkesan menggantung atau melayang. Tinggi atap bangunan rumah tinggal ini 3 meter dengan posisi plafon yang tinggi. Sehingga memungkinkan untuk memaksimalkan udara dingin masuk ke dalam ruang.

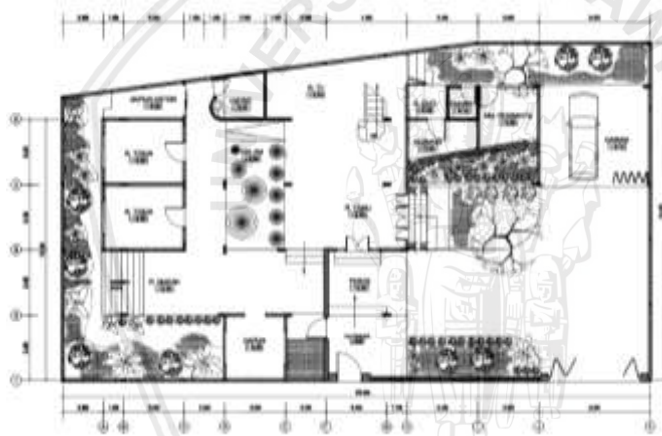
Bagian super struktur atau dinding rumah Djaduk ferianto ini mayoritas menggunakan material lokal seperti batu bata ekspos dan batu alam. Pada lantai 1 rumah tinggal ini pada dinding menggunakan material dari batu bata yang telah di plester dan difinishing dengan cat dinding pada bagian dalam ruang, sedangkan pada bagian luar dinding diekspos tanpa finishing cat dinding. Pada ruang tertu seperti kamar tidur pembantu, ruang servis (gudang dan ruang cuci), dan kamar mandi pembantu ini menggunakan dinding yang berbahan material batu alam.



Gambar 4.21 Fasad bangunan rumah Djaduk Ferianto bagian utara.

Elemen arsitektural seperti pintu, jendela, dan ornamen-ornamen lainnya mayoritas menggunakan barang lawasan dengan bahan dasar kayu. Pintu dan jendela menggunakan barang lawasan dengan bahan dasar kayu dengan ukuran yang berbeda-beda. Jenis jendela yang digunakan juga berbeda-beda yaitu jendela hidup dan jendela mati. Jenis jendela hidup diterapkan di ruang tamu, kamar tidur, dan dapur. Pada bagian atas jendela yang tertentu terdapat *shading device* berupa batu bata ekspos sepanjang 15 cm. Lantai pada rumah ini mayoritas menggunakan material keramik yang diperoleh dari barang lawasan.

Pada substruktur atau pondasi menggunakan material beton dan batu kali sedangkan rangka bangunan menggunakan bahan material dari beton bertulang. Pondasi yang digunakan adalah pondasi batukali keliling yang di perkuat dengan pondasi foot plat.



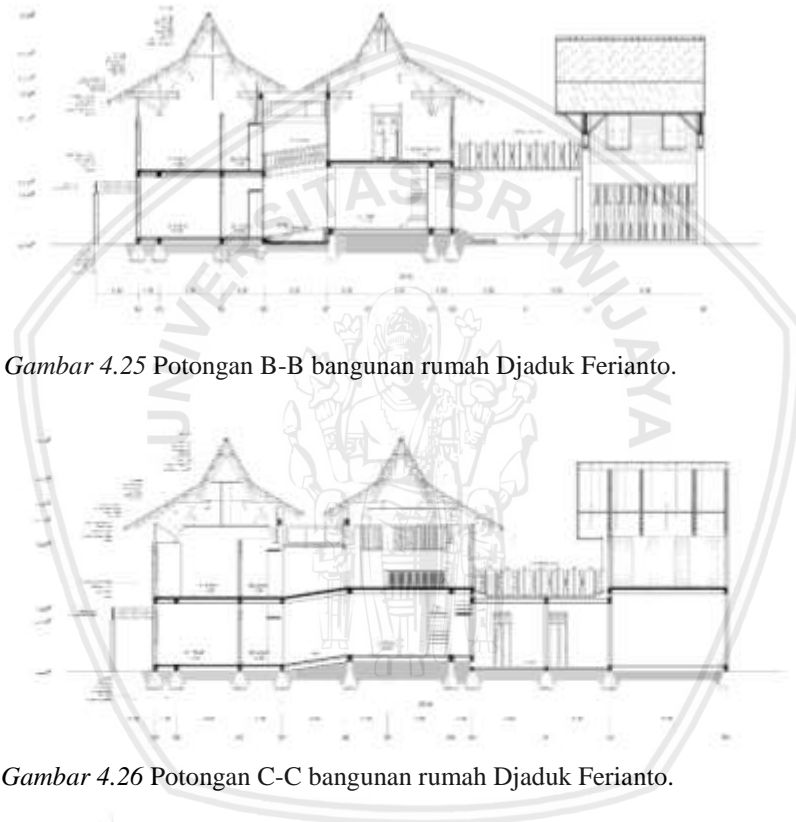
Gambar 4.22 Denah lantai 1 rumah Djaduk Ferianto.



Gambar 4.23 Denah lantai 2 rumah Djaduk Ferianto.



Gambar 4.24 Potongan A-A bangunan rumah Djaduk Ferianto.



Gambar 4.25 Potongan B-B bangunan rumah Djaduk Ferianto.

Gambar 4.26 Potongan C-C bangunan rumah Djaduk Ferianto.



Gambar 4.27 Potongan D-D bangunan rumah Djaduk Ferianto.

B. Rumah Lantip Kuswala Daya

Bangunan Lantip Kuswala Daya ini merupakan bangunan rumah tinggal yang terdiri dari 2 lantai yang dibangun pada tahun 2003. Pada lantai 1 terdiri dari area parkir, ruang multifungsi (ruang makan dan ruang tamu), dapur, ruang penyimpanan alat dan pakaian adat, kamar mandi, dan gudang dengan ketinggian lantai pada setiap ruang yang berbeda. Sedangkan pada lantai 2 terdiri dari kamar tidur utama, 2 kamar tidur anak, kamar mandi, area servis (area jemur dan area cuci), kamar tidur tamu, dan balkon.



Gambar 4.28 Fasad bangunan rumah Lantip Kuswala Daya.

Fasad bangunan rumah Lantip Kuswala Daya ini 90% menggunakan material lokal seperti batu alam dan kayu sebagai dinding, pecahan ubin sebagai konblok jalan menuju rumahnya, material kayu sebagai konstruksi atapnya, genteng tanah liat sebagai penutup atapnya, anyaman bambu sebagai material plafonnya, dan elemen arsitektural seperti pintu, jendela, ornamen-ornamen menggunakan bahan material kayu yang merupakan barang lawasan.

Pada lantai 1 bangunan rumah ini pada dinding menggunakan material batu alam. Penggunaan batu alam diterapkan pada ruang multifungsi dan dapur. Pada bagian ruang penyimpanan alat dan pakaian adat menggunakan material kayu pada bagian dindingnya. Ketinggian lantai pada setiap ruang di lantai 1 memiliki perbedaan.

Material yang digunakan untuk lantai berbeda-beda pada setiap ruang dan lantainya. Pada lantai 1 menggunakan bahan keramik dan pecahan ubin yang di pola. Elemen arsitektural seperti pintu, jendela, ornamen, dan lain sebagainya menggunakan bahan material kayu yang didapatkan dari barang lawasan. Ukuran jendela pada lantai 1 relatif kecil dan jenis jendela yang digunakan pada merupakan jendela hidup.



Gambar 4.29 Jenis jendela pada lantai 1 rumah Lantip Kuswala Daya.

Pada lantai 2 rumah tinggal ini menggunakan material kayu sebagai lantainya. Selain lantai penggunaan material kayu juga diterapkan pada elemen arsitektural lainnya seperti dinding, pintu, jendela, dan ornamen-ornamen. Jenis jendela yang digunakan pada bangunan rumah tinggal ini menggunakan jenis jendela hidup dan jendela mati. Jenis jendela hidup di terapkan pada kamar tidur, sedangkan jenis jendela mati digunakan pada bagian atas jendela hidup dengan menggunakan material dari kaca dengan warna yang berbeda-beda.

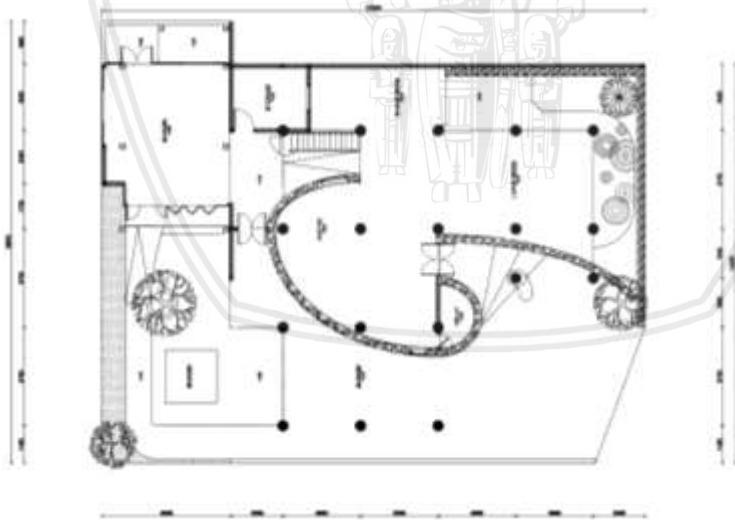
Elemen yang digunakan kebanyakan menggunakan material dari barang lawasan yang berasal dari Jawa dan kayu jati. Lantai terbuat dari kayu jati serta pilar-pilar juga menggunakan material lawasan. Kamar tidur anak pada lantai 2 dibatasi oleh pintu gebyok Madura yang berbahan material kayu.



Gambar 4.30 Kamar tidur utama.



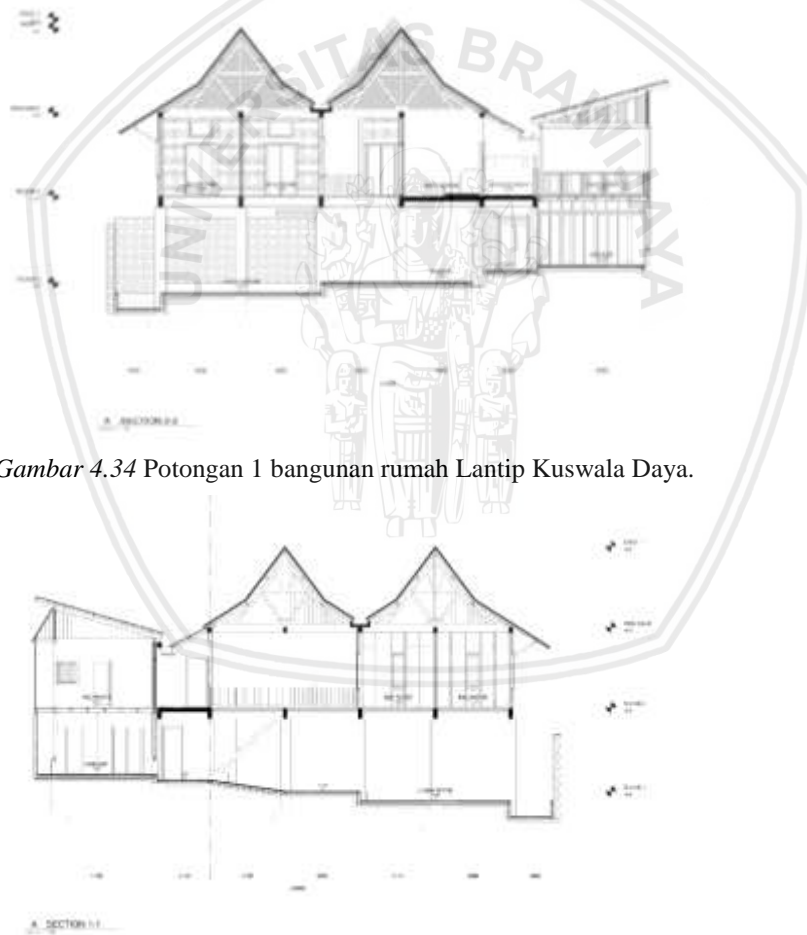
Gambar 4.31 Ruang multifungsi.



Gambar 4.32 Denah lantai 1 rumah Lantip Kuswala Daya.



Gambar 4.33 Denah lantai 2 rumah Lantip Kuswala Daya.



Gambar 4.34 Potongan 1 bangunan rumah Lantip Kuswala Daya.

Gambar 4.35 Potongan 2 bangunan rumah Lantip Kuswala Daya.

4.2.3 Konsep Desain Bangunan

A. Rumah Djaduk Ferianto

Dalam perancangan rumah tinggal Djaduk Ferianto ini Eko Prawoto menerapkan konsep Arsitektur Tropis Nusantara dengan pendekatan kontemporer. Pada kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara yang diterapkan pada rumah ini yaitu adanya void pada ruang dalam bangunan dan penggunaan material dari alam yang dipadukan dengan menggunakan barang lawasan serta material modern.



Gambar 4.36 Batu bata ekspos pada fasad rumah Djaduk Ferianto.

Material kayu yang digunakan pada rumah tinggal ini merupakan barang lawasan yang berusia puluhan tahun. Seperti halnya pintu masuk menuju ruang dalam yang memiliki usia lama yang dapat dilihat dari tekstur yang masih tetap dipertahankan bentuk aslinya. Selain itu jendela-jendela tua yang didapatkan dari bangunan tua yang diterapkan pada ruang tidur tamu.



Gambar 4.37 Jendela tua bangunan rumah Djaduk Ferianto.

Dalam pendekatan kontemporer rumah tinggal Djaduk Ferianto ini menggunakan material yang lebih modern tanpa mengubah bentuk aslinya. Seperti halnya penggunaan besi pada konsol-konsol penyangga tritisan,

penggunaan material seperti beton sebagai bahan utama dari struktur rangka bangunan rumah ini.



Gambar 4.38 Penyangga tritisan besi rumah Djaduk Ferianto.

Penggunaan ubin sebagai lantai pada rumah tinggal ini juga memiliki perbedaan. Pada ruang tamu material yang digunakan ialah tegel lawas dari bangunan Belanda yang dipadukan dengan marmer. Sedangkan pada ruang makan material lantai menggunakan kayu atau parquet. Pada teras menggunakan material keramik dengan motif yang tidak sama.



Gambar 4.39 Lantai dari barang lawasan bangunan Belanda rumah Djaduk Ferianto.

Bentuk atap bangunan yang memiliki volume ruang yang besar serta pengguna kuda-kuda kayu sebagai struktur utama dari atap dan penyangga atap serta lapisan jalinan bambu pada plafon atasnya merupakan salah satu kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara.



Gambar 4.40 Anyaman bambu sebagai plafon rumah Djaduk Ferianto.

Dalam kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara aspek tapak juga merupakan suatu hal yang penting dalam mendesain sebuah bangunan. Pada rumah tinggal ini kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara yang diterapkan dalam aspek tapak ialah dengan mengoptimalkan potensi tapak yang ada yaitu salah satunya dengan tetap mempertahankan vegetasi yang tumbuh berupa 2 pohon asem yang berukuran besar. Selain itu pengolahan ruang dalam pada rumah tinggal juga didesain dengan memaksimalkan area terbuka hijau dan void, sehingga mengoptimalkan penghawaan alami terjadi di dalam ruang bangunan rumah tinggal tersebut.



Gambar 4.41 Kondisi tapak rumah Djaduk Ferianto.

B. Rumah Lantip Kuswala Daya

Eko Prawoto merancang rumah Lantip Kuswala Daya dengan konsep desain ruang terbuka yang luas, atap yang tinggi dan ruang dalam bangunan yang fleksibel dan multifungsi. Hal-hal tersebut merupakan salah satu kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara. Pada rumah Lantip Kuswala Daya material yang digunakan lebih dominan menggunakan material lawasan dengan bahan dasar kayu dan batu alam.



Gambar 4.42 Fasad bangunan rumah Lantip Kuswala Daya bagian barat.

Penggunaan material dari alam merupakan salah satu kriteria desain dari Arsitektur Tropis Nusantara. Pada rumah Lantip ini penggunaan bahan material kayu diterapkan pada selubung bangunan dan elemen arsitektural. Bagian elemen arsitektural seperti pintu dan jendela menggunakan bahan material dari kayu jati yang didapatkan dari barang lawasan. Salah satunya ialah sebuah jendela kaca flora dengan bentuk setengah melengkung bekas bangunan gereja tua di Purworejo.



Gambar 4.43 Jendela kaca flora rumah Lantip Kuswala Daya.

Rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini menggunakan mlawasan yang dominan berbahan dasar kayu ini karena untuk menjaga alam agar alam tidak rusak karena adanya penebangan hutan. “Jadi lebih baik kita menggunakan barang yang sudah ada, kan”, ujar Lantip. Mengoptimalkan tapak seperti hal tetap mempertahankan vegetasi yang ada dan melestarikan lingkungan di sekitarnya merupakan salah satu kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara.

Rumah Lantip ini memiliki ruang terbuka seperti taman kecil dan kolam ikan yang ada pada ruang multifungsi (ruang makan dan ruang tamu) dilantai 1. Pengolahan tapak pada ruang luar rumah tinggal ini tetap mempertahankan vegetasi yang ada berupa pohon kamboja dan penggunaan material batu alam sebagai jalan setapak rumah tersebut. Selain itu menggantian pagar dengan pohon bambu setinggi 2,5 meter yang diterapkan pada ruang luar rumah Lantip Kuswala daya. Pada ruang dalam rumah tinggal Lantip memiliki perbedaan ketinggian lantai pada setiap ruangnya khususnya pada lantai 1.



Gambar 4.44 Dinding batu alam dan dinding kayu rumah Lantip Kuswala Daya.

Ada perbedaan penggunaan material pada fasad bangunan yang secara visual pada lantai 1 penggunaan bahan material yang digunakan dominan memakai material bebatuan alam, sedangkan pada lantai 2 menggunakan bahan material dari kayu secara keseluruhan.

4.3 Proses Pengolahan Data

Data yang telah didapatkan kemudian dianalisis untuk mengetahui kondisi eksisting bangunan. Analisis yang dilakukan terdiri dari 4 tahap yaitu analisis tautan lingkungan sekitar pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto, analisis penerapan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto, analisis kinerja termal lingkungan, dan analisis kinerja penurunan suhu pada eksisting bangunan. Analisis kinerja termal lingkungan dan analisis kinerja penurunan suhu digunakan untuk mengetahui kinerja termal lingkungan agar tercipta kenyamanan suhu pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto berdasarkan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara.

4.3.1 Analisis Tautan Lingkungan Sekitar Terhadap Bangunan Rumah Tinggal karya Eko Prawoto (Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya)

Analisis pertama yang dilakukan yaitu dengan menganalisis visual terhadap tautan lingkungan sekitar bangunan objek penelitian dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto (rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya) terhadap kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto. Analisis tautan lingkungan ini nantinya akan dijadikan sebagai landasan sebagai analisis berikutnya.

A. Analisis Pengaruh Bangunan Sekitar Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto

1. Rumah Djaduk Ferianto

Objek penelitian pertama berlokasi di Tamantirto, Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Lokasi ini merupakan area yang diperuntukkan sebagai area perumahan, sehingga bangunan objek penelitian tersebut dibatasi oleh perumahan warga dan elemen infrastruktur yang ada pada lokasi objek penelitian tersebut. Perumahan warga yang membatasi objek penelitian ini memiliki ketinggian 1 – 2 lantai dengan arah orientasi dan jarak antar bangunan yang berbeda-beda juga. Mayoritas perumahan warga di sekitar bangunan objek penelitian ini menggunakan bahan material batu bata sebagai dinding dan material genteng tanah liat sebagai penutup atap.



Gambar 4.45 Kondisi bangunan sekitar rumah Djaduk Ferianto.

Sumber: map.google.com

Dalam mengetahui pengaruh bangunan sekitar terhadap objek penelitian rumah tinggal rumah Djaduk Ferianto ini maka diperlukan simulasi pembayangan pada objek penelitian dengan menggunakan software sketchup. Simulasi pembayangan dilakukan sesuai dengan waktu pengukuran dan observasi. Simulasi pembayangan dilakukan pada waktu pagi hari yaitu pukul 08.00 WIB, siang hari pukul 12.00 WIB, dan sore hari 16.00 WIB. Simulasi pembayangan dilakukan ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembayangan pada bangunan sekitar terhadap objek penelitian rumah tinggal.

Tabel 4.1 Simulasi Pembayangan Bangunan Sekitar Terhadap Rumah Djaduk Ferianto Pada 10 April 2019

Waktu (WIB)	Pembayangan
Jam 08.00	
Jam 12.00	



Hasil simulasi pembayangan bangunan sekitar terhadap objek penelitian bangunan rumah tinggal ini menunjukkan bahwa fasad yang banyak terpapar oleh sinar matahari adalah fasad pada bagian timur laut. Rata-rata tinggi bangunan sekitar pada bagian timur laut memiliki ketinggian bangunan 1 lantai, sehingga pada bagian ini terpapar sinar matahari lebih banyak. Fasad bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto bagian barat dan utara lebih banyak terbayangi oleh bangunan sekitarnya. Karena bangunan sekitar objek penelitian pada bagian utara dan selatan ini ketinggian rata-rata bangunan sekitar yaitu 1-2 lantai. Pada fasad bangunan sisi timur laut ini difungsikan sebagai area ruang makan dan dapur. Sedangkan pada fasad bagian utara dan selatan area difungsikan sebagai kamar tidur.

Tabel 4.2 Pengukuran Suhu Udara dan Kelembaban Udara Pada Rumah Djaduk Ferianto

Rumah Djaduk Ferianto					
Kamar Tidur			Ruang Makan		
Waktu (WIB)	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Udara (%)	Waktu (WIB)	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Udara (%)
08.00	27,1	90,8	08.00	25,9	99,9
12.00	27,7	89	12.00	30	84,6
16.00	28,8	85,2	16.00	30,1	84

Berdasarkan hasil simulasi pembayangan bangunan sekitar terhadap objek penelitian rumah Djaduk Ferianto menunjukkan bahwa simulasi pembayangan bangunan sekitar objek penelitian rumah tinggal ini berpengaruh terhadap objek penelitian. Pembayangan berpengaruh khususnya pada peletakkan ruang dalam bangunan rumah tinggal ini serta kondisi suhu udara serta kelembaban udara pada ruang dalam bangunan rumah tinggal tersebut.

2. Rumah Lantip Kuswala Daya

Lokasi objek penelitian kedua berada di Kasihan, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Bangunan objek penelitian ini dibatasi oleh perumahan warga. Ketinggian bangunan sekitar pada lokasi objek penelitian ini memiliki ketinggian 1 - 2 lantai dengan jarak antar bangunan berbeda-beda. Selain itu bangunan disekitar objek penelitian di batasi oleh pagar. Penggunaan material pada selubung maupun pada elemen arsitektural menggunakan material dari alam. Pada bagian selubung bangunan, rumah tinggal ini menggunakan batu bata ekspos sebagai dinding pada fasad bagian luar bangunan, untuk elemen arsitektural seperti pintu, jendela dan ornamen-ornemen menggunakan material kayu, sedangkan pada penutup atap menggunakan genting dengan material dari tanah liat.

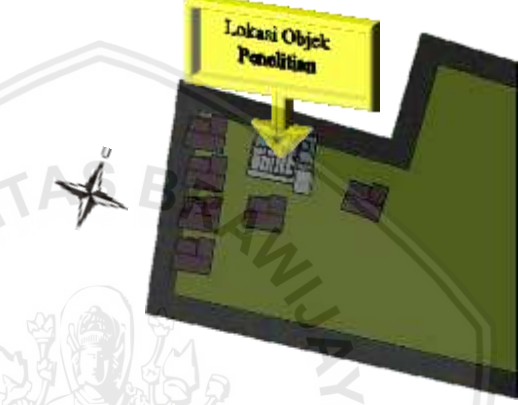

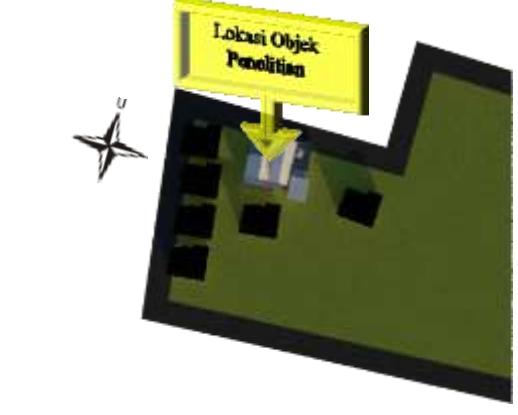


Gambar 4.46 Kondisi bangunan sekitar rumah Lantip Kuswala Daya.

Sumber: map.google.com

Untuk mengetahui pengaruh bangunan sekitar terhadap objek penelitian rumah tinggal ini, maka dibutuhkan simulasi pembayangan bangunan sekitar objek penelitian terhadap rumah tinggal Lantip Kuswala Daya dengan menggunakan software sketchup. Simulasi pembayangan dilakukan pada saat pagi hari jam 08.00 WIB, siang hari jam 12.00 WIB, dan sore hari jam 16.00 WIB.

Tabel 4.3 Simulasi Pembayangan Bangunan Sekitar Terhadap Rumah Lantip Kuswala Daya Pada 10 April 2019

Waktu (WIB)	Pembayangan
Jam 08.00	
Jam 12.00	
Jam 16.00	

Dari hasil simulasi pembayangan bangunan sekitar terhadap objek penelitian bangunan rumah tinggal Lantip Kuswala menunjukkan jika pada fasad bangunan rumah tinggal ini pada bagian selatan merupakan fasad bangunan yang paling banyak terpapar oleh sinar matahari. Fasad bangunan bagian selatan ini difungsikan sebagai ruang muftifungsi (dapur, ruang makan dan ruang bersama). Sedangkan pada fasad bangunan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini paling banyak terbayangi pada fasad bangunan bagian barat laut. Fasad bagian barat ini difungsikan sebagai kamar tidur dan area servis.

Tabel 4.4 Pengukuran Suhu Udara dan Kelembaban Udara Rumah Lantip Kuswala Daya

Rumah Lantip Kuswala Daya					
Kamar Tidur			Ruang Makan		
Waktu (WIB)	Suhu Udara ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban Udara (%)	Waktu (WIB)	Suhu Udara ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban Udara (%)
08.00	26,80	97,7	08.00	26,3	99,9
12.00	31,9	76,2	12.00	30,1	82,6
16.00	31,5	77,9	16.00	30,2	82,5


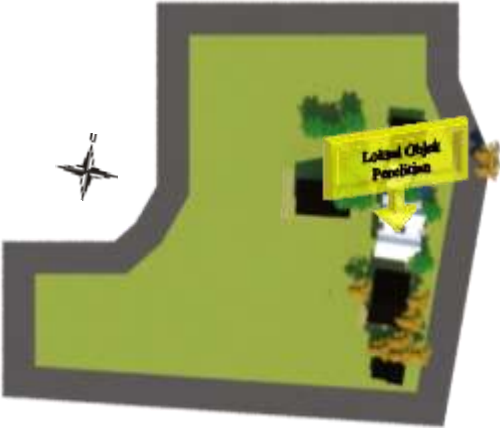
Hasil simulasi pembayangan bangunan sekitar terhadap objek penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa simulasi pembayangan tersebut pada bangunan sekitar terhadap objek penelitian memiliki perpengaruh pada objek penelitian rumah tinggal Lantip Kuswala Daya, pada peletakkan ruang dalam bangunan rumah tinggal tersenut dan kondisi kelembaban udara dan suhu udara di dalam ruang bangunan objek penelitian.

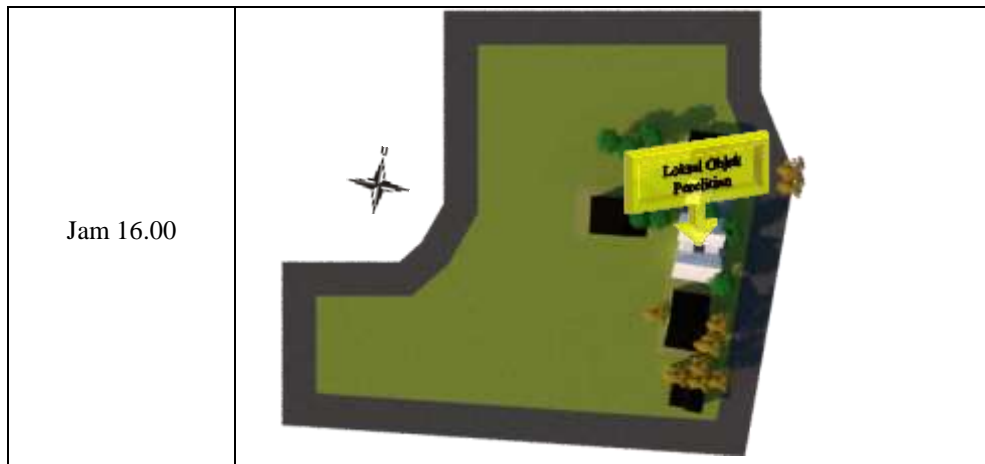
B. Analisis Pengaruh Vegetasi Terhadap Kinerja Termal Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto

1. Rumah Djaduk Ferianto

Pembayangan vegetasi adalah salah satu hal penting dalam mempengaruhi kenyamanan suhu udara dan kelembaban udara. Dalam hal ini diperlukan simulasi pembayangan vegetasi yang ada disekitar objek penelitian terhadap rumah tinggal Djaduk Ferianto dengan tujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap objek penelitian rumah tinggal Djaduk Ferianto tersebut. Simulasi pembayangan vegetasi dilaksanakan dengan menggunakan software sketchup yang sesuai dengan waktu pengukuran dan observasi penelitian. Simulasi pembayangan vegetasi ini dilaksanakan pada pagi hari jam 08.00 WIB, siang hari jam 12.00 WIB, dan sore hari jam 16.00 WIB.

Tabel 4.5 Simulasi Pembayangan Vegetasi Terhadap Rumah Djaduk Ferianto Pada 10 April 2019

Waktu (WIB)	Pembayangan
Jam 08.00	
Jam 12.00	




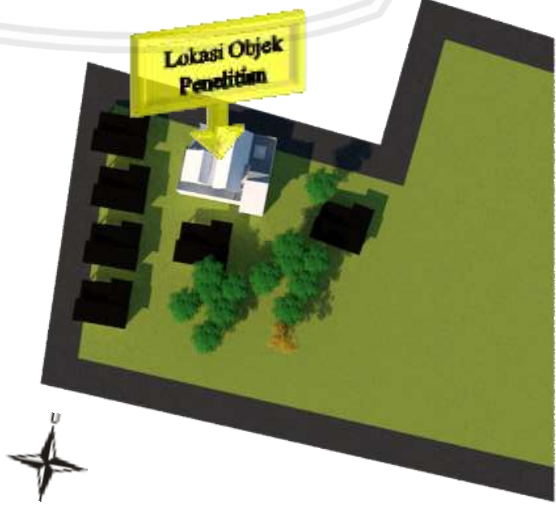
Dari simulasi pembayangan vegetasi yang telah dilakukan bahwa pada bagian timur fasad bangunan objek penelitian ini menunjukkan fasad bangunan yang paling banyak terpapar oleh sinar matahari. Sedangkan fasad bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto ini bagian baratdaya serta utara paling banyak terbayangi oleh bangunan sekitar. Pada bagian timur fasad bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto ini digunakan sebagai ruang makan dan dapur. Fasad bangunan objek penelitian ini sisi baratdaya dan utara difungsikan sebagai ruang servis dan kamar tidur.

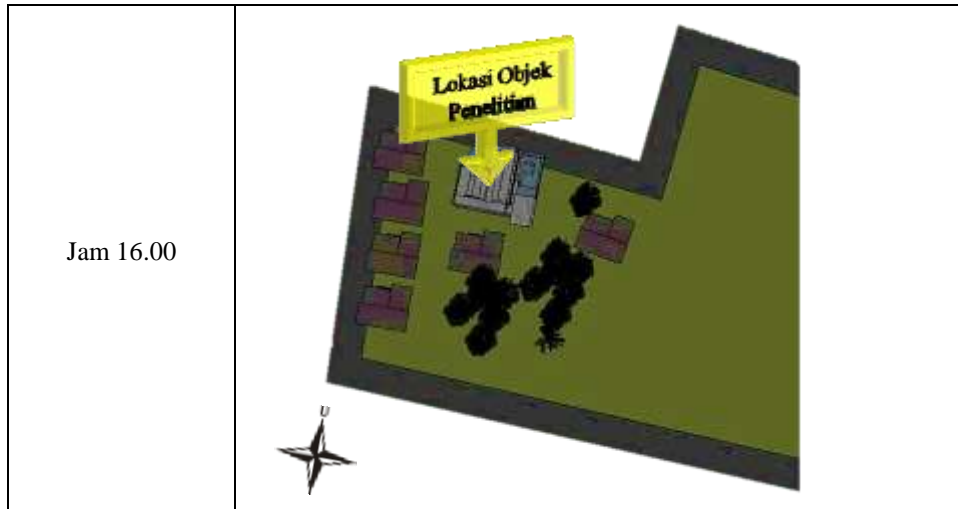
Hasil simulasi pembayangan vegetasi sekitar bangunan objek penelitian ini, pembayangan vegetasi sekitar dapat berpengaruh pada objek penelitian rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini. Khususnya pada peletakkan ruang dalam bangunan rumah tinggal tersebut serta kondisi suhu udara dan kelembaban udara. Vegetasi menaungi bangunan rumah tinggal ini, sehingga keadaan suhu udara maupun kelembaban udara pada ruang dalam bangunan rumah tinggal nyaman, karena tidak langsung atau terhalang oleh paparan oleh sinar matahari.

2. Rumah Lantip Kuswala Daya

Dalam hal ini pembayangan vegetasi adalah salah satu yang dapat mempengaruhi kelembaban udara serta suhu udara. Sehingga diperlukan simulasi pembayangan vegetasi sekitar objek penelitian terhadap objek penelitian rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini. Tujuan dari simulasi pembayangan ini yaitu untuk mengetahui pengaruh vegetasi yang ada disekitar objek penelitian terhadap objek penelitian rumah tinggal tersebut. Simulasi pembayangan dilakukan pada pagi hari pukul 08.00 WIB, siang hari pukul 12.00 WIB, dan sore hari pukul 16.00 WIB.

Tabel 4.6 Simulasi Pembayangan Vegetasi Terhadap Rumah Lantip Kuswala Daya Pada 10 April 2019

Waktu (WIB)	Pembayangan
Jam 08.00	
Jam 12.00	



Simulasi pembayangan vegetasi menjelaskan pada fasad bangunan objek penelitian ini bagian timur laut merupakan fasad bangunan yang paling banyak terpapar oleh sinar matahari. Fasad bangunan objek penelitian tersebut bagian barat daya dan tenggara yang paling banyak terbayangi oleh bangunan sekitar objek penelitian. Bagian timur laut fasad bangunan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini difungsikan untuk ruang makan dan dapur.

Berdasarkan hasil simulasi pembayangan vegetasi yang sudah dilaksanakan, pembayangan vegetasi sekitar objek penelitian rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini berpengaruh pada objek penelitian bangunan rumah tinggal tersebut. Pembayangan vegetasi ini berpengaruh pada suhu udara maupun kelembaban udara pada ruang dalam bangunan rumah tinggal ini.

Jenis vegetasi yang tumbuh disekitar objek penelitian rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini ialah jenis vegetasi peneduh seperti pohon mangga dan pohon kiara payung. Pada area tapak rumah tinggal ini ditumbuhi oleh vegetasi juga berupa pohon kamboja dan pohon bambu sebagai pagar rumah tinggal tersebut.

4.3.2 Analisis Penerapan Prinsip Arsitektur Tropis Nusantara Bangunan Rumah Tinggal karya Eko Prawoto (Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya)

Pada tahap analisis ini hal yang dilakukan ialah dengan menganalisis visual terhadap kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara pada bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya yang kemudian dibandingkan. Elemen-elemen kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara tersebut yang akan menjadi modifikasi pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto tersebut.

A. Analisis Penerapan Kriteria Desain Arsitektur Tropis

Pada tahap ini analisis visual yang dilakukan yaitu menganalisis kriteria desain dari rumah Djaduk Ferianto dan Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto ini berdasarkan kriteria desain Arsitektur Tropis menurut Karyono (2016). Analisis visual ini bertujuan untuk melihat seberapa besar bangunan rumah Djaduk Ferianto dan Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto ini menerapkan kriteria desain Arsitektur Tropis dan apakah bangunan tersebut telah memenuhi sebagai bangunan yang berkonsep Arsitektur Tropis.

Pada bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto, secara keseluruhan hampir menerapkan kriteria desain dari Arsitektur Tropis yang dikemukakan oleh Karyono (2016). Akan tetapi dalam rancangan atap (bukaan ruang atap) dalam rumah ini belum diterapkan karena bentuk atap rumah yang masif dan mengekspos rangka struktur atap.

Kriteria desain kedua yang belum diterapkan ialah bukaan atau ventilasi. Pada elemen arsitektural seperti pintu dan jendela pada posisi atas dan bawah pintu maupun jendela masih minim lubang ventilasinya. Pada rumah Djaduk Ferianto ini masih terdapat penggunaan jendela mati pada ruang kerja lantai 2. Akan tetapi posisi ruang kerja ini berhubungan langsung dengan void, sehingga memaksimalkan udara yang masuk.

Pada objek penelitian kedua yaitu bangunan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini secara keseluruhan sudah menerapkan kriteria desain dari Arsitektur Tropis yang dikemukakan oleh Karyono (2016). Pada rumah Lantip Kuswala Daya, perancangan atap pada ruang atap bukaan atap belum ada. Kriteria desain yang kedua tidak diterapkan pada bangunan rumah

Lantip Kuswala Daya ialah ventilasi udara yang terdapat pada dinding khususnya pada ruang kamar tidur.

Meskipun masih terdapat kriteria desain Arsitektur tropis yang belum diterapkan, namun secara keseluruhan bangunan rumah Djaduk Ferianto dan Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto ini telah dapat disebut sebagai bangunan yang menerapkan kriteria Arsitektur Tropis.

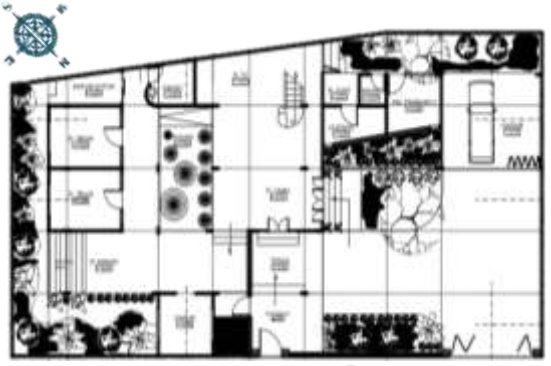
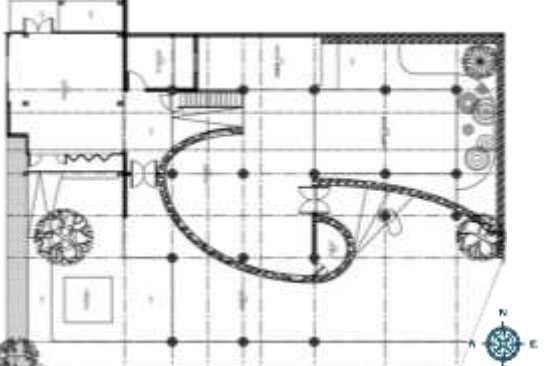

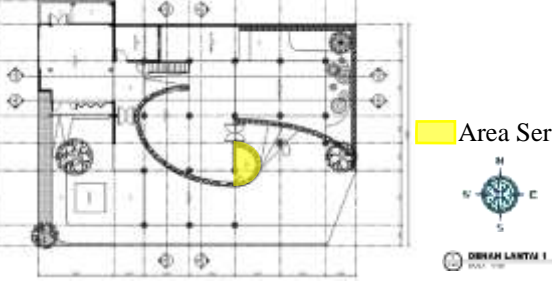
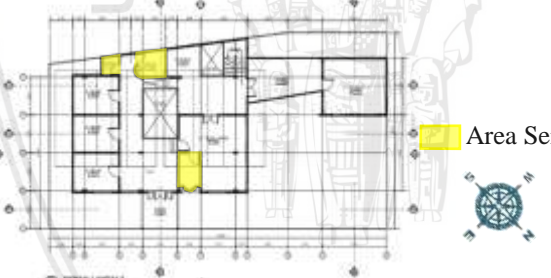
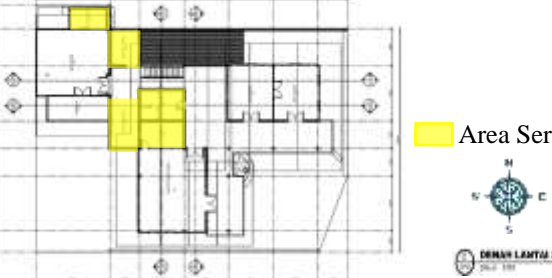
Tabel 4.7 Kriteria Desain Arsitektur Tropis

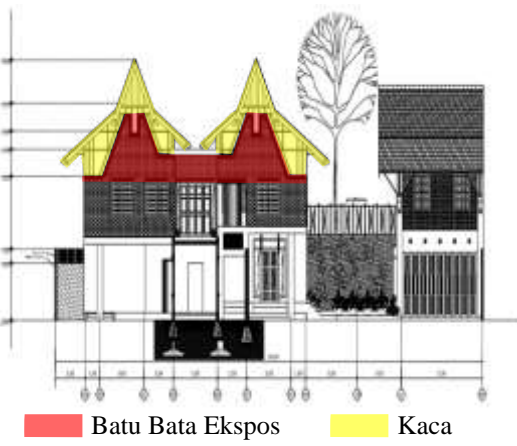



NO	KRITERIA DESAIN
1.	Orientasi bangunan menghadap arah utara-selatan
2.	Organisasi ruang, area servis diletakkan pada sisi barat
3.	Rancangan atap, ada lubang ventilasi pada ruang atap yang berfungsi sebagai ventilasi silang
4.	Rancangan bukaan, ada kisi-kisi bukaan berfungsi sebagai ventilasi silang
5.	Pembayangan sekitar bangunan
6.	Rancangan material bangunan, menggunakan material yang berbahan tipis dengan warna cerah serta ringan
7.	Rancangan penataan ruang luar, meminimalisir perkerasan dan penggunaan vegetasi dengan tanaman yang menyerap CO ₂ dan SO ₂


Sumber: Karyono, 2016



Tabel 4.8 Analisis Kriteria Desain Arsitektur Tropis Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto

Karakteristik Desain	Rumah Djaduk Ferianto		Rumah Lantip Kuswala Daya	
Orientasi bangunan: menghadap arah utara-selatan		Orientasi bangunan rumah Djaduk Ferianto menghadap arah timur laut-barat daya, hampir sama dengan kriteria desain arsitektur tropis.		Orientasi bangunan rumah Lantip Kuswala Daya ini menghadap arah utara-selatan sama dengan kriteria desain arsitektur tropis
Organisasi ruang: pada area servis diletakkan bagian barat	 <p>Area Servis</p>	Area servis seperti toilet diletakkan pada bagian barat laut lantai 1 maupun lantai 2.	 <p>Area Servis</p>	Area servis diposisikan pada bagian barat bangunan di lantai 1 maupun lantai 2 .
	 <p>Area Servis</p>		 <p>Area Servis</p>	

<p>Rancangan Atap: Lubang ventilasi pada ruang atap sebagai ventilasi silang</p>	 <p>Batu Bata Ekspos Kaca</p>	<p>Pada rumah Djuduk Ferianto ini tidak terdapat lubang ventilasi pada ruang atap. Pada bangunan rumah tinggal ini gawel difungsikan sebagai selubung bangunan yang berhubungan langsung dengan atap dan dinding yang terbuat dari batu bata ekspos yang dikombinasi kaca . Pada gawel tidak ada lubang ventilasi.</p>	 <p>Gawel kayu</p>	<p>Rumah Lantip Kuswala Daya ini pada ruang atap juga tidak ada lubang ventilasi. Hanya saja terdapat gawel yang terbuat dari kayu yang disusun secara horizontal. Tidak ada lubang ventilasi pada gawel.</p>
<p>Rancangan Bukaan: Kisi-kisi bukaan sebagai ventilasi silang dalam bangunan</p>	 <p>Tidak ada kisi-kisi bukaan pada elemen arsitektural seperti pintu dan jendela</p>	<p>Rumah tinggal Djuduk Ferianto ini dibatasi langsung oleh dinding dan pada ruang dalam terdapat void yang terletak di tengah ruang dalam bangunan. Selain itu terdapat ruang terbuka yang berhubungan langsung dengan ruang makan. Pada elemen arsitektural seperti pintu dan jendela, tidak ada kisi-kisi maupun lubang ventilasi dibagian bawah maupun atas.</p>	 <p>Tidak ada kisi-kisi bukaan pada elemen arsitektural seperti pintu dan jendela, hanya terdapat ornament-ornamen ukiran yang terbuat dari kayu pada bagian atas pintu</p>	<p>Bangunan rumah Lantip Kuswala Daya ini juga dibatasi langsung oleh dinding dan juga terdapat ruang terbuka di ruang dalam bangunan yaitu pada ruang multifungsi. Pada elemen arsitektural seperti jendela dan pintu tidak terdapat kisi-kisi bukaan, melainkan ornamen-ornamen yang berbahan dasar kayu.</p>

	 <p>Void</p>		 <p>Ruang Terbuka</p>	
<p>Pembayangan disekitar bangunan</p>	 <p>Pohon Asem Tritisan Atap</p>	<p>Pembayangan pada bangunan hanya terjadi dari tritisan atap bangunan dan vegetasi pada area tapak bangunan yaitu berupa pohon asem yang berukuran besar.</p>	 <p>Tritisan Atap</p>	<p>Begitu juga dengan rumah Lantip Kuswala Daya, pembayangan hanya dari tritisan atap bangunan dan vegetasi pada area tapak bangunan yaitu berupa pohon kamboja dan pohon bambu sebagai pagar.</p>
<p>Rancangan Material Bangunan: Menggunakan bahan material yang tipis dengan warna yang terang dan ringan</p>	 <p>Penggunaan material batu bata ekspos pada fasad luar bangunan</p>	<p>Dinding: Material yang digunakan dominan menggunakan batu bata ekspos pada fasad bagian luar dan batu alam yang memiliki sifat ringan pada fasad bagian luar lantai 1</p>	 <p>Penggunaan material kayu dan batu alam pada fasad bangunan</p>	<p>Dinding: Pada dinding penggunaan material yang digunakan ringan yaitu menggunakan kayu pada lantai 1 dan batu alam pada lantai 2</p>



Penggunaan material kayu dan bambu pada atap



Penggunaan material keramik sebagai lantai



Penggunaan material kayu pada jendela & pintu

dengan warna terang yaitu oren.
Atap: penggunaan material kayu sebagai rangka konstruksi atapnya, dan anyaman bambu sebagai material plafon dengan warna material tetap seperti bahan material yang digunakan yaitu warna coklat, warna dari kayu itu sendiri.
Lantai: penggunaan bahan material keramik yang dikombinasi dengan barang lawasan pada lantai 1 dan 2 dengan warna yang cerah yaitu warna coklat muda dan kombinasi warna cerah.
Elemen Arsitektural: Penggunaan bahan material dari barang lawasan yang dominan menggunakan material kayu dengan warna



Penggunaan material kayu dan bambu pada atap



Penggunaan Material Kayu sebagai Lantai



Penggunaan material kayu pada jendela

dengan warna dinding coklat seperti bahan material yang digunakan yaitu kayu.
Atap: menggunakan bahan material dari kayu sebagai rangka konstruksi atap dan anyaman bambu sebagai material plafon. Warna material yang digunakan adalah warna yang cerah yaitu warna coklat.
Lantai: menggunakan material keramik yang dikombinasi dengan barang lawasan.pada lantai 1 dengan warna keramik menggunakan warna coklat kekuningan dan panel kayu pada lantai 2 dengan warna coklat seperti warna materialnya.

		<p>material menggunakan warna sesuai aslinya yaitu coklat warna dasar dari material kayu .</p>	<p>Elemen Arsitektural: material yang digunakan adalah kayu yang didapatkan dari barang lawasan dengan warna sesuai dengan warna material yang digunakan yaitu coklat.</p>
<p>Rancangan Penataan Ruang Luar: Meminimalisir perkerasan dan penggunaan vegetasi penghijauan</p>	<div data-bbox="488 571 842 799" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="591 818 757 847" style="text-align: center;">Kondisi tapak</p> <div data-bbox="427 855 909 1230" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="427 1241 808 1305" data-label="Caption"> <p> Pohon Asem Taman Perkerasan </p> </div>	<p>Ruang luar terdiri dari perkerasan dan penghijauan. Perkerasan ini berupa paving block dan tanaman dan pohon yang ada di ruang luar rumah Djaduk Ferianto ini menggunakan vegetasi yang telah memenuhi prinsip dari arsitektur tropis</p>	<div data-bbox="1379 571 1559 834" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="1308 842 1637 871" style="text-align: center;">Kondisi tapak rumah Lantip</p> <div data-bbox="1211 879 1693 1238" data-label="Diagram"> </div> <div data-bbox="1234 1246 1626 1310" data-label="Caption"> <p> Pohon Taman Perkerasan </p> </div>

B. Analisis Penerapan Kriteria Arsitektur Tropis Nusantara

Analisis visual kedua yang dilakukan yaitu menganalisis kriteria desain bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto berdasarkan Kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara. Prinsip dasar desain yang digunakan dalam menganalisis ialah menggunakan prinsip dasar dari Nugroho, (2016) yang dikombinasi dengan Karyono, (2016) yaitu aspek tapak, aspek tata massa bangunan, aspek selubung bangunan, dan aspek ruang dalam.

Kriteria desain Arsitektur Nusantara yang diterapkan pada rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto ini dengan menggunakan pendekatan desain yang lebih ke kontemporer. Penerapan kriteria desain dengan pendekatan ini akan menciptakan hal yang baru dan berbeda dalam mewujudkan Arsitektur Tropis Nusantara.





Pada analisis visual kedua ini bertujuan untuk mengetahui penerapan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara yang diterapkan dengan pendekatan desain secara kontemporer pada rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto. Di bawah ini merupakan kriteria Arsitektur Tropis Nusantara yang digunakan dalam menganalisis penerapan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara pada rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto.

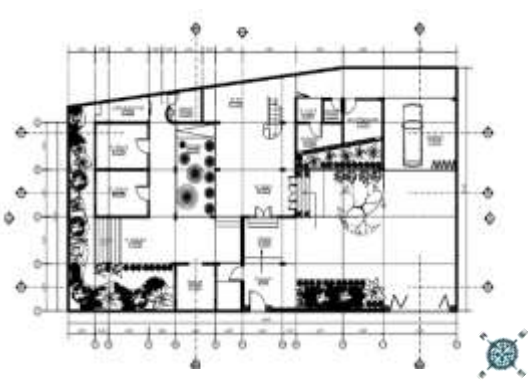
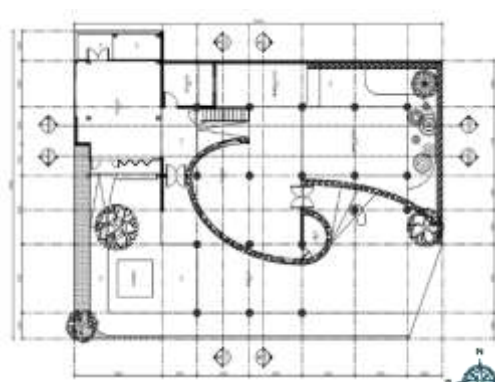
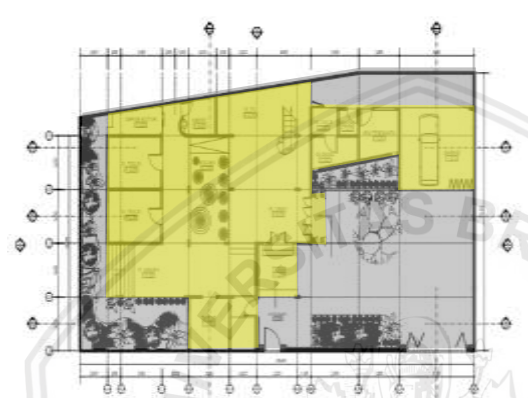
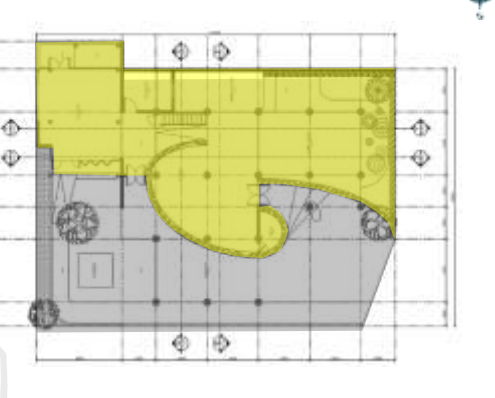
Tabel 4.9 Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara

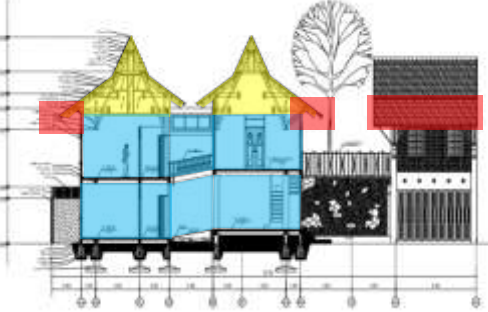




No.	Aspek	Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara
1.	Tapak	Melestarikan lingkungan sekitar dan memaksimalkan kondisi tapak (pemilihan tanaman peneduh, peletakkan tanaman bagian barat dan timur, dan peletakkan tanaman sebagai pembayangan)
2.	Tata Massa Bangunan	Orientasi bangunan menghadap utara-selatan Memiliki bentuk massa yang ramping
3.	Selubung Bangunan	Membayangi seluruh massa bangunan Memiliki volume atap yang besar dan adanya ruang atap sebagai penghambat panas ke dalam ruang massa bangunan Memiliki ketinggian yang berbeda pada setiap ruang yang ada di dalam massa bangunan Menggunakan bahan material yang dapat menyerap panas dan kelembaban
4.	Ruang Dalam Bangunan	Adanya ruang komunal (ruang bersama) dan ruang transisi yang memiliki kedinamisan serta sederhana Menerapkan sistem hirarki dalam penataan ruang Memaksimalkan penghawaan alami Ruang dalam bangunan berhubungan langsung dengan ruang luar

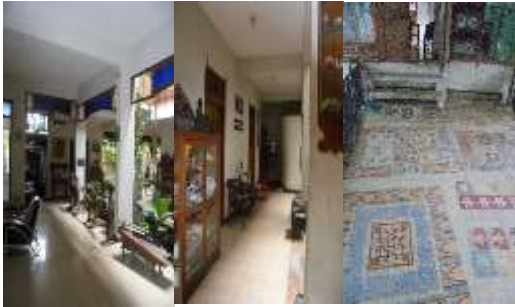
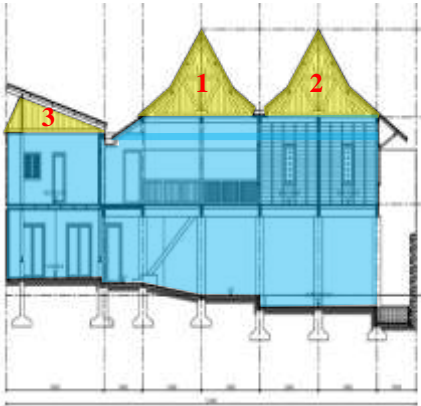
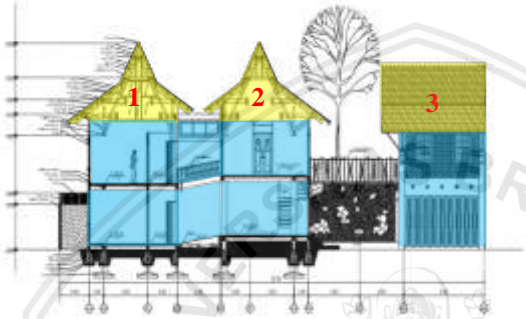
Sumber: Nugroho, 2016 & Karyono, 2016


Tabel 4.10 Analisis Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto



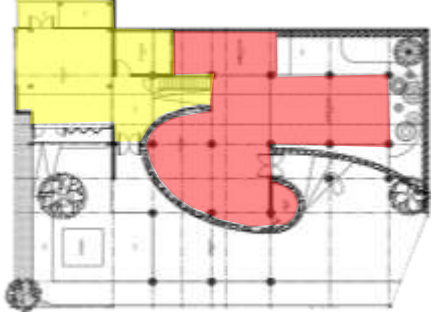
Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara	Rumah Djaduk Ferianto	Rumah Lantip Kuswala Daya
<p>Aspek Tapak</p> <p>Melestarikan lingkungan sekitar dan memaksimalkan kondisi tapak (pemilihan tanaman peneduh, peletakkan tanaman bagian barat dan timur, dan peletakkan tanaman sebagai pembayangan)</p>	<p data-bbox="667 323 931 352">Rumah Djaduk Ferianto</p>  <p data-bbox="584 852 757 880">Kondisi Tapak</p>  <p data-bbox="443 1283 898 1342">Penggunaan Bahan Material Batu Bata Ekspos Pada Dinding</p> <p data-bbox="954 421 1189 1155">Bangunan rumah ini tetap memaksimalkan kondisi tapak dengan mempertahankan 2 pohon asem yang tumbuh area tapak rumah tersebut sebagai tanaman peneduh. Sedangkan dalam melestarikan lingkungan sekitar rumah Djaduk ini didesain sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar yaitu dengan penggunaan bahan material seperti perumahan warga sekitar yaitu penggunaan bahan material kayu, batu bata ekspos, bambu, dan batu alam</p>	<p data-bbox="1442 323 1760 352">Rumah Lantip Kuswala Daya</p>  <p data-bbox="1375 880 1547 909">Kondisi Tapak</p>  <p data-bbox="1229 1283 1693 1342">Penggunaan Bahan Material Kayu Pada Dinding</p> <p data-bbox="1727 421 1984 1182">Rumah tinggal Lantip tetap memaksimalkan kondisi tapak dengan tetap mempertahankan pohon kamboja yang tumbuh area tapak rumah tersebut sebagai tanaman peneduh. Penggantian tanaman pohon bambu sebagai pagar yang mengelilingi area rumah. Sedangkan dalam melestarikan lingkungan sekitar rumah ini didesain sesuai dengan kondisi lingkungan sekitar yaitu dengan penggunaan bahan material seperti perumahan warga sekitar yaitu penggunaan bahan material kayu, bambu, dan batu alam</p>

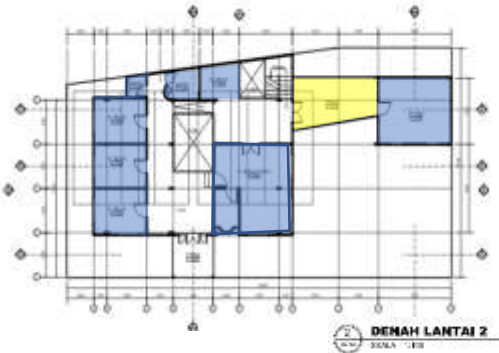

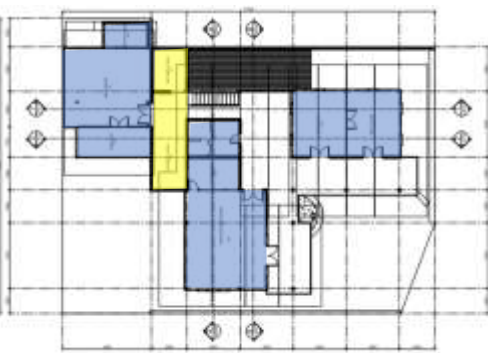

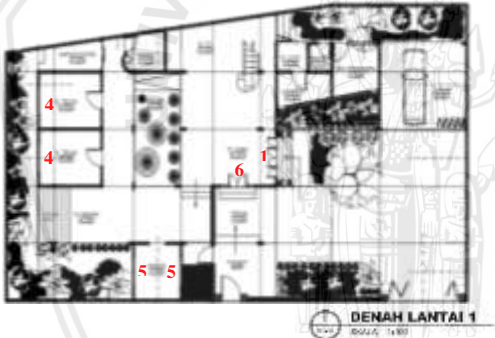
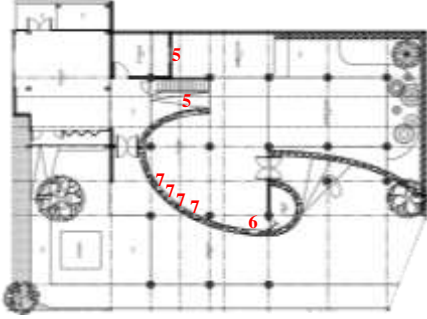
<p>Aspek Tata Massa Bangunan</p>		<p>Orientasi bangunan rumah Djaduk menghadap timur laut – barat daya hampir sama seperti prinsip Arsitektur Tropis Nusantara</p>		<p>Orientasi bangunan rumah tinggal Lantip menghadap utara – selatan hampir sama seperti prinsip Arsitektur Tropis Nusantara</p>
<p>Memiliki massa bangunan yang ramping (Perbandingan massa bangunan dengan tapak 1:2)</p>	 <p> Massa Bangunan Pavling Block Pada Area Tapak </p>	<p>Perbandingan proporsi dari luas massa bangunan dengan luas tapak mendekati sesuai dengan kriteria desa Arsitektur Tropis Nusantara yaitu sebesar 290 m² : 43 m².</p>	 <p> Massa Bangunan Pecahan Ubin Pada Area Tapak </p>	<p>Perbandingan proposi pada bangunan rumah tinggal Lantip ini yaitu sebesar Luas bangunan sebesar 250 m² : 349 m² luas tapak. Perbandingan tersebut mendekati sesuai kriteria desain Arsitektur Tropi Nusantara.</p>

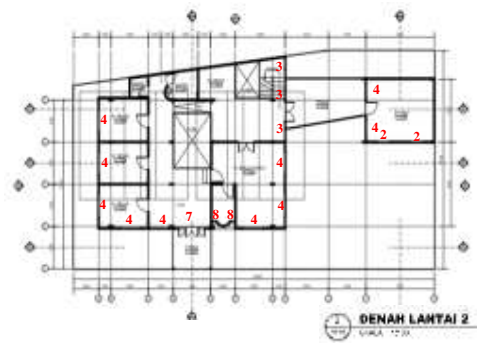
<p>Aspek Selubung Bangunan</p>		<p>Pembayangan dari tritisan dari atap bangunan yang cukup lebar dan 2 pohon asem yang tumbuh di tapak.</p>		<p>Sama halnya rumah Djaduk Ferianto Pembayangan dari tritisan dari atap bangunan yang cukup lebar dan pohon kamboja yang tumbuh pada tapak</p>
<p>Memiliki volume atap yang besar (maksimal volume atap = volume bangunan/4.4)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Tritisan Atap ■ Volume Atap & Ruang Atap ■ Ketinggian Ruang Dalam Bangunan 	<p>Pada potongan bangunan volume atap besar dengan ketinggian atap 3,75 meter. Perhitungan volume bangunan dan volume atap rumah tinggal ini yaitu volume atap sebesar 383,07m³ dan volume bangunan 1249,93 m³. Berdasarkan perhitungan tersebut, didapatkan perbandingan antara volume bangunan dengan volume atap sebesar $VA = VB/3,26$. Dihubungkan dengan perhitungan dari volume atap pada standart ini volume atap bangunan rumah tinggal ini sudah sesuai.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ Volume Atap & Ruang Atap ■ Ketinggian Ruang Dalam Bangunan ■ Tritisan Atap 	<p>Potongan Bangunan Menunjukkan volume atap besar dengan ketinggian atap 3,25 meter . Perhitungan volume atap dan volume bangunan rumah Lantip Kuswala Daya yaitu volume atap sebesar 201,34 m³ dan volume bangunan 837,42 m³. Dari perhitungan tersebut, didapatkan perbandingan antara volume atap dengan volume bangunan ialah $VA = VB/4,15$. Dihubungkan dengan perhitungan volume pada standart ini memiliki volume atap yang sudah sesuai.</p>
	 <p>Penggunaan Bahan Material Batu Bata Ekspos Pada Dinding</p>  <p>Penggunaan Bahan Material Anyaman Bambu Pada Plafond an Kayu Sebagai Rangka Atap</p>		 <p>Penggunaan Bahan Material Batu Bata Ekspos, Kayu, dan Batu Alam Pada Dinding</p>	

<p>Memiliki ketinggian yang berbeda pada setiap ruang yang ada di dalam massa bangunan (ketinggian 2,2 m – 2,75 m pada setiap ruangnya)</p>		<p>Potongan bangunan menunjukkan ketinggian masing – masing ruang dalam bangunan berbeda dengan ketinggian 2,4 meter – 2,75 meter.</p>		<p>Potongan bangunan rumah Lantip Kuswala Daya ini menunjukkan ketinggian masing – masing ruang dalam bangunan berbeda dengan ketinggian 2,5 meter – 3,35 meter.</p>
<p>Menggunakan material alam dan lokal</p>	<p>Penggunaan Bahan Material Keramik Kombinasi Barang Lawasan Pada Lantai</p>  <p>Volume Bangunan Volume Atap</p> <p>Perhitungan Volume Atap: Volume Atap 1 Luas Alas Atap = p x l = 12,50 m x 8,5m = 106,25m² Tinggi Atap = 4,89m Volume Atap = 1/3 x Luas Alas x Tinggi = 1/3 x 106,25 m²x4,89m = 173,18 m³</p>	<p>Pada rumah Djuduk Ferianto ini selubung bangunan menggunakan bahan material batu bata ekspos dan batu alam. Sedangkan untuk elemen arsitektural dan rangka atap menggunakan kayu. Lantai menggunakan bahan keramik yang dikombinasi dengan barang lawasan</p>	<p>Setiap selubung bangunan maupun elemen arsitektural pada rumah Latip Kuswala Daya ini dalam penggunaan bahan material berbeda. Akan tetapi penggunaan bahan material yang dominan adalah kayu</p> <p>Volume Atap Volume Bangunan</p> <p>Perhitungan Volume Atap: Volume Atap 1: Luas Alas Atap = p x l = 11,24 m x 8m = 89,92m² Tinggi Atap = 3,65 m Volume Atap = 1/3 x Luas Alas x Tinggi = 1/3 x 89,92 m²x3,65m = 109,402 m³</p> <p>Volume Atap 2: Luas Alas Atap = p x l = 8m x 7,4 m = 59,2m² Tinggi Atap = 3,25 m Volume Atap = 1/3 x Luas Alas x Tinggi = 1/3 x 59,2 m²x3,25m = 64,1 m³</p> <p>Volume Atap 3: Luas Alas Atap = p x l = 6,10 m x 5 m = 30,5 m² Tinggi Atap = 1,825 m</p>	

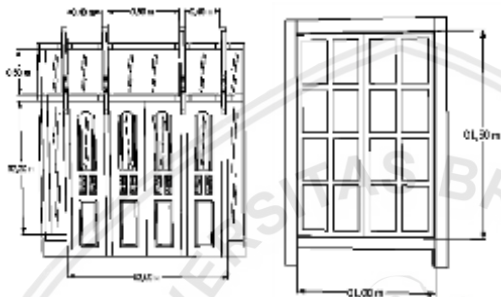
	<p>Volume Atap 2: Luas Alas Atap = $p \times l = 12,50 \text{ m} \times 8,5 \text{ m} = 106,25 \text{ m}^2$ Tinggi Atap = 4,89 m Volume Atap = $\frac{1}{3} \times \text{Luas Alas} \times \text{Tinggi}$ = $\frac{1}{3} \times 106,25 \text{ m}^2 \times 4,89 \text{ m}$ = 173,18 m³</p> <p>Volume Atap 3: Luas Alas Atap = $p \times l = 6,5 \text{ m} \times 5,5 \text{ m} = 35,75 \text{ m}^2$ Tinggi Atap = 3,08 m Volume Atap = $\frac{1}{3} \times \text{Luas Alas} \times \text{Tinggi}$ = $\frac{1}{3} \times 35,75 \text{ m}^2 \times 3,08 \text{ m}$ = 36,7 m³</p> <p>Jadi, jumlah keseluruhan volume atap rumah Lantip Kuswala Daya ini adalah = Volume Atap 1 + Volume Atap 2 + Volume Atap 3 = $173,18 \text{ m}^3 + 173,18 \text{ m}^3 + 36,7 \text{ m}^3$ = 383,07 m³</p> <p>Perhitungan Volume Bangunan: Volume Bangunan: Luas Alas Bangunan = 206,6 m² Tinggi Bangunan = 6,05 m Volume Bangunan = Luas Alas x Tinggi = $206,6 \text{ m}^2 \times 6,05 \text{ m}$ = 1249,93 m³</p>		<p>Volume Atap = $\frac{1}{2} \times \text{Luas Alas} \times \text{Tinggi}$ = $\frac{1}{2} \times 30,5 \text{ m}^2 \times 1,825 \text{ m}$ = 27,8 m³</p> <p>Jadi, jumlah keseluruhan volume atap rumah Lantip Kuswala Daya ini adalah = Volume Atap 1 + Volume Atap 2 + Volume Atap 3 = $109,402 \text{ m}^3 + 64,1 \text{ m}^3 + 27,8 \text{ m}^3$ = $201,34 \text{ m}^3$</p> <p>Perhitungan Volume Bangunan: Volume Bangunan: Luas Alas Bangunan = 139,57 m² Tinggi Bangunan = 6 m Volume Bangunan = Luas Alas x Tinggi = $139,57 \text{ m}^2 \times 6 \text{ m}$ = 837,42 m³</p>  <p>Penggunaan Bahan Material Anyaman Bambu Pada Plafon dan Kayu Sebagai Rangka Atap</p>	
--	---	--	--	--

			 <p>Penggunaan Bahan Material Kayu dan Keramik Kombinasi Barang Lawasan Pada Lantai</p>	
<p>Aspek Ruang Dalam Bangunan</p> <p>Adanya ruang komunal (ruang bersama)</p>	 <p>1 DENAH LANTAI 1 SKALA 1:100</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ruang Komunal ■ Zona Privat ■ Zona Semi Publik 	<p>Ada area komunal bangunan ini terletak pada lantai 1 yaitu ruang tamu, teras, ruang makan dan ruang tv.</p>	 <p>1 DENAH LANTAI 1 SKALA 1:100</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ruang Komunal ■ Zona Privat ■ Zona Semi Publik 	<p>Terdapat area komunal bangunan ini terletak pada lantai 1 yaitu ruang multifungsi (ruang tamu, dapur, ruang penyimpanan barang langka dan ruang makan)</p>

<p>Menerapkan sistem hirarki dalam penataan ruang</p>	  <p>Posisi Void Pada Ruang Dalam Bangunan</p>	<p>Pada lantai 1 bangunan rumah ini lebih dominan dengan hirarki ruangnya sebagai zona semi publik ataupun publik yaitu ruang tamu, ruang tv, dan ruang makan. Sedangkan pada lantai 2 hirarki ruangnya lebih dominan pada sebagai zona privat seperti ruang kamar tidur dan ruang kerja.</p>	  <p>Letak Ruang Multifungsi Dalam Bangunan Terhadap Ruang Luar</p>	<p>Lantai 1 bangunan rumah ini dominan dengan hirarki ruangnya sebagai zona semi publik ataupun publik yaitu ruang multifungsi (ruang tamu, dapur, area servis, ruang penyimpanan barang langka dan ruang makan) Sedangkan pada lantai 2 hirarki ruangnya lebih dominan pada sebagai zona privat seperti ruang kamar tidur</p>
<p>Memaksimalkan penghawaan alami (luas bukaan minimal 5% dari luas ruangnya)</p>	 <p>Posisi Jendela Dan Jenis Jendela Pada Lantai 1 Rumah Djuduk Ferianto</p>	<p>Perhitungan bukaan pada lantai 1 belum terpenuhi yaitu sebesar 4,6% , khususnya pada kamar tidur dari standart minimal bukaan . sedangkan pada lantai 2 perhitungan bukaan telah terpenuhi yaitu sebesar 10,50% . Pada bangunan rumah ini terdapat void yang terletak di tengah bangunan tanpa penutup sehingga dapat</p>	 <p>Posisi Jendela Dan Jenis Jendela Pada Lantai 1 Rumah Lantip Kuswala Daya</p>	<p>Dalam perhitungan bukaan pada lantai 1 sudah terpenuhi sebesar 6,05% sedangkan pada lantai 2 belum terpenuhi sebesar 3,4% dari standart minimal bukaan. Ruang dalam bangunan rumah ini berhubungan langsung dengan area luar sehingga dapat memaksimalkan udara secara alami yaitu berupa taman dan koridor yang tidak terbatas oleh dinding.</p>
<p>Ruang dalam bangunan berhubungan langsung dengan ruang luar</p>				

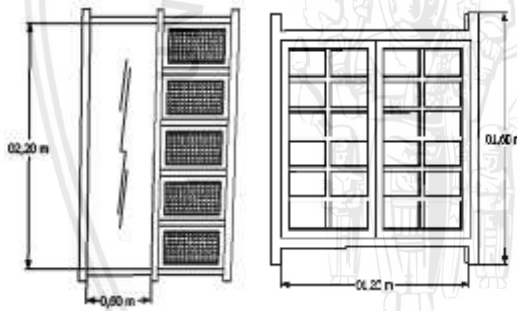


Posisi Jendela Dan Jenis Jendela Pada Lantai 2 Rumah Djaduk Ferianto



Type Jendela 1

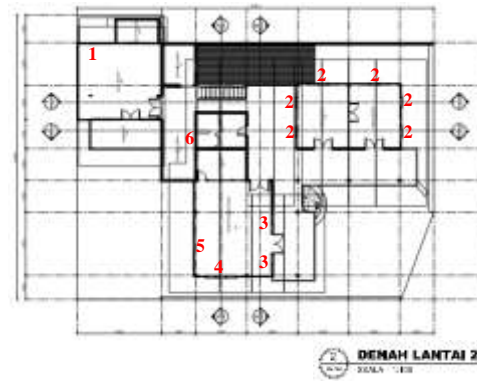
Type Jendela 2



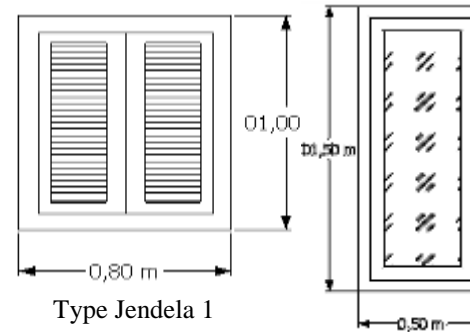
Type Jendela 3

Type Jendela 4

memaksimalkan udara secara alami. Ruang dalam bangunan juga berhubungan langsung dengan ruang luar karena posisi void tanpa penutup tersebut terletak di tengah ruang dalam bangunan

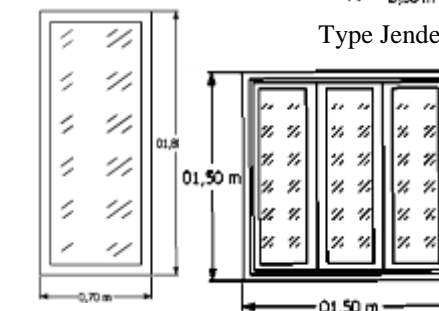


Posisi Jendela Dan Jenis Jendela Pada Lantai 2 Rumah Lantip Kuswala Daya



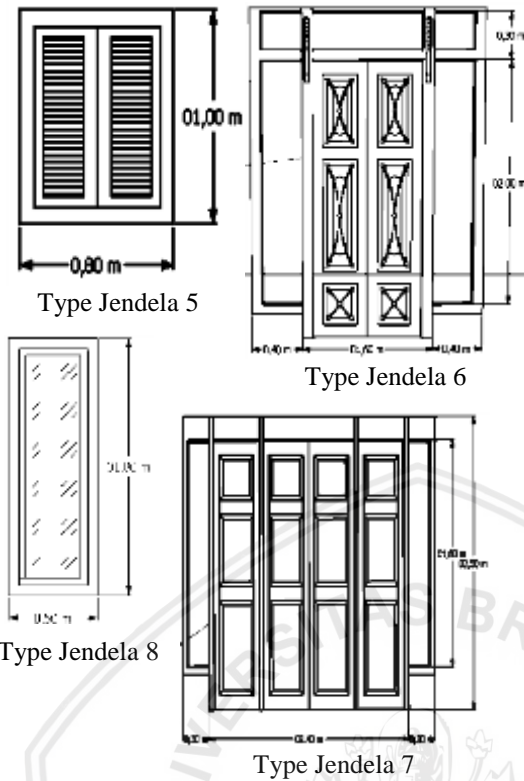
Type Jendela 1

Type Jendela 2

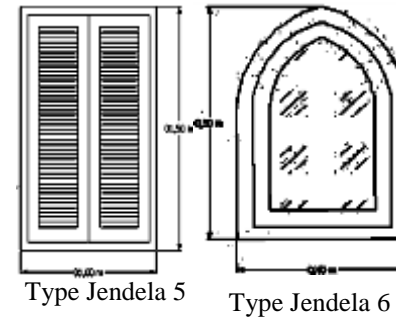


Type Jendela 3

Type Jendela 4



Perhitungan Luasan Jendela dan Ventilasi :
Luas jendela Lantai 1:
 = (luas jendela kamar tidur) x 2 + (luas jendeladapur) x 2 + (luas jendela ruang tamu) + (luas jendela area servis)
 = $4,32 \text{ m}^2 + 1,6 \text{ m}^2 + 2,64 \text{ m}^2 + 2,32 \text{ m}^2 + 1,8 \text{ m}^2 = 13,34 \text{ m}^2$



Perhitungan Luasan Jendela dan Ventilasi:

Luas jendela Lantai 1:

= luas jendela ruang multifungsi
 = $8,45 \text{ m}^2$

Perhitungan bukaan yang berada di lantai 1 pada ruang multifungsi yaitu sekitar **6,05%**. Berarti bukaan yang ada pada ruang multifungsi pada lantai 1 telah memenuhi ketentuan minimal pada SNI yaitu 5 %.

Luas jendela Lantai 2:

= luas jendela kamar tidur x 4
 = $4,75 \text{ m}^2$

Berdasarkan hasil perhitungan luas bukaan yang berada di lantai 2 pada kamar tidur yaitu sekitar **3,4%**. Hal ini berarti bukaan yang ada pada kamar tidur pada lantai 2 belum memenuhi ketentuan minimal pada SNI yaitu 5%

Hasil perhitungan tersebut, bukaan yang berada di lantai 1 pada kamar tidur, ruang tamu, dan dapur yaitu sekitar **4,6%**. Berarti bukaan yang ada pada kamar tidur, ruang tamu dan dapur lantai 1 telah memenuhi ketentuan minimal pada SNI yaitu 5 %.

Luas jendela Lantai 2:

$$= (\text{luas jendela kamar tidur}) \times 5 + (\text{luas jendela ruang kerja}) \times 2 + (\text{luas jendela ruang tamu}) + = 21,6 \text{ m}^2 + 3 \text{ m}^2 = \mathbf{24,6 \text{ m}^2}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, bukaan yang berada di lantai 2 pada kamar tidur dan ruang kerja yaitu sekitar **8,48 %**. Hal ini berarti bukaan yang ada pada kamar tidur dan ruang kerja lantai 2 telah memenuhi ketentuan minimal pada SNI yaitu 5 %.



Letak ruang multifungsi dalam Bangunan Terhadap Ruang Luar



Letak Koridor dalam Bangunan Terhadap Ruang Luar



Letak ruang multifungsi dalam Bangunan Terhadap Ruang Luar

C. Hasil Presentase Penerapan Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara

Pada tahap ini merupakan tahap yang bertujuan untuk mengetahui presentase berapa persen yang kriteris desain Arsitektur Tropis Nusantara yang telah diterapkan serta juga mengetahui berapa persentase yang telah diterapkan pada kedua objek rumah tinggal karya Eko Prawoto yaitu rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya.


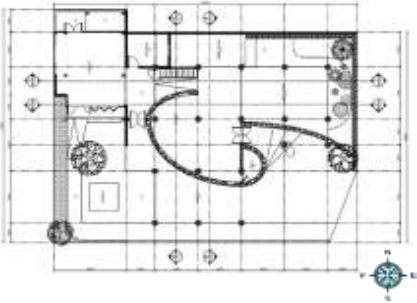
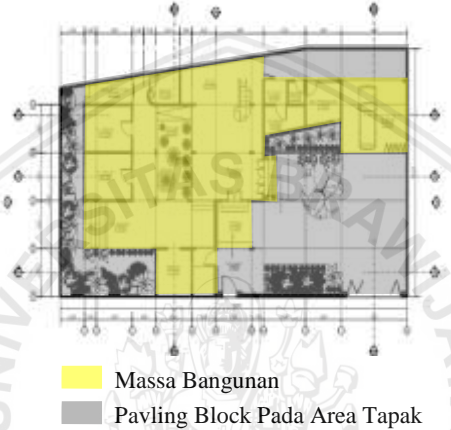

Kriteria desain yang tidak memenuhi atau belum diterapkan pada kedua objek rumah tinggal karya Eko Prawoto nantinya akan menjadi dasar sebagai modifikasi desain. Di bawah ini merupakan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara yang digunakan dalam mengetahui hasil presentase penerapan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara pada rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto.

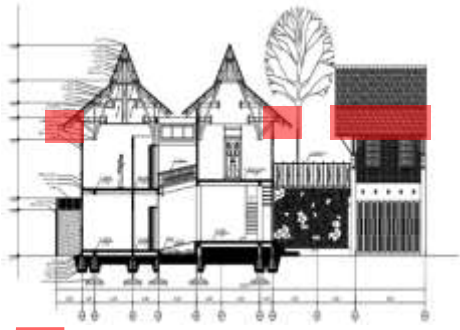
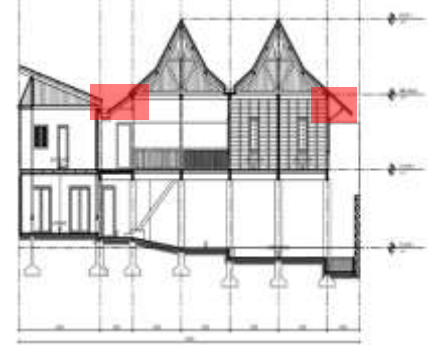

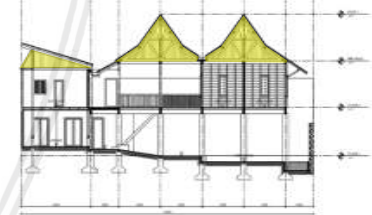
Tabel 4.11 Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara

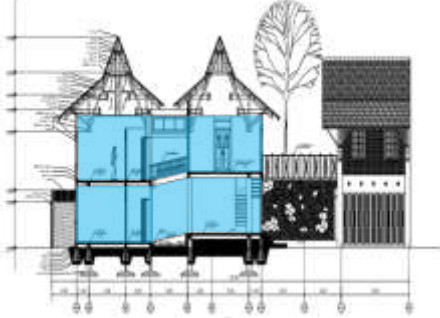



No.	Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara
1.	Melestarikan lingkungan sekitar dan memaksimalkan kondisi tapak
2.	Orientasi bangunan menghadap utara-selatan
3.	Memiliki bentuk massa yang ramping
4.	Membayangi seluruh massa bangunan
5.	Memiliki volume atap yang besar dan adanya ruang atap sebagai penghambat panas ke dalam ruang massa bangunan
6.	Memiliki ketinggian yang berbeda pada setiap ruang yang ada di dalam massa bangunan
7.	Menggunakan bahan material alam dan lokal
8.	Adanya ruang komunal (ruang bersama) dan ruang transisi yang memiliki kedinamisan serta sederhana
9.	Menerapkan sistem hirarki dalam penataan ruang
10.	Memaksimalkan penghawaan alami
11.	Ruang dalam bangunan berhubungan langsung dengan ruang luar

Tabel 4.12 Hasil Presentase Penerapan Prinsip Arsitektur Tropis Nusantara Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto

NO	KRITERIA DESAIN ARSITEKTUR TROPIS NUSANTARA	PENERAPAN KRITERIA DESAIN ARSITEKTUR TROPIS NUSANTARA PADA BANGUNAN RUMAH TINGGAL KARYA EKO		KETERANGAN	
		Rumah Djaduk Ferianto	Rumah Lantip Kuswala Daya	Sesuai	Tidak Sesuai
1.	Melestarikan lingkungan sekitar dan memaksimalkan kondisi tapak	 <p>Rumah tinggal Djaduk Ferianto memaksimalkan kondisi tapak dengan cara tetap mempertahankan 2 pohon asem yang tumbuh area tapak.</p>  <p>Dalam melestarikan lingkungan sekitar rumah tinggal ini menggunakan material yang ada dilingkungan sekitar seperti penggunaan material kayu, batu bata ekspos, bambu, dan batu alam</p>	 <p>Rumah Lantip tetap memaksimalkan kondisi tapak dengan tetap mempertahankan pohon kamboja yang tumbuh area site rumah tersebut sebagai tanaman peneduh.</p>  <p>Penggantian tanaman pohon bambu sebagai pagar yang mengeliling area rumah dan penggunaan material alam seperti kayu, bambu, dan batu alam</p>		

<p>2.</p>	<p>Orientasi bangunan menghadap utara-selatan</p>	 <p>Orientasi bangunan menghadap timur laut – barat daya</p>	 <p>Orientasi bangunan menghadap utara – selatan.</p>	<p>✓</p>	
<p>3.</p>	<p>Memiliki massa bangunan yang ramping</p>	 <p>Perbandingan luas massa bangunan dengan luas tapak pada rumah Djuduk Ferianto ini sudah mendekati kesesuaian dengan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara yaitu sebesar $290\text{ m}^2 : 438\text{ m}^2$.</p>	 <p>Perbandingan luas bangunan dengan luas tapak pada rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ialah sebesar $250\text{ m}^2 : 349\text{ m}^2$. Perbandingan tersebut mendekati kesesuaian dari kriteria desain Arsitektur Tropi Nusantara.</p>	<p>✓</p>	



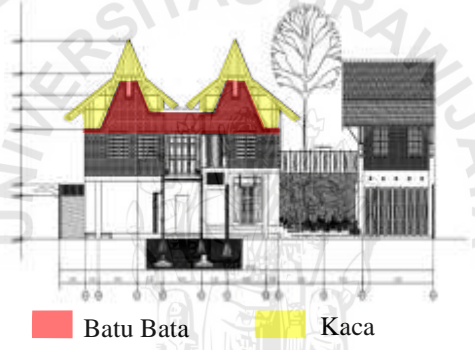



<p>4.</p>	<p>Membayangi seluruh massa bangunan</p>	 <p> ■ Tritisan Atap ■ Pohon Asem Pada Area Tapak </p> <p>Pembayangan pada bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto ini dari tritisan atap bangunan dan vegetasi yang ada pada area tapak bangunan yaitu berupa pohon Asem.</p>	 <p> ■ Tritisan Atap </p> <p>Pembayangan pada bangunan bersumber dari tritisan atap bangunan serta vegetasi yang ada di area tapak bangunan..</p>	<p>✓</p>	
<p>5.</p>	<p>Volume atap yang besar (volume atap = volume bangunan/4,4)</p>	<p>Perhitungan volume bangunan dan volume atap rumah tinggal ini yaitu volume atap sebesar 383,07m³ dan volume bangunan 1249,93 m³. Hasil perhitungan didapatkan perbandingan antara volume bangunan dengan volume atap sebesar $VA = VB/3,26$. Dikaitkan dengan perhitungan volume atap pada standart, volume atap / bangunan rumah tinggal ini sudah sesuai.</p>  <p> ■ Volume Atap </p>	<p>Perhitungan Volume Atap dengan Volume Bangunan Rumah ini ialah volume atap sebesar 201,34 m³ dan volume bangunan 837,42 m³. Dari perhitungan diperoleh perbandingan antara volume atap dengan volume bangunan ialah $VA = VB/4,15$. Dihubungkan dengan perhitungan volume atap pada standart, rumah Lantip Kuswala Daya ini volume atap sudah sesuai.</p>  <p> ■ Volume Atap </p>	<p>✓</p>	


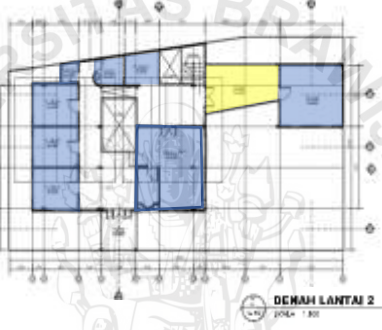

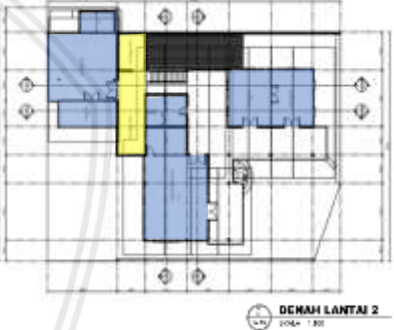
<p>6.</p>	<p>Ketinggian berbeda pada setiap ruang (ketinggian 2,2 m – 2,75 m pada setiap ruangnya)</p>	<p>Potongan bangunan menunjukkan ketinggian setiap ruang dalam bangunan berbeda dengan ketinggian 2,4 meter – 2,75 meter. .</p>  <p>Ketinggian Ruang Dalam Bangunan</p>	<p>Potongan bangunan rumah Lantip Kuswala Daya ini menunjukkan ketinggian lantai setiap ruang dalam bangunan berbeda dengan ketinggian 2,5 meter – 3.35 meter.</p>  <p>Ketinggian Ruang Dalam Bangunan</p>	<p>✓</p>	
<p>7.</p>	<p>Material alam dan lokal</p>	 <p>Selubung bangunan menggunakan material batu bata ekspos dan batu alam, serta elemen arsitektural dan rangka atap menggunakan kayu.</p>	 <p>Selubung bangunan dan elemen arsitektural bangunan rumah ini menggunakan material yang berbeda-beda, akan tetapi dominan menggunakan material alam seperti, kayu dan batu alam.</p>	<p>✓</p>	



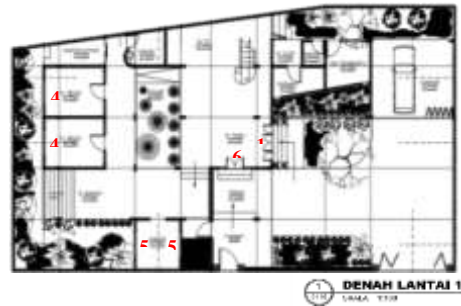
Lantai menggunakan bahan keramik yang dikombinasi dengan barang lawasan



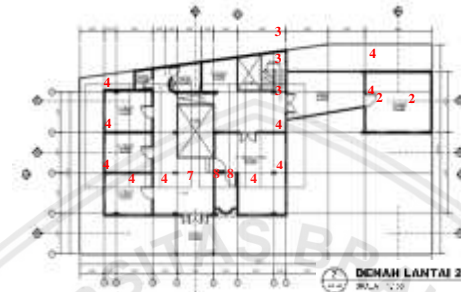
<p>8. Rancangan bukaan berupa kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural serta Rancangan Atap berupa lubang ventilasi pada ruang atap</p>	  <p>Pada rumah tinggal ini tidak terdapat kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural</p>  <p>■ Batu Bata ■ Kaca</p> <p>Untuk lubang ventilasi pada ruang atap tidak ada pada bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto ini. Gawel batu bata ekspos yang dikombinasi dengan kaca</p>	  <p>Rumah tinggal ini hanya terdapat ornamen ukiran yang berbahan dasar kayu dan tidak terdapat kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural</p>  <p>■ Gawel kayu</p> <p>Lubang ventilasi pada ruang atap tidak ada. Berupa gawel kayu yang disusun secara horizontal.</p>	<p style="text-align: center;">✓</p>
---	--	---	--------------------------------------

<p>9.</p>	<p>Ruang komunal (ruang bersama) dan Sistem hirarki dalam penataan ruang</p>	 <p> ■ Ruang Komunal ■ Zona Privat ■ Zona Semi Publik </p> <p>DENAH LANTAI 1 SKALA 1:200</p> <p>Area komunal pada rumah tinggal Djaduk terletak di lantai 1 yaitu ruang tamu, teras, ruang makan dan ruang tv.</p>  <p>DENAH LANTAI 2 2004 x 7.302</p> <p>Lantai 1 rumah Djaduk dominan dengan hirarki ruangnya sebagai zona semi publik ataupun publik. Sedangkan pada lantai 2 hirarki ruangnya lebih dominan pada sebagai zona privat</p>	 <p> ■ Ruang Komunal ■ Zona Privat ■ Zona Semi Publik </p> <p>DENAH LANTAI 1 SKALA 1:200</p> <p>Area komunal rumah tinggal Lantip terletak di lantai 1 yaitu ruang multifungsi (ruang tamu, dapur, ruang penyimpanan barang langka dan ruang makan)</p>  <p>DENAH LANTAI 2 2004 x 7.302</p> <p>Sama seperti halnya rumah Djaduk, rumah Lantip ini pada lantai 1 hirarki ruangnya sebagai zona semi publik dan lantai 2 sebagai zona privat</p>	<p style="text-align: center;">✓</p>	
-----------	--	--	--	--------------------------------------	--

10. Penghawaan Alami

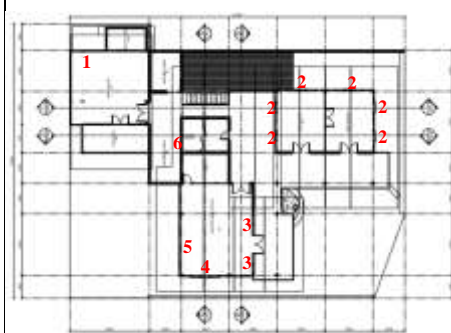


Posisi Jendela Dan Jenis Jendela Pada Lantai 1 Rumah Djaduk Ferianto

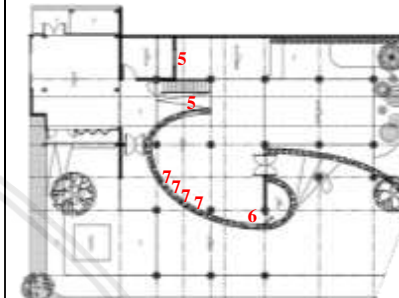


Posisi Jendela Dan Jenis Jendela Pada Lantai 2 Rumah Djaduk Ferianto

Perhitungan bukaan pada lantai 1 belum terpenuhi yaitu sebesar 4,6% , khususnya pada kamar tidur dari standart minimal bukaan . sedangkan pada lantai 2 perhitungan bukaan telah terpenuhi yaitu sebesar 10,50% . Tetapi secara keseluruhan rumah Djaduk Ferianto ini telah menerapkan bukaan yaitu sebesar 15,10% sesuai dengan standart yang ada. Pada bangunan rumah memakai 2 type jendela atau bukaan yaitu jendela hidup dan mati.







Posisi Jendela Dan Jenis Jendela Pada Lantai 1 Rumah Lantip Kuswala Daya



Posisi Jendela Dan Jenis Jendela Pada Lantai 2 Rumah Lantip Kuswala Daya

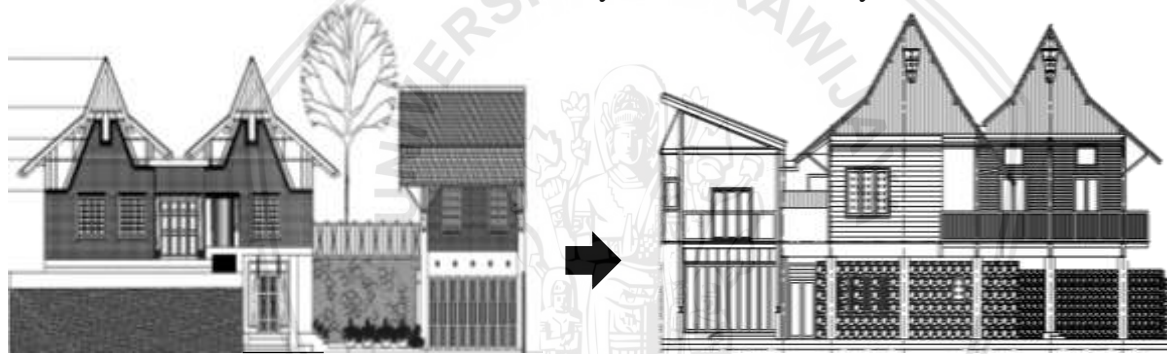
Dalam perhitungan bukaan pada lantai 1 sudah terpenuhi sebesar 6,05% sedangkan pada lantai 2 belum terpenuhi sebesar 3,4% dari standart minimal bukaan. Akan tetapi secara keseluruhan bangunan rumah tinggal ini telah menerapkan bukaan sebesar 9,45% sesuai dengan standart. Pada bangunan rumah tinggal ini menggunakan 2 type jendela.



<p>11.</p>	<p>Ruang dalam bangunan berhubungan langsung dengan ruang luar</p>	 <p>Pada bangunan rumah ini terdapat void yang terletak di tengah bangunan tanpa penutup sehingga dapat memaksimalkan udara secara alami.</p>  <p>Ruang dalam bangunan juga berhubungan langsung dengan ruang luar karena posisi void tanpa penutup tersebut terletak di tengahruang dalam bangunan</p>	 <p>Ruang dalam bangunan rumah ini berhubungan langsung dengan area luar sehingga dapat memaksimalkan udara yaitu berupa taman dan koridor yang tidak terbatas oleh dinding.</p> 		
<p>Presentase Kesesuaian atau Tidak Kesesuaian Penerapan Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara</p> $\frac{\text{Jumlah Kriteria Desain ATN Sesuai / Tidak Sesuai}}{\text{Total Jumlah Kriteria Desain ATN}} \times 100\%$			<p>90.9%</p>	<p>09,1%</p>	

Berdasarkan analisis kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara diatas, bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya telah menerapkan hampir keseluruhan kriteria desain tersebut. Pada kedua objek penelitian sebesar **90,9%** kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara sudah menerapkan kriteria desain tersebut, sedangkan **9,1%** kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara belum diterapkan pada kedua objek penelitian tersebut. Kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara yang belum diterapkan pada kedua objek tersebut nantinya akan dijadikan dasar sebagai modifikasi desain.

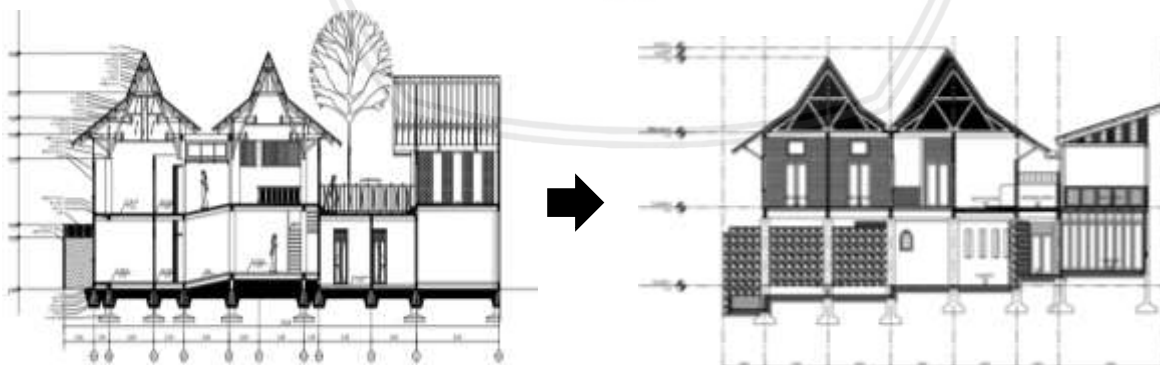
Kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara yang dapat dimodifikasi ialah rancangan atap yaitu penambahan lubang ventilasi atap pada ruang atap serta penambahan lubang ventilasi pada elemen arsitektural yang berhubungan dengan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara. Kriteria-kriteria tersebutlah yang akan dianalisis lebih lanjut serta dilakukan modifikasi untuk meningkatkan kenyamanan suhu pada bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Karya Eko Prawoto Karya Eko Prawoto ini



Rumah Djaduk

Rumah Lantip Kusawala

Gambar 4.47 Perbandingan tampak rumah Djaduk Ferianto dengan rumah Lantip Kuswala Daya.



Rumah Djaduk Ferianto

Rumah Lantip Kusawala Daya

Gambar 4.48 Perbandingan potongan rumah Djaduk Ferianto dengan rumah Lantip Kuswala Daya.

4.3.3 Analisis Kinerja Termal Lingkungan Bangunan

Pada tahap ini analisis yang dilakukan ialah menganalisis kinerja suhu udara dan kelembaban udara bangunan eksisting rumah tinggal karya Eko Prawoto yaitu rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto ini melalui pengukuran suhu udara dan kelembaban udara pada ruang dalam kedua rumah tinggal karya Eko Prawoto tersebut.

A. Suhu Udara dan Kelembaban Udara Ruang Luar dan Ruang Dalam

Analisis yang pertama dilakukan ialah menganalisis perbandingan suhu udara dan kelembaban udara ruang luar dengan ruang dalam bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto. Analisis bertujuan untuk mengetahui kinerja suhu udara dan kelembaban udara yang kemudian akan dianalisis hal-hal yang mempengaruhi kondisi tersebut bisa terjadi melalui visualisasi gambar dari objek penelitian yaitu bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto.

1. Rumah Djaduk Ferianto

Pengukuran suhu udara dan kelembaban udara dilakukan 24 jam dalam satu hari selama 12 hari. Pengukuran suhu udara dan kelembaban udara dilakukan di kamar tidur pada lantai 1. Ruang makan pada lantai 1, void pada lantai 1 dan ruang luar (teras).

Tabel 4.13 Data Pengukuran Rata-rata Suhu Udara Eksisting Rumah Djaduk Ferianto

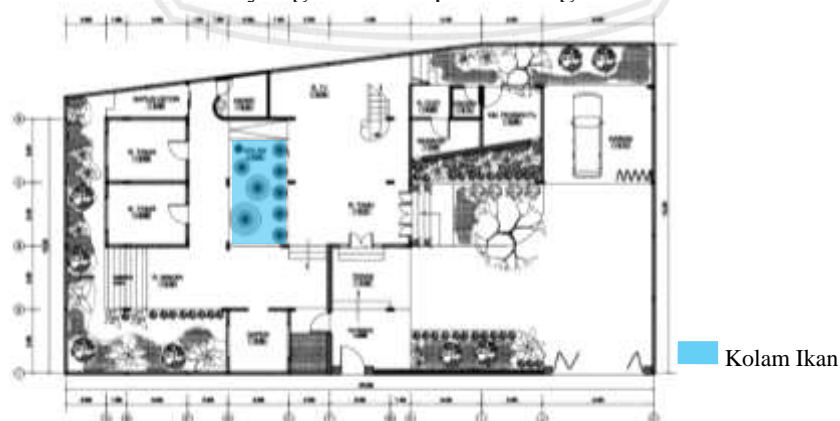
Waktu	Ruang Makan		Kamar Tidur		Ruang Luar		Void	
	T (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)	T (°C)	RH (%)
01.00	26,9	97,3	28,2	88,6	26,9	95,6	24,8	96,2
02.00	26,7	97,7	28,2	88,8	26,7	96,4	26,9	96,8
03.00	26,5	98,3	28,2	89,1	26,4	97,1	26,8	97,3
04.00	26,3	98,8	28,2	89,2	26,2	97,9	26,6	97,7
05.00	26,1	99,2	28,1	89,2	26	98,4	26,4	98,2
06.00	25,9	99,6	28,1	89,3	25,7	98,8	26,3	98,4
07.00	25,7	99,7	28	89,2	25,6	99	26,1	98,6
08.00	25,6	99,8	27,8	89,2	26	97,8	26	98,7
09.00	26,5	99,3	27,7	89,4	27,7	93,6	26,4	98,5
10.00	27,6	96,9	27,7	89,6	29,8	87	27	97,1
11.00	28,6	93,1	27,8	89,2	31,5	80,1	27,7	94,2
12.00	29,5	89,2	28,1	88,1	32,6	75,1	28,3	91,5
13.00	30,1	85,7	28,6	85,2	33,2	72,5	28,8	88,3
14.00	30,5	83,5	28,9	83,9	33,6	71	29,3	86,6

15.00	30,8	81,4	29,2	82,6	33,5	71,7	29,6	84,5
16.00	30,4	83,1	29,2	82	32,8	72,6	29,3	85,5
17.00	29,9	85,3	29	83,7	31,8	76	29,1	87
18.00	29,5	86,5	28,9	83,9	30,9	79,4	28,9	87,4
19.00	28,9	88,4	28,7	85	29,8	82,6	28,6	88,7
20.00	28,4	91,2	28,5	86	28,8	87	28,3	90,9
21.00	28	92,8	28,5	86,8	28,1	89,8	27,9	92,2
22.00	27,6	94,1	28,4	87,1	27,7	91	27,7	93,1
23.00	27,4	94,9	28,4	87,5	27,4	93	27,5	94,1
24.00	27,2	95,9	28,4	87,8	27,1	93,8	27,3	94,9
Rerata	27,9	93,0	28,4	87,1	29,0	87,4	27,6	93,2

KET: RH : Kelembaban Udara

T : Suhu Udara

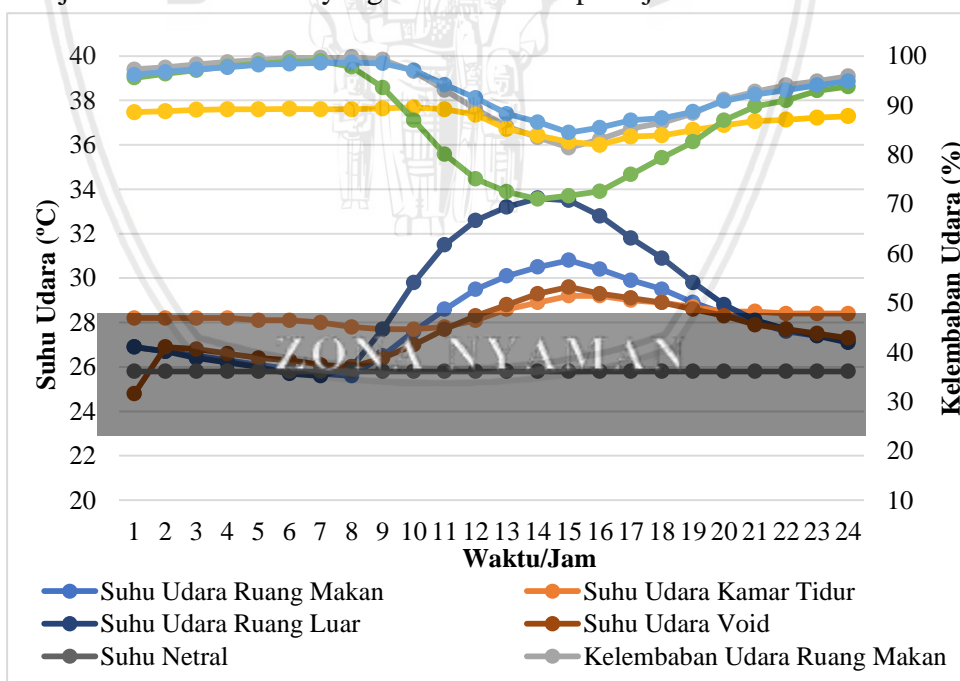
Hasil data pengukuran menjelaskan bahwa rata-rata suhu udara setiap ruang menunjukkan kenaikan suhu udara yang terjadi pada jam 09.00 – jam 20.00 WIB dengan rata-rata suhu udara sebesar 27°C – $33,6^{\circ}\text{C}$. Penurunan suhu udara terjadi pada jam 01.00 – jam 08.00 WIB dan jam 21.00 – jam 24.00 WIB dengan rata-rata suhu udara sebesar 24°C – $28,4^{\circ}\text{C}$. Data pengukuran lapangan menunjukkan kelembaban udara pada setiap ruang mengalami kenaikan pada jam 01.00 - jam 10.00 WIB dan jam 19.00 – jam 24.00 WIB sebesar 90% - 99,8%. Penurunan kelembaban udara terjadi pada jam 11.00 – jam 18.00 WIB sebesar 71% - 91%. Rerata suhu udara yang tertinggi pada ruang luar yaitu sebesar 29°C , sedangkan rerata kelembaban yang tertinggi pada void yaitu 93,2%. Rerata suhu udara terendah pada ruang void dan rerata kelembaban udara yang terendah pada ruang luar.



Gambar 4.49 Void dan kolam ikan rumah Djaduk Ferianto.

Pada area void kelembaban udara tinggi karena berkaitan dengan hasil analisis visual yang telah dilakukan hal tersebut disebabkan oleh terdapat kolam ikan pada area void. Dimana adanya proses penguapan air yang dapat mengakibatkan kelembaban udara meningkat. Suhu rendah pada area void karena udara masuk tanpa perantara ataupun penutup sehingga dapat memaksimalkan udara yang masuk ke dalam ruang bangunan. Kondisi kelembaban udara rendah dan suhu udara tinggi diakibatkan karena terpapar langsung oleh sinar matahari tanpa perantara.

Rata-rata suhu udara yang tertinggi terjadi pada ruang makan sebesar $30,8^{\circ}\text{C}$ pada jam 14.00 WIB, sedangkan rata-rata suhu terendahnya sebesar $25,6^{\circ}\text{C}$ pada jam 07.00 WIB. Rata-rata kelembaban udara yang tertinggi ialah 99,8% pada jam 07.00 WIB dan rata-rata kelembaban udara yang terendah adalah 81,4% pada jam 14.00 WIB. Rata-rata suhu udara yang tertinggi pada kamar tidur yaitu $29,2^{\circ}\text{C}$ pada jam 15.00 – jam 16.00 WIB dan yang terendah sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$ pada jam 10.00. Sedangkan rata-rata kelembaban udara terbesar ialah 89,6% pada jam 10.00 WIB dan yang terendah 82% pada jam 16.00.



Gambar 4.50 Grafik suhu udara dan kelembaban udara rumah Djaduk Ferianto.

Pada grafik menunjukkan bahwa suhu udara dan kelembaban udara ruang makan dan void dibawah rata-rata suhu udara dan kelembaban udara dari ruang luar. Sementara pada kamar tidur rata-rata suhu udara dan kelembaban udara diatas rata-rata suhu dan kelembaban udara ruang luar. Rata-rata suhu udara dan kelembaban udara yang diatas ruang luar pada kamar tidur terjadi pada jam 01.00 – jam 09.00 WIB dan jam 21.00 – jam 24.00 WIB.



Gambar 4.51 Potongan jendela kamar tidur yang tidak ada kisi-kisi. ■ Tidak ada kisi-kisi atau Lubang ventilasi

Pada kamar tidur suhu udara mengalami kenaikan pada jam 01.00 – jam 09.00 WIB dan jam 21.00 – jam 24.00 karena dalam analisis visual yang telah dilakukan hal tersebut dipengaruhi oleh karena tidak terdapat kisi-kisi ataupun lubang ventilasi pada bagian atas maupun bawah pada pintu dan jendela. Sehingga pada saat jendela dan pintu ditutup atau tidak terbuka, udara tidak akan masuk ke dalam ruang tersebut dan mengakibatkan suhu udara pada kamar tidur meningkat.

Penjelasan diatas menunjukkan bahwa rumah Djaduk Ferianto menunjukkan hasil rata-rata suhu udara tertinggi terjadi jam 14.00 WIB pada masing-masing ruang yang diukur. Rata-rata kelembaban udara tertinggi terjadi jam 07.00 WIB pada masing-masing ruang yang diukur. Uraian penjelasan diatas juga menunjukkan bahwa pada rumah Djaduk Ferianto rata-rata suhu udara terendah terjadi jam 07.00 WIB dan rata-rata kelembaban udara terendah terjadi jam 15.00 WIB pada setiap ruang yang diukur.

2. Rumah Lantip Kuswala Daya

Pengukuran lapangan suhu udara dan kelembaban udara dilakukan 24 jam dalam 1 hari selama 12 hari. Peletakkan alat ukur suhu udara dan kelembaban udara dilakukan pada kamar tidur tamu yang terletak di lantai 2, ruang makan di lantai 1, dan ruang luar pada lantai 1 (gazebo).

Tabel 4.14 Data Pengukuran Rata-rata Suhu Udara dan Kelembaban Udara Eksisting Rumah Lantip Kuswala Daya

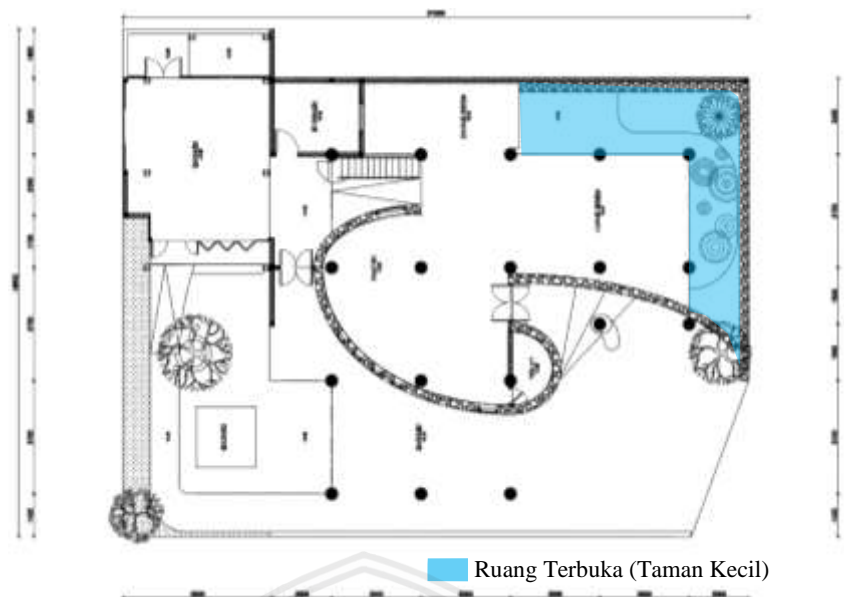
Waktu	Ruang Makan		Kamar Tidur		Ruang Luar	
	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Udara (%)	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Udara (%)	Suhu Udara (°C)	Kelembaban Udara (%)
01.00	27	96,1	27,8	91,7	26,9	95,6
02.00	26,8	96,8	27,7	92,4	26,7	96,4
03.00	26,6	97,1	27,5	93	26,4	97,1
04.00	26,4	97,6	27,3	93,5	26,2	97,9
05.00	26,2	98	27	93,9	26	98,4
06.00	26,1	98,3	26,8	94,5	25,7	98,8
07.00	25,9	98,6	26,6	94,9	25,6	99
08.00	26	98,7	26,6	95,7	26	97,8
09.00	26,8	97,4	27,6	94,8	27,7	93,6
10.00	27,9	94,2	29,4	89,2	29,8	87
11.00	28,8	90,3	30,8	83,7	31,5	80,1
12.00	29,6	86,4	31,9	78,2	32,6	75,1
13.00	30,2	83,9	32,5	75,5	33,2	72,5
14.00	30,6	82,2	32,8	73,9	33,6	71
15.00	30,8	81	32,9	73,1	33,5	71,7
16.00	30,5	82,3	32,3	74,3	32,8	72,6
17.00	30	83,4	31,6	77	31,8	76
18.00	29,5	84,9	31	78,7	30,9	79,4
19.00	28,9	86,7	30,2	81,1	29,8	82,6
20.00	28,3	89,6	29,4	84	28,8	87
21.00	28	91,8	28,9	86,4	28,1	89,8
22.00	27,7	92,8	28,5	88,2	27,7	91
23.00	27,4	94	28,2	89,5	27,4	93
24.00	27,2	94,9	28	90,1	27,1	93,8
Rerata	28,1	91,5	29,3	86,1	29,0	87,4

Hasil pengukuran suhu udara dan kelembaban udara menunjukkan bahwa rata-rata suhu udara mengalami kenaikan pada setiap ruang yang diukur yaitu terjadi pada jam 09.00 – jam 18.00 WIB dengan rata-rata suhu udara sebesar 27°C - $33,6^{\circ}\text{C}$. Penurunan rata-rata suhu udara terjadi pada jam 01.00 – jam 08.00 WIB dan jam 21.00 – jam 24.00 WIB dengan rata-rata suhu udara 25°C – $29,4^{\circ}\text{C}$. Hasil pengukuran lapangan kelembaban udara menunjukkan terjadi peningkatan pada setiap ruang yang diukur yaitu pada jam 01.00 - jam 08.00 WIB dan jam 15.00 – jam 24.00 WIB dengan rata-rata kelembaban udara sebesar 72% - 99%. Penurunan kelembaban udara terjadi pada jam 09.00 – jam 14.00 WIB dengan rata-rata kelembaban udara sebesar 71% - 94,2%. Rerata suhu udara tertinggi terjadi pada kamar tidur sebesar $29,3^{\circ}\text{C}$. Rerata kelembaban udara tertinggi terjadi pada ruang makan yaitu sebesar 91,5%. Rerata suhu udara terendah terjadi pada ruang makan sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$.



Gambar 4.52 Potongan jendela dan pintu kamar tidur yang tidak ada kisi-kisi.

Pada kamar tidur terjadi peningkatan rata-rata suhu udara karena dari pengamatan analisis visual dipengaruhi oleh tidak adanya kisi-kisi ataupun lubang ventilasi pada pintu dan jendela pada bagian atas maupun bawah. Sehingga menyebabkan udara tidak dapat masuk ke dalam ruang rumah ini.

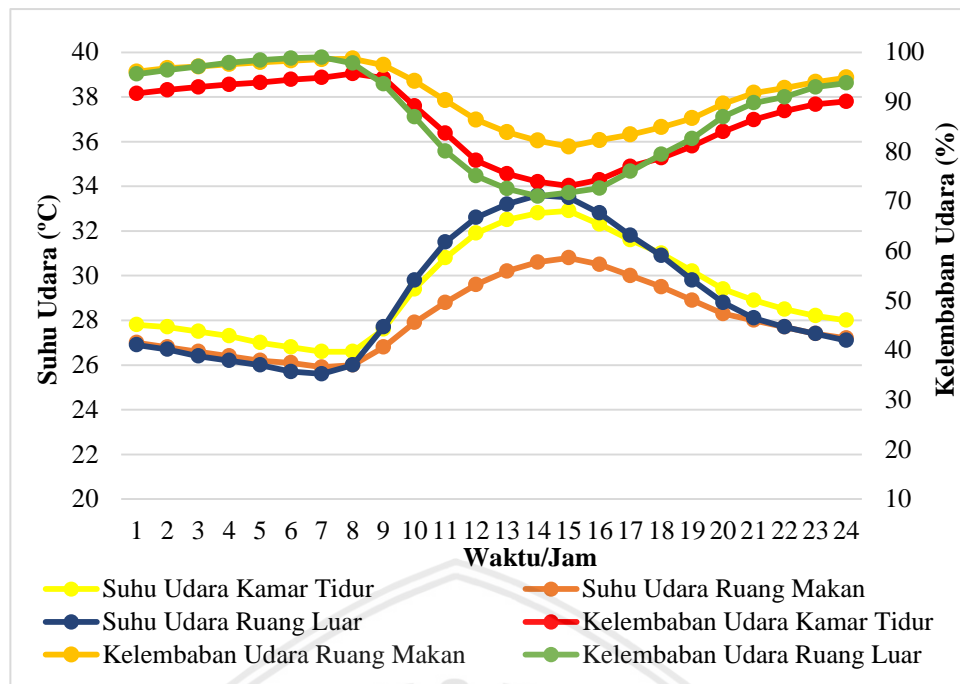


Gambar 4.53 Ruang terbuka pada ruang makan rumah Lantip Kuswala Daya.

Pada ruang makan suhu udara mengalami penurunan dan kelembaban udara yang tinggi dipengaruhi karena dari analisis visual yang telah dilakukan pada rumah tinggal ini yaitu terdapat ruang terbuka berupa taman kecil yang berhubungan langsung dengan ruang makan pada rumah ini. Sehingga memaksimalkan udara yang masuk ke dalam ruang makan rumah ini dan menyebabkan suhu udara menjadi rendah.

Pada ruang makan rata-rata suhu udara yang tertinggi sebesar $30,8^{\circ}\text{C}$ pada jam 14.00 WIB, sedangkan rata-rata suhu terendah sebesar $25,9^{\circ}\text{C}$ pada jam 06.00. Rata-rata kelembaban udara yang tertinggi ialah 98,7% pada jam 08.00 WIB dan rata-rata kelembaban udara yang terendah adalah 81% pada jam 14.00 WIB.

Hasil pengukuran lapangan menunjukkan rata-rata suhu udara yang tertinggi pada kamar tidur yaitu $29,2^{\circ}\text{C}$ dan terendah sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$. Rata-rata kelembaban udara tertinggi sebesar 95,7% dan terendah sebesar 73,1%. Pada ruang luar rata-rata suhu udara dan kelembaban udara tertinggi sebesar $33,6^{\circ}\text{C}$ dan 99%. Rata-rata suhu udara dan kelembaban udara terendah pada ruang luar sebesar $25,6^{\circ}\text{C}$ dan 71%.



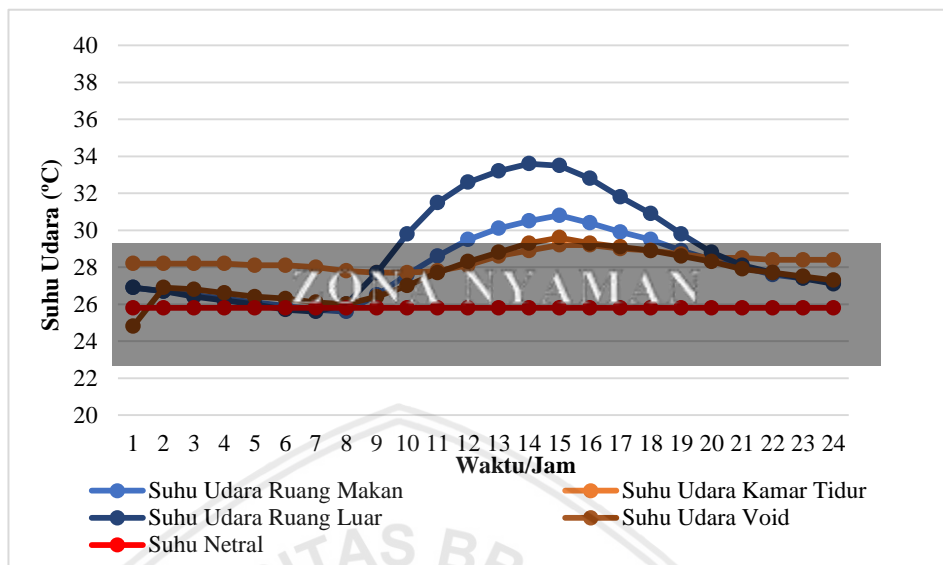
Gambar 4.54 Grafik suhu dan kelembaban udara rumah Lantip Kuswala Daya.

Pada grafik menjelaskan suhu udara dan kelembaban udara pada kamar tidur terjadi diatas rata-rata suhu udara dan kelembaban udara dari ruang luar terjadi pada jam 01.00 – jam 08.00 WIB dan jam 09.00 – jam 24.00 WIB. Sementara pada ruang makan rata-rata suhu dan kelembaban udara diatas rata-rata suhu dan kelembaban udara ruang luar.

Uraian diatas menjelaskan pada rumah Lantip Kuswala Daya rata-rata suhu udara tertinggi terjadi pada jam 15.00 WIB disetiap ruang yang diukur. Rata-rata kelembaban udara tertinggi terjadi pada jam 07.00 WIB setiap ruang yang diukur juga. Uraian diatas juga menjelaskan pada rumah Lantip Kuswala Daya rata-rata suhu udara terendah terjadi pada jam 07.00 WIB dan rata-rata kelembaban udara yang terendah terjadi pada jam 14.00 WIB pada setiap ruang yang diukur.

B. Perbandingan Suhu Netral, Suhu Ruang Luar, dan Suhu Ruang Dalam

1. Rumah Djaduk Ferianto

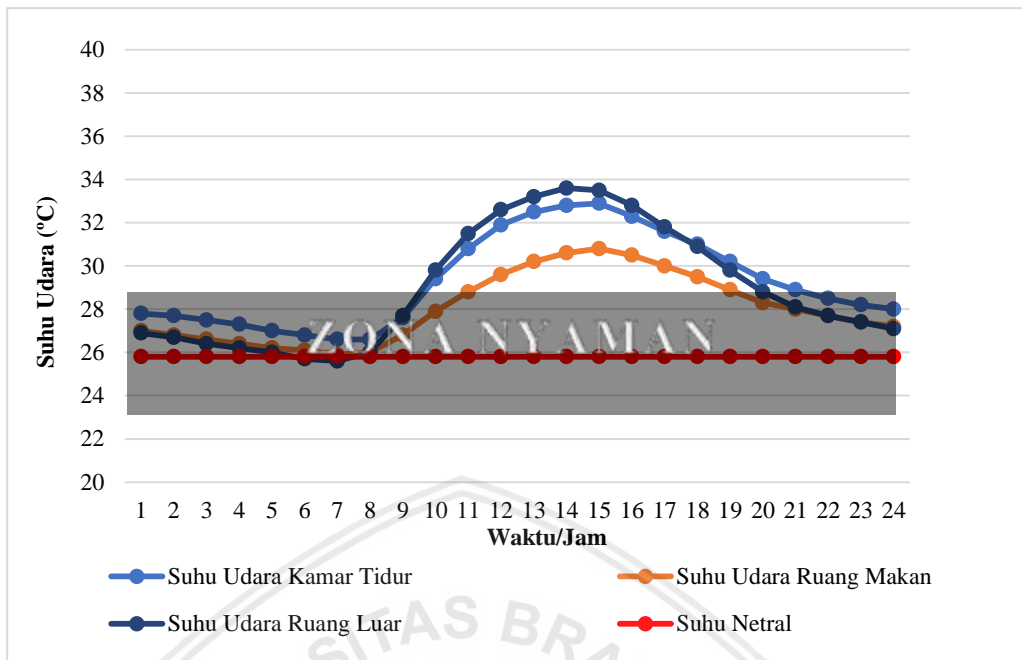


Gambar 4.55 Perbandingan suhu netral dengan suhu ruang dalam dan ruang luar rumah Djaduk Ferianto.

Pada grafik menunjukkan rata-rata suhu udara pada kamar tidur diatas suhu netral yaitu sebesar 28°C – $29,2^{\circ}\text{C}$. Rata-rata suhu udara ruang luar menunjukkan nilai rata-rata suhunya dibawah suhu netral terjadi jam 05.00 WIB dan jam 06.00 WIB yaitu sebesar $25,6^{\circ}\text{C}$ dan $25,7^{\circ}\text{C}$. Rata-rata suhu udara ruang makan di bawah suhu netral terjadi jam 06.00 WIB dan jam 07.00 WIB yaitu sebesar $25,7^{\circ}\text{C}$ dan $25,6^{\circ}\text{C}$. Rata-rata suhu udara terjadi diatas suhu netral jam 01.00 – jam 05.00 WIB dan jam 08.00 – jam 24.00 WIB.

Uraian diatas menjelaskan rumah tinggal Djaduk Ferianto rata-rata suhu udara terjadi diatas suhu netral pada setiap ruang yang diukur. Kecuali pada ruang makan terjadi rata-rata suhu udara dibawah suhu netral yaitu pada jam 06.00 WIB – jam 07.00 WIB, ruang luar terjadi jam 05.00 WIB dan jam 06.00 WIB serta area void rata-rata suhu udara dibawah suhu netral terjadi jam 01.00 WIB.

2. Rumah Lantip Kuswala Daya



Gambar 4.56 Perbandingan suhu netral dengan suhu ruang dalam dan ruang luar rumah Lantip Kuswala Daya.

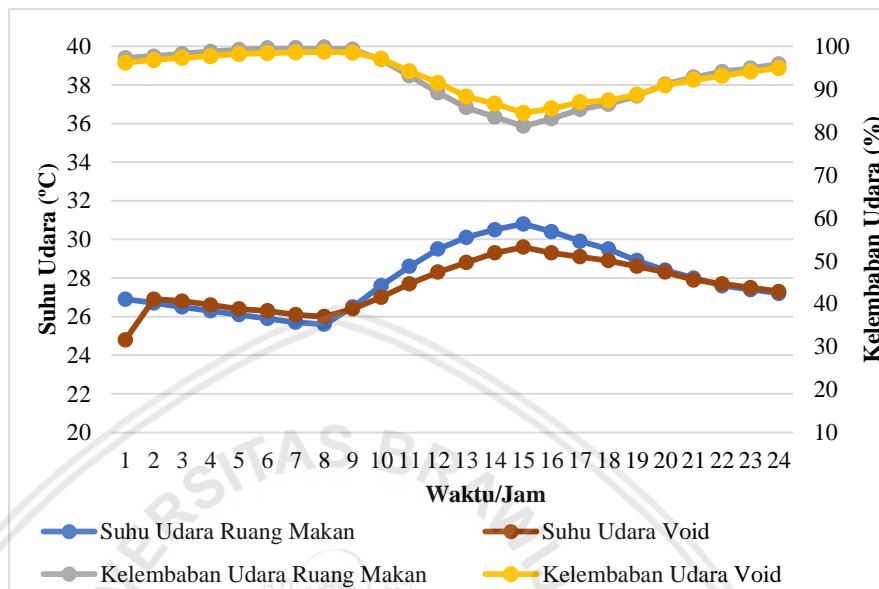
Hasil grafik diatas menunjukkan rata-rata suhu udara kamar tidur diatas dari suhu netral sebesar $26^{\circ}\text{C} - 32,9^{\circ}\text{C}$. Pada ruang makan menunjukkan rata-rata suhu diatas suhu netral yaitu sebesar $28^{\circ}\text{C} - 30,8^{\circ}\text{C}$. Ruang luar menunjukkan rata-rata suhu dibawah suhu netral terjadi jam 05.00 WIB dan jam 06.00 WIB sebesar $25,6^{\circ}\text{C}$ dan $25,7^{\circ}\text{C}$.

Berdasarkan penjelasan uraian diatas rumah tinggal Lantip Kuswala Daya rata-rata suhu udara terjadi diatas suhu netral pada masing-masing ruang yang diukur, kecuali pada ruang luar. Hasil pada uraian diatas menunjukkan jam 05.00 WIB dan jam 06.00 WIB rata-rata suhu udara di bawah suhu netral.

C. Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Antar Ruang Dalam

1. Rumah Djuduk Ferianto

a. Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Ruang Makan dengan Area Void



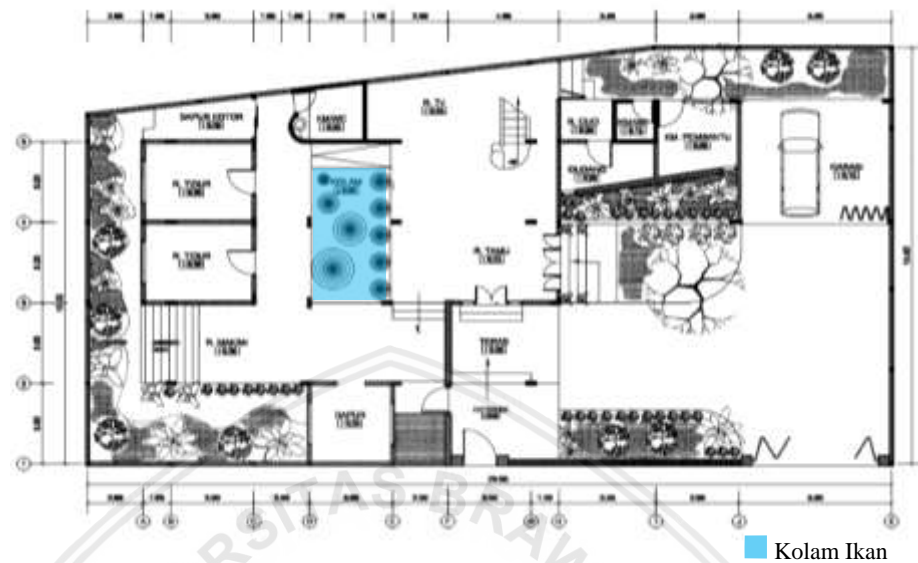
Gambar 4.57 Perbandingan suhu dan kelembaban udara ruang makan dengan void rumah Djuduk Ferianto.

Grafik diatas menunjukkan rata-rata suhu udara area void lebih tinggi rata-rata suhu udaranya daripada ruang makan terjadi jam 02.00 – jam 08.00 WIB dan jam 22.00 – jam 24.00 WIB sebesar 26°C – $26,9^{\circ}\text{C}$. Pada jam 10.00 – jam 21.00 WIB rata-rata suhu udara ruang makan lebih tinggi daripada void sebesar 27°C – $30,8^{\circ}\text{C}$.

Rata-rata kelembaban udara dari hasil grafik diatas menunjukkan rata-rata kelembaban udara ruang makan lebih tinggi daripada rata-rata kelembaban udara area void terjadi jam 01.00 – jam 10.00 WIB sebesar 97% - 99,8% serta jam 20.00 – jam 24.00 WIB sebesar 91% - 95,9%. Rata-rata kelembaban udara tertinggi pada jam 11.00 – jam 19.00 WIB pada area void lebih tinggi dari ruang makan sebesar 84% - 94,2%.

Penjelasan dari hasil grafik pengukuran suhu udara dan kelembaban udara diatas menunjukkan rata-rata suhu udara pada ruang makan lebih tinggi daripada rata-rata suhu udara area void yaitu sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$ pada ruang makan dan area void sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan penjelasan grafik diatas menunjukkan rata-rata

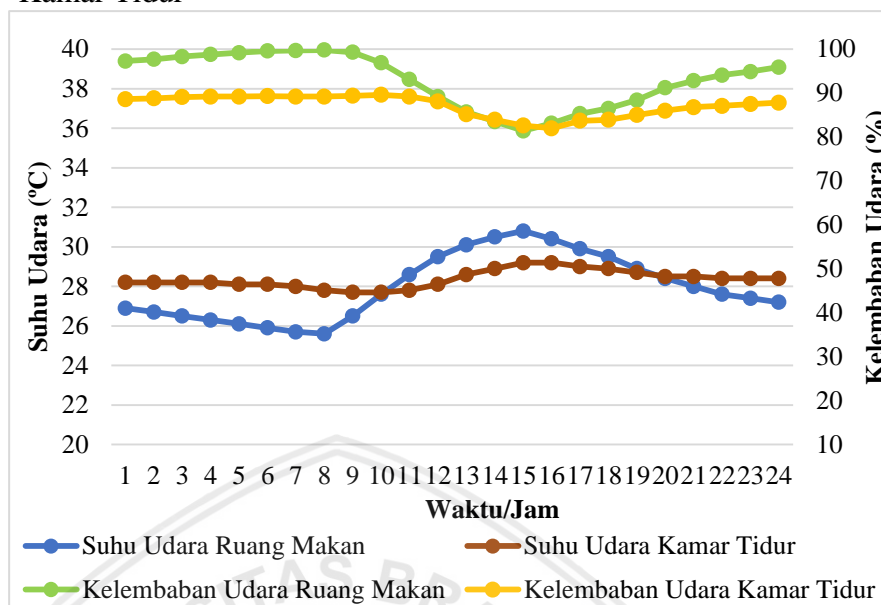
kelembaban udara pada ruang makan lebih rendah daripada pada area void yaitu sebesar 93% pada ruang makan dan pada area void sebesar 93,2%.



Gambar 4.58 Kolam ikan pada area void rumah Djaduk Ferianto.

Pada area void kelembaban udara tinggi disebabkan karena berdasarkan analisis visual pada rumah ini terdapat kolam ikan pada area void, dimana penguapan air yang terjadi kolam ikan ini mengakibatkan kelembaban udara meningkat dalam ruang bangunan rumah ini. Suhu udara tinggi pada ruang makan disebabkan karena orientasi bangunan rumah tinggal ini menghadap timur laut dengan type ruang makan yang semi terbuka berhubungan langsung dengan ruang terbuka berupa taman kecil mengakibatkan paparan matahari langsung masuk ke dalam ruang makan tanpa perantara atau penutup dari segi selubung bangunan maupun elemen arsitektural.

b. Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Ruang Makan dengan Kamar Tidur



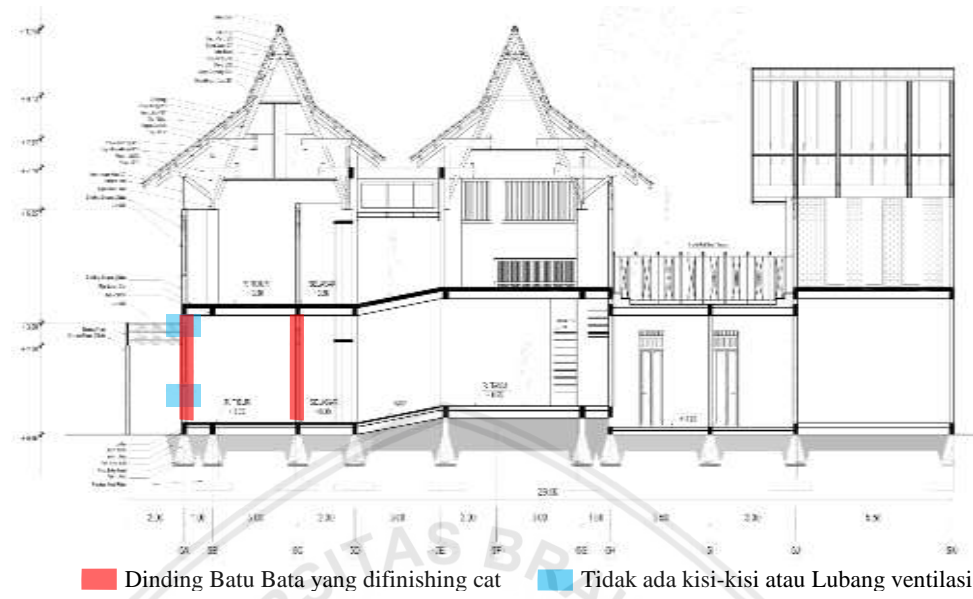
Gambar 4.59 Perbandingan suhu dan kelembaban udara kamar tidur dengan ruang makan rumah Djaduk Ferianto.

Rata-rata suhu udara pada hasil grafik diatas menunjukkan bahwa pada kamar tidur lebih tinggi daripada rata-rata suhu udara ruang makan terjadi pada jam 01.00 – jam 10.00 WIB dengan rentang rata-rata suhu udara sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$ – $28,2^{\circ}\text{C}$ dan jam 20.00 – jam 24.00 WIB dengan rentang rata-rata suhu udara sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$ – $28,5^{\circ}\text{C}$. Sedangkan kebalikkannya pada jam 11.00 – jam 19.00 WIB rata-rata suhu udara ruang makan lebih tinggi daripada kamar tidur yaitu dengan rantang rata-rata suhu udara sebesar $28,6^{\circ}\text{C}$ – $30,8^{\circ}\text{C}$.

Rata-rata kelembaban udara dari hasil grafik diatas menunjukkan rata-rata kelembaban udara ruang makan lebih tinggi daripada nilai rata-rata kelembaban udara kamar tidur. Rata-rata kelembaban udara terjadi pada rentang rata-rata kelembaban udara sebesar 81,4% - 99,8%.

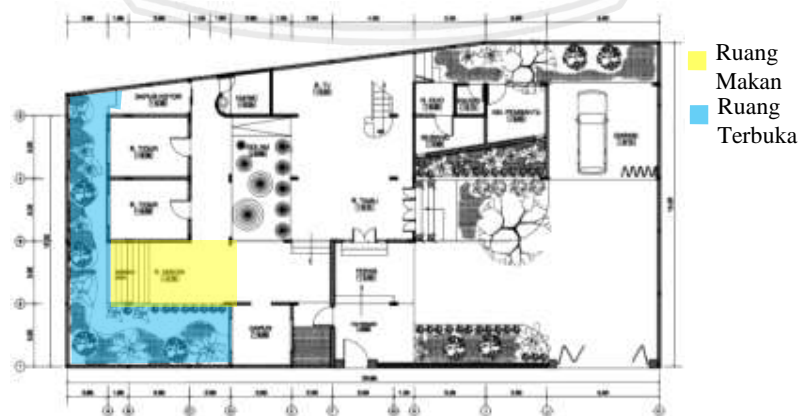
Uraian penjelasan hasil grafik diatas menunjukkan rata-rata suhu udara pada kamar tidur lebih tinggi dari nilai rerata suhu udara daripada ruang makan. Rata-rata suhu udara kamar tidur sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata suhu udara pada ruang makan sebesar $27,9^{\circ}\text{C}$. Hasil grafik diatas juga menunjukkan rata-rata kelembaban udara pada ruang makan lebih tinggi dibandingkan dengan kamar tidur rata-rata

kelembaban udara pada ruang makan sebesar 93% dan pada kamar tidur sebesar 87,1%.



Gambar 4.60 Potongan dinding dan jendela kamar tidur rumah Djaduk Ferianto.

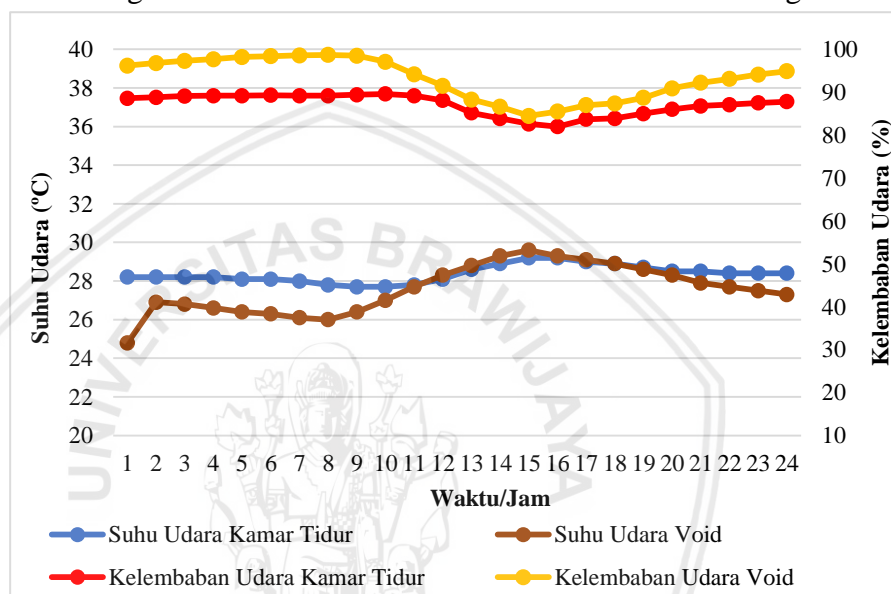
Pada kamar tidur suhu udara mengalami peningkatan daripada ruang makan karena berdasarkan hasil analisis visual pada rumah ini hal tersebut dipengaruhi oleh tidak adanya kisi-kisi maupun lubang ventilasi pada elemen arsitektural seperti pintu dan jendela, sehingga pada saat jendela ataupun pintu ditutup atau tidak terbuka udara tidak akan masuk ke dalam ruang. Selain itu kamar tidur juga dibatasi oleh selubung bangunan berupa dinding yang difinishing dengan cat, hal tersebut mengakibatkan suhu udara pada kamar tidur meningkat karena terhalang dan tidak berhubungan langsung dengan ruang luar.



Gambar 4.61 Ruang terbuka pada ruang makan rumah Djaduk Ferianto.

Pada ruang makan kelembaban udara mengalami tinggi dan suhu udara rendah daripada kamar tidur. Berdasarkan analisis visual yang telah dilakukan hal tersebut disebabkan karena orientasi atau posisi ruang makan berhubungan langsung dengan ruang luar, sehingga aliran udara yang masuk maksimal. Selain itu pada area ruang luar juga terdapat vegetasi peneduh berupa pohon asem yang dapat meningkatkan kelembaban udara dan suhu udara rendah.

c. Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Kamar Tidur dengan Void



Gambar 4.62 Perbandingan suhu dan kelembaban udara kamar tidur dengan void rumah Djaduk Ferianto.

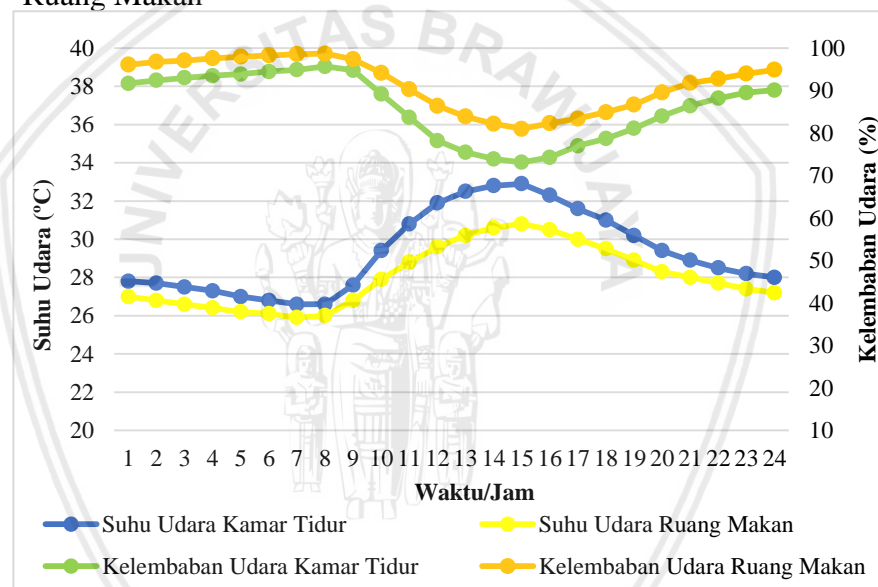
Grafik diatas menunjukkan bahwa rata-rata suhu udara pada area void lebih rendah daripada kamar tidur. Rata-rata suhu udara pada area void terjadi jam 01.00 – jam 11.00 WIB dengan rentang rata-rata suhu udara sebesar $27,7^{\circ}\text{C}$ – $28,2^{\circ}\text{C}$ dan jam 19.00 – jam 24.00 WIB dengan rentang rata-rata suhu udara sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$ – $28,5^{\circ}\text{C}$ lebih rendah dari kamar tidur. Sedangkan pada jam 12.00 – jam 17.00 WIB rata-rata suhu udara area void lebih tinggi daripada kamar tidur yaitu dengan rentang rata-rata suhu udara sebesar $28,3^{\circ}\text{C}$ – $29,6^{\circ}\text{C}$. Sedangkan nilai rata-rata suhu udara pada jam 18.00 WIB menunjukkan rata-rata suhu udara yang sama pada kamar tidur dan void yaitu sebesar $28,9^{\circ}\text{C}$. Rata-rata kelembaban udara dari hasil grafik diatas menunjukkan rata-rata kelembaban udara kamar tidur lebih rendah daripada rata-rata kelembaban udara void.

Berdasarkan hasil grafik pengukuran suhu dan kelembaban udara diatas menunjukkan bahwa rata-rata suhu udara pada kamar tidur lebih tinggi dibandingkan area void. Rata-rata suhu udara pada kamar tidur sebesar $28,4^{\circ}\text{C}$ dan rata-rata suhu udara pada area void sebesar $27,6^{\circ}\text{C}$. Uraian hasil grafik pengukuran suhu dan kelembaban udara juga penjelasan diatas menunjukkan rata-rata tertinggi kelembaban udara terjadi pada area void dibandingkan dengan ruang makan. Rata-rata kelembaban udara pada area void sebesar $93,2\%$ dan pada ruang makan sebesar $87,1\%$.

2. Rumah Lantip Kuswala Daya

a. Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Kamar Tidur dengan

Ruang Makan



Gambar 4.63 Perbandingan suhu dan kelembaban udara kamar tidur dengan ruang makan rumah Lantip Kuswala Daya.

Hasil grafik pengukuran kelembaban udara dan suhu udara diatas menunjukkan rata-rata suhu udara pada kamar tidur lebih tinggi rata-rata suhu udara dibandingkan dengan ruang makan. Rata-rata suhu udara kamar tidur sebesar 27°C – $32,9^{\circ}\text{C}$.

Rata-rata kelembaban udara dari hasil grafik diatas menunjukkan kebalikannya daripada nilai rata-rata suhu udara. Rata-rata kelembaban udara ruang makan lebih tinggi daripada nilai rata-rata kelembaban udara kamar tidur yaitu dengan rentang rata-rata kelembaban udara yaitu sebesar 81% - $98,7\%$.

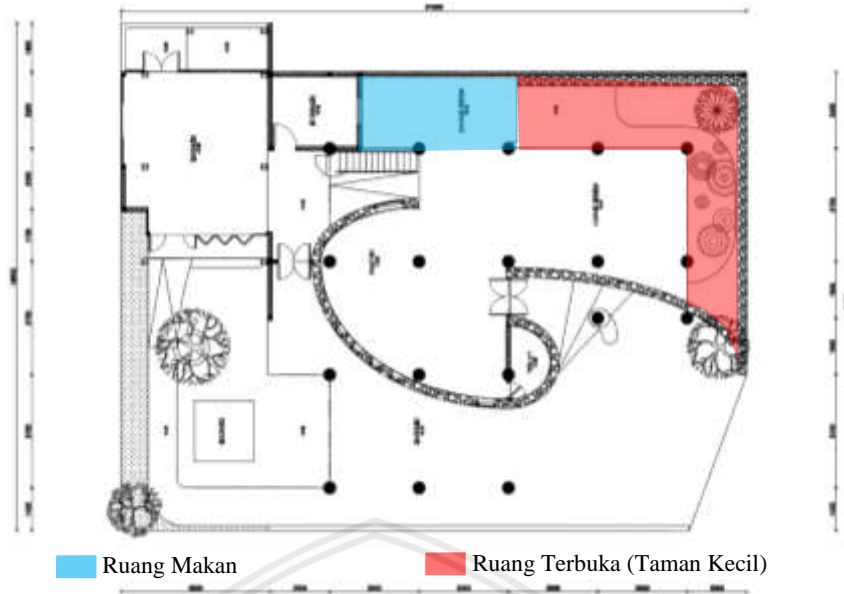
Penjelasan hasil grafik pengukuran diatas menunjukkan rata-rata suhu udara pada kamar tidur lebih tinggi dibanding dengan rata-rata suhu udara ruang makan. Rata-rata suhu udara pada kamar tidur sebesar $29,3^{\circ}\text{C}$, sedangkan rata-rata suhu udara pada ruang makan sebesar $28,1^{\circ}\text{C}$.

Berdasarkan uraian hasil grafik diatas rata-rata tertinggi kelembaban udara kebalikkan dari rata-rata suhunya. Rata-rata kelembaban udara pada ruang makan lebih tinggi daripada kamar tidur. Rata-rata kelembaban udara pada ruang makan sebesar 91,5% dan pada kamar tidur sebesar 86,1%.



Gambar 4.64 Denah lantai 2 kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya.

Pada kamar tidur yang berada di lantai 2, suhu udara lebih tinggi dan kelembaban lebih rendah dibandingkan dengan ruang makan karena dari analisis visual yang telah dilakukan, pada kamar tidur tidak berhubungan langsung dengan area luar dan ruang tertutup dengan dinding dengan material kayu. Selain itu tidak ada kisi-kisi maupun lubang ventilasi pada elemen arsitektural (pintu dan jendela). Sehingga udara yang masuk ke dalam kamar tidur pada rumah tinggal ini tidak maksimal.

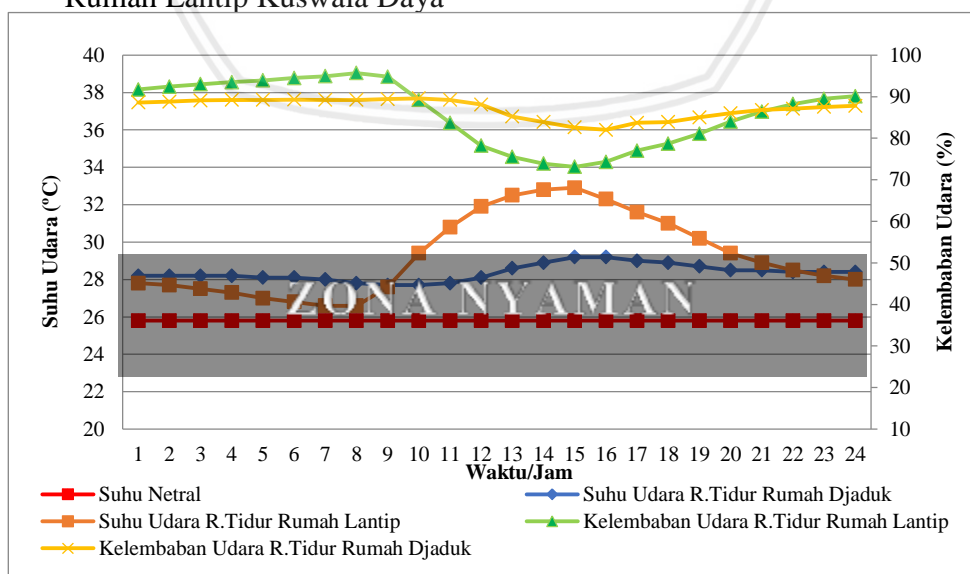


Gambar 4.65 Ruang terbuka pada ruang makan rumah Lantip Kuswala Daya.

Pada ruang makan yang berada dilantai 1, suhu udara lebih rendah dan kelembaban udara lebih tinggi dibanding dengan kamar tidur karena dari analisis visual pada rumah tinggal ini yang telah dilakukan hal tersebut disebabkan karena ruang makan berhubungan langsung dengan ruang luar dan juga terdapat vegetasi yang tumbuh yaitu berupa pohon kamboja.

D. Perbandingan Suhu Netral, Suhu dan Kelembaban Udara Antar Ruang Dalam Pada Rumah Djuduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya

1. Perbandingan Kamar Tidur Rumah Djuduk Ferianto dengan Kamar Tidur Rumah Lantip Kuswala Daya

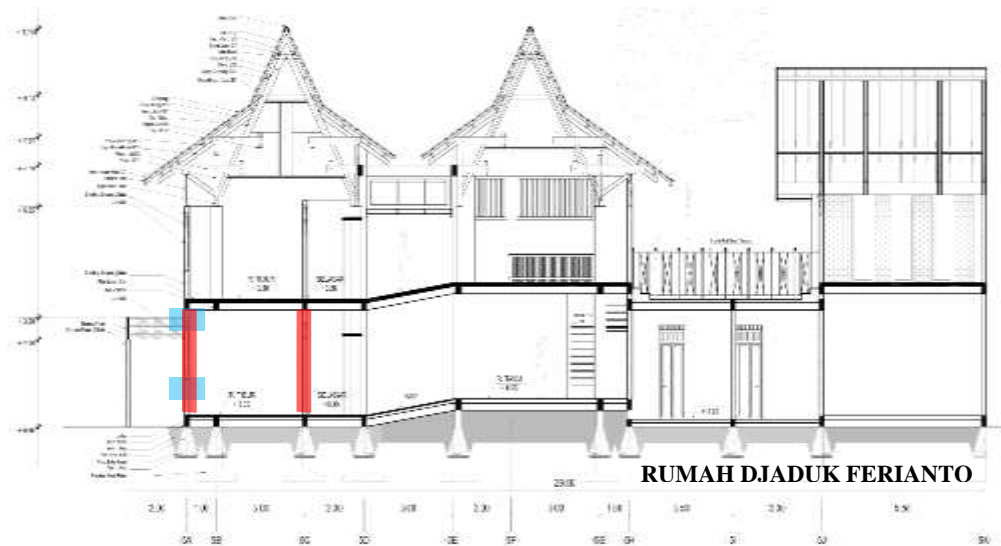


Gambar 4.66 Perbandingan suhu dan kelembaban udara antar kamar tidur rumah Djuduk Ferianto dengan rumah Lantip Kuswala Daya.

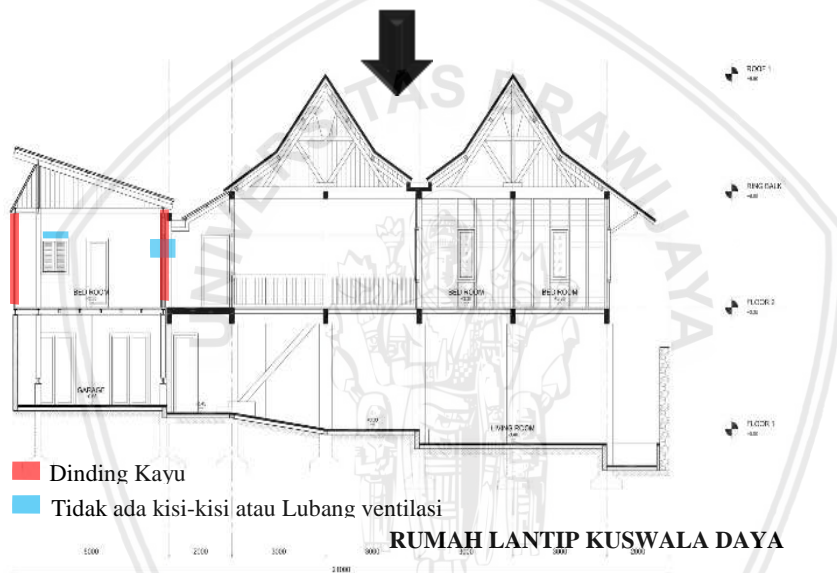
Berdasarkan hasil grafik diatas menunjukkan rata-rata suhu udara pada kamar tidur rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya diatas dari suhu netral. Hasil grafik diatas juga menunjukkan bahwa rata-rata suhu udara kamar tidur rumah tinggal lantip Kuswala lebih tinggi dibandingkan dengan kamar tidur rumah tinggal Djaduk Ferianto.

Pada jam 01.00 – jam 09.00 WIB dan jam 22.00 – jam 23.00 WIB rata-rata suhu udara kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya lebih rendah dibandingkan dengan kamar tidur rumah Djaduk Ferianto. Sedangkan pada jam 18.00 – jam 21.00 WIB rata-rata suhu udara kamar tidur pada kedua rumah ini memiliki rata-rata suhu udara yang sama pada setiap jamnya. Sedangkan kelembaban udara rata-ratanya lebih tinggi rumah Djaduk Ferianto daripada rumah Lantip Kuswala Daya.

Penjelasan hasil grafik diatas bahwa rata-rata suhu udara tertinggi terjadi pada kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya. Rata-rata kelembaban udara yang tertinggi terjadi pada kamar tidur rumah Djaduk Ferianto. Pada rumah Djaduk Ferianto rata-rata kelembaban udara pada kamar tidur lebih tinggi dari pada kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya karena berdasarkan analisis visual yang telah dilakukan pada rumah Djaduk Ferianto kamar tidur berhadapan langsung dengan area void dan kolam ikan dalam bangunan, dimana terjadi pengupan air yang dapat mengakibatkan meningkatkan kelembaban udara dalam kamar tidur.



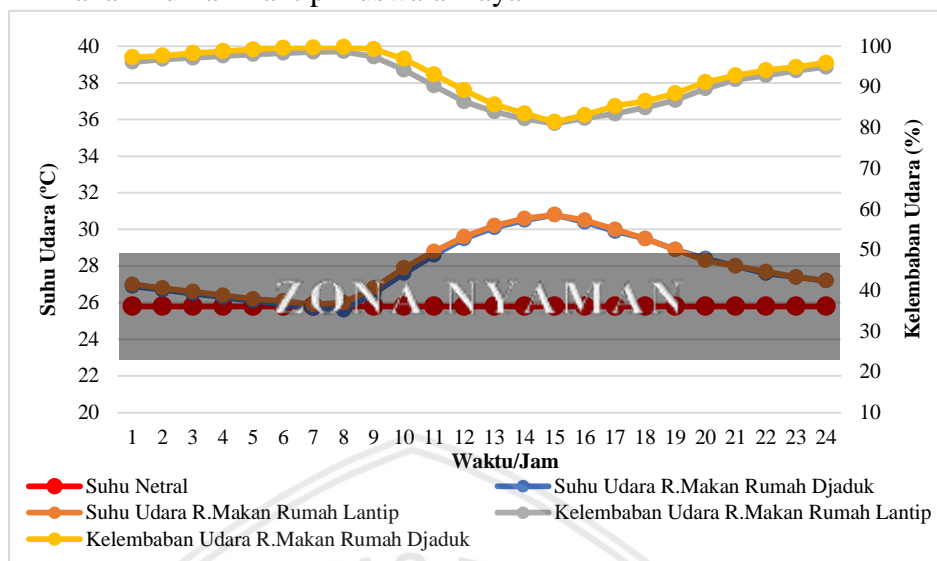
■ Dinding Batu Bata yang difinishing cat ■ Tidak ada kisi-kisi atau Lubang ventilasi



Gambar 4.67 Perbandingan posisi kamar tidur antar rumah Djaduk Ferianto dengan rumah Lantip Kuswala Daya.

Berdasarkan analisis visual, rata-rata suhu yang tinggi pada kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya ini dikarenakan tidak terdapat lubang ventilasi pada ruang atap dan tidak terdapat kisi-kisi pada elemen arsitektural sehingga udara yang masuk ke dalam ruang tidak maksimal. Sedangkan pada rumah Djaduk Ferianto dari analisis visual yang telah dilakukan berdasarkan teori, pada kamar tidur rata-rata suhu lebih rendah dibandingkan dengan kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya disebabkan karena terdapat jarak antar atap dengan dinding sehingga dapat memaksimalkan udara masuk melalui ruang tersebut.

2. Perbandingan Ruang Makan Rumah Djaduk Ferianto dengan Ruang Makan Rumah Lantip Kuswala Daya

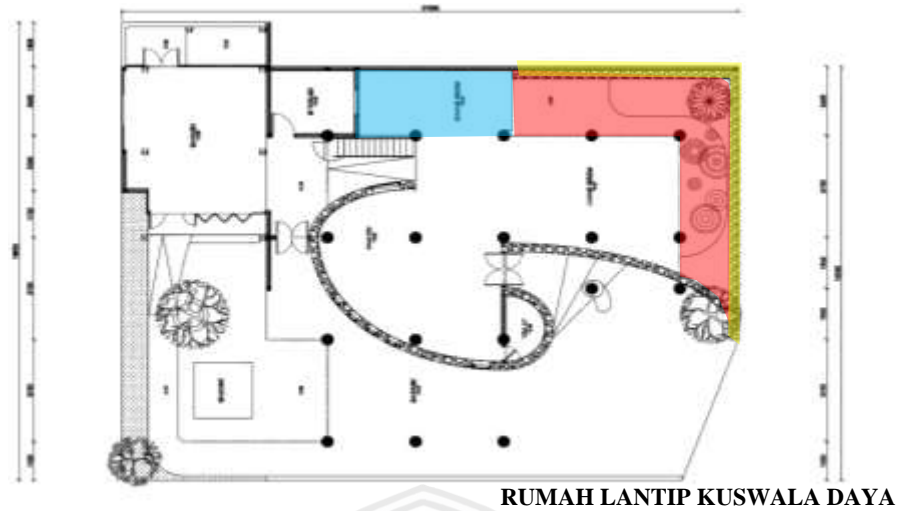


Gambar 4.68 Perbandingan suhu dan kelembaban udara antar ruang makan rumah Djaduk Ferianto dengan rumah Lantip Kuswala Daya.

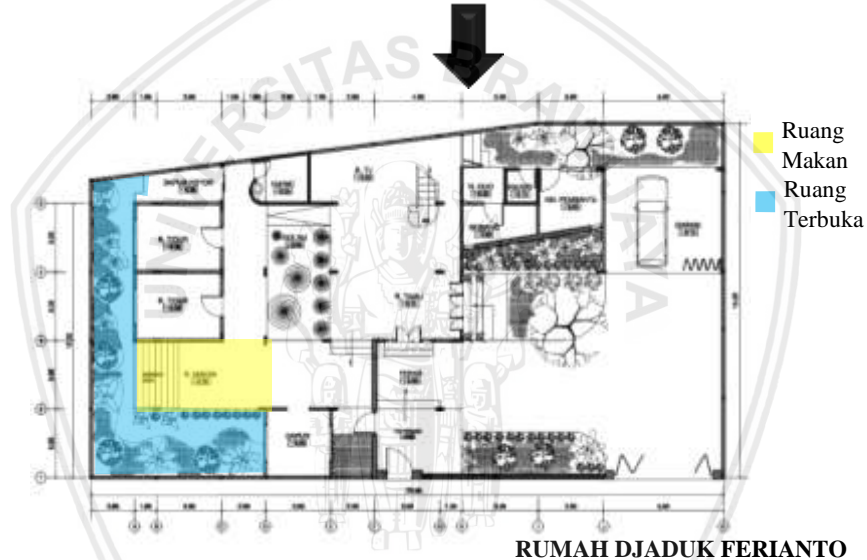
Hasil grafik diatas menunjukkan rata-rata suhu udara ruang makan antara rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya diatas suhu netral. Pada grafik juga menunjukkan rata-rata suhu udara ruang makan rumah lantip Kuswala Daya lebih tinggi daripada ruang makan rumah Djaduk Ferianto hal itu terjadi pada jam 01.00 – jam 14.00 WIB dan pada jam 16.00 – jam 20.00 WIB serta jam 22.00 – jam 24.00 WIB. Sedangkan jam 15.00 WIB dan jam 21.00 WIB pada ruang makan rata-rata suhunya sama pada kedua objek rumah tersebut.

Berdasarkan hasil grafik pengukuran diatas menunjukkan rata-rata kelembaban udara ruang makan rumah Djaduk Ferianto lebih tinggi daripada rumah Lantip Kuswala Daya. Berdasarkan uraian penjelasan grafik pengukuran diatas rata-rata suhu udara tertinggi terjadi pada ruang makan di rumah Lantip Kuswala Daya. Sementara rata-rata kelembaban udara yang tertinggi terjadi pada ruang makan rumah Djaduk Ferianto.

Pada rumah tinggal Djaduk Ferianto rata-rata kelembaban udara pada ruang makan lebih tinggi dari pada rumah lantip karena dari analisis visual yang telah dilakukan karena rumah Djaduk Ferianto, ruang makan berdekatan dengan area void (kolam ikan) dan berhubungan langsung dengan ruang luar (taman kecil).



Dinding Batu Bata Ekspos
 Ruang Makan
 Ruang Terbuka (Taman Kecil)



Ruang Makan
 Ruang Terbuka

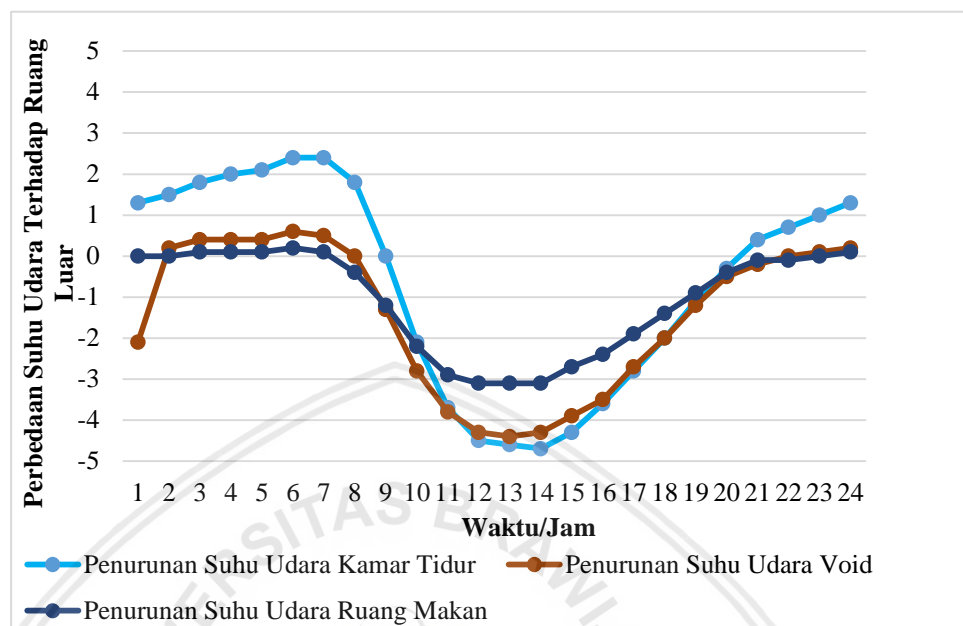
Gambar 4.69 Perbandingan posisi ruang makan antar rumah Djaduk Ferianto dengan rumah Lantip Kuswala Daya.

Dari hasil analisis visual yang telah dilakukan juga, rata-rata suhu udara pada ruang makan tertinggi terjadi pada rumah tinggal Lantip Kuswala Daya disebabkan karena ruang makan berhubungan langsung dengan ruang luar akan tetapi terdapat penghalang atau perantara berupa dinding batu bata ekspos yang tinggi, sehingga mengakibatkan udara yang masuk menjadi tidak maksimal. Sedangkan pada rumah tinggal Djaduk Ferianto ruang makan berhubungan langsung dengan ruang luar dan hanya dibatasi oleh pagar dengan tinggi 2 meter dan tidak ada sekat ataupun penghalang seperti dinding (semi terbuka).

4.3.4 Analisis Kinerja Penurunan Suhu Bangunan

A. Perbandingan Penurunan Suhu Ruang Luar dengan Ruang Dalam

1. Rumah Djuduk Ferianto

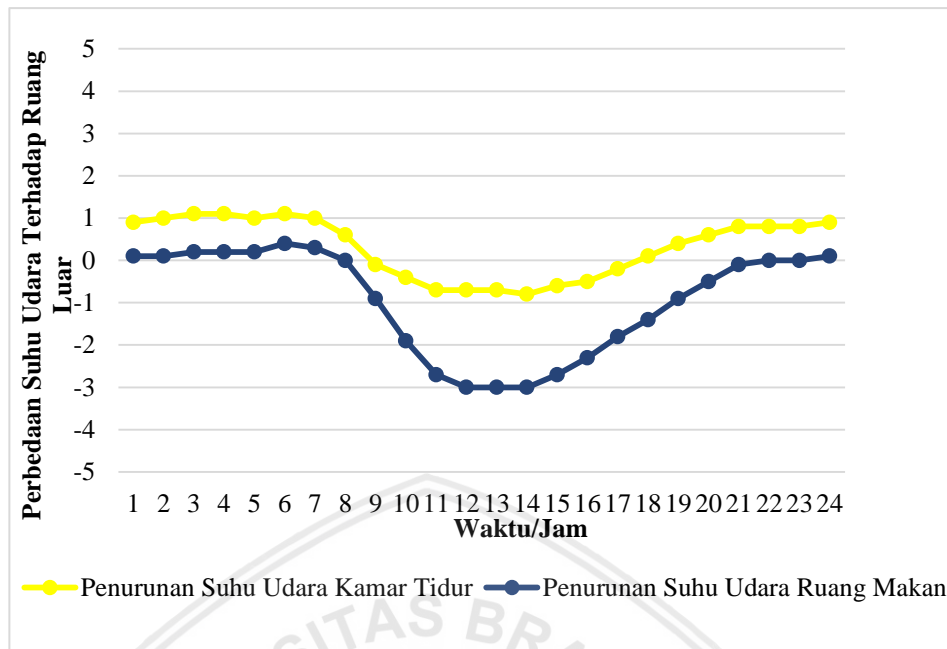


Gambar 4.70 Grafik selisih penurunan suhu udara antar ruang luar dan ruang dalam rumah Djuduk Ferianto.

Hasil grafik diatas menunjukkan selisih penurunan suhu udara pada ruang makan dan kamar tidur terhadap ruang luar yang tertinggi terjadi pada jam 14.00 WIB yaitu sebesar $-3,1^{\circ}\text{C}$ - $-4,7^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pada area void selisih penurunan suhu udara tertinggi terjadi pada jam 13.00 WIB sebesar $-4,4^{\circ}\text{C}$. Hasil pengukuran juga menunjukkan bahwa selisih penurunan suhu udara terendah pada ruang void terjadi jam 21.00 WIB sebesar $-0,2^{\circ}\text{C}$, pada ruang makan terjadi jam 22.00 WIB yaitu sebesar $-0,1^{\circ}\text{C}$, dan pada kamar tidur terjadi jam 20.00 WIB sebesar $-0,3^{\circ}\text{C}$.

Grafik pengukuran diatas menunjukkan pada void selisih penurunan suhu udara terjadi pada jam 09.00 – jam 21.00 WIB yaitu dengan rentang selisih suhu udara sebesar $-0,2^{\circ}\text{C}$ - $-4,4^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pada ruang makan selisih penurunan suhu terjadi pada jam 08.00 – jam 22.00 WIB dengan rentang selisih penurunan suhu udara yaitu $-0,1^{\circ}\text{C}$ - $-3,1^{\circ}\text{C}$. Pada kamar tidur selisih penurunan suhu udara terjadi pada jam 10.00 – jam 20.00 WIB yaitu dengan rentang suhu udara sebesar $-0,3^{\circ}\text{C}$ - $-4,7^{\circ}\text{C}$.

2. Rumah Lantip Kuswala Daya

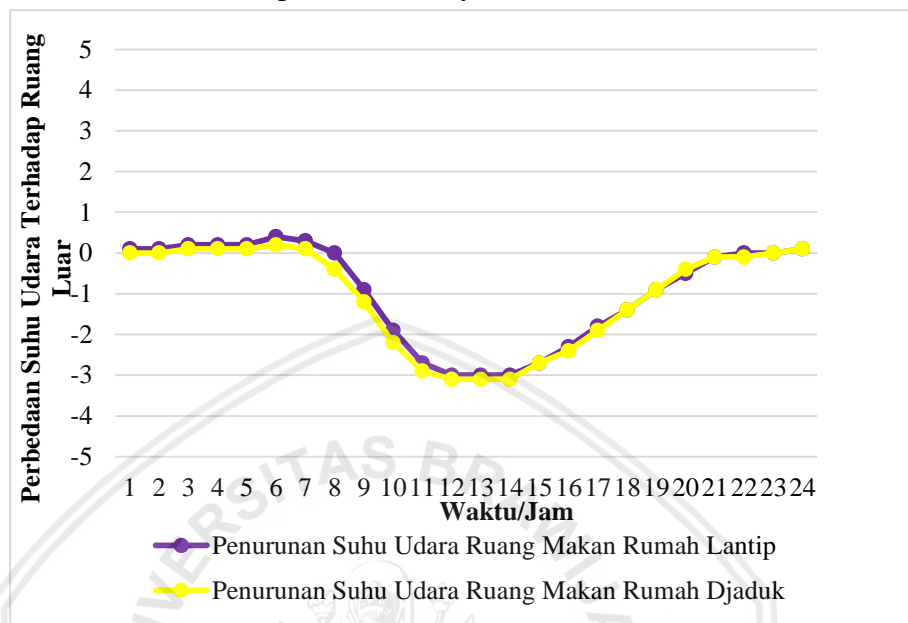


Gambar 4.71 Grafik selisih penurunan suhu udara antar ruang luar dan ruang dalam rumah Lantip Kuswala Daya.

Hasil grafik pengukuran diatas menunjukkan selisih penurunan suhu udara tertinggi pada ruang makan sebesar $-0,8^{\circ}\text{C}$ dan kamar tidur sebesar -3°C terhadap ruang luar terjadi pada jam 14.00 WIB. Sedangkan selisih penurunan suhu udara terendah pada ruang makan sebesar $-0,1^{\circ}\text{C}$ terjadi pada jam 09.00 WIB dan kamar tidur sebesar $-0,1^{\circ}\text{C}$ terjadi pada jam 21.00 WIB. Berdasarkan hasil grafik pengukuran diatas menunjukkan pada ruang makan selisih penurunan suhu terjadi pada jam 09.00 – jam 21.00 WIB dengan rentang selisih penurunan suhu udara yaitu $-0,1^{\circ}\text{C}$ - -3°C . Pada kamar tidur selisih penurunan suhu udara terjadi pada jam 09.00 – jam 17.00 WIB yaitu dengan rentang suhu udara sebesar $-0,1^{\circ}\text{C}$ - $-0,8^{\circ}\text{C}$.

B. Perbandingan Penurunan Suhu Antar Ruang Dalam Pada Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya

1. Perbandingan Ruang Makan Rumah Djaduk Ferianto dengan Ruang Makan Rumah Lantip Kuswala Daya

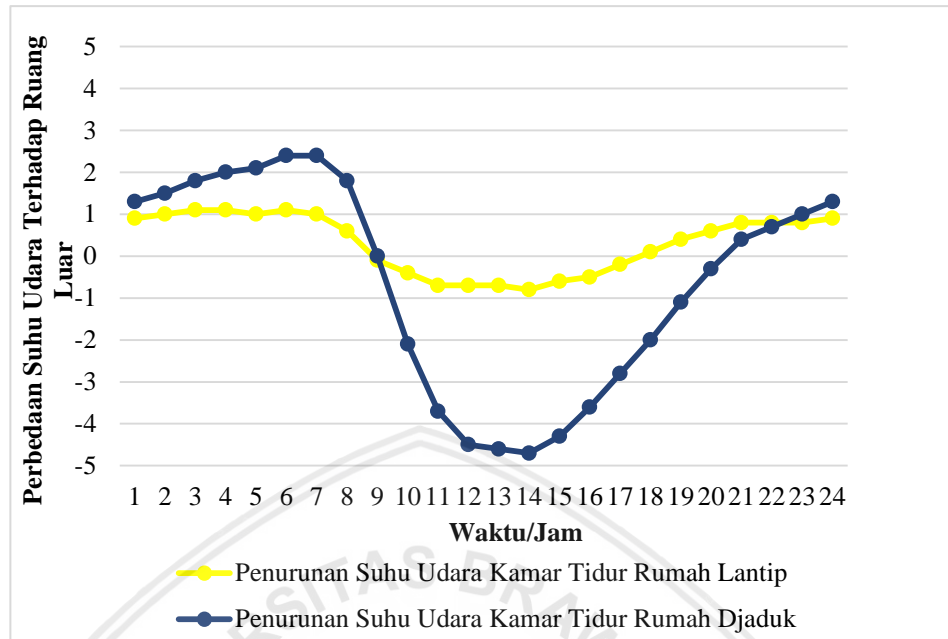


Gambar 4.72 Grafik perbandingan selisih penurunan suhu udara ruang makan antar rumah Lantip Kuswala Daya dan rumah Djaduk Ferianto

Berdasarkan hasil grafik pengukuran menunjukkan selisih penurunan suhu udara pada ruang makan rumah tinggal Djaduk Ferianto lebih tinggi dibandingkan dengan ruang makan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya terjadi pada jam 08.00 – jam 16.00 WIB. Pada ruang makan rumah tinggal Djaduk Ferianto penurunan suhu udara lebih cepat terjadi yaitu pada jam 07.00 WIB, sedangkan pada ruang makan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini penurunan suhu udara terjadi pada jam 08.00 WIB.

Berdasarkan penjelasan grafik, selisih penurunan suhu udara pada ruang makan lebih tinggi rumah Djaduk Ferianto daripada rumah Lantip Kuswala Daya. Dari analisis visual yang telah dilaksanakan dan sesuai dengan teori, hal tersebut disebabkan karena rumah tinggal ini belum menerapkan lubang ventilasi pada ruang atap dan juga tidak terdapat kisi-kisi ataupun lubang ventilasi pada elemen arsitektural.

2. Perbandingan Kamar Tidur Rumah Djaduk Ferianto dengan Kamar Tidur Rumah Lantip Kuswala Daya



Gambar 4.73 Grafik perbandingan selisih penurunan suhu udara kamar tidur antar rumah Lantip Kuswala Daya dan rumah Djaduk Ferianto.

Pada hasil grafik pengukuran menjelaskan selisih penurunan suhu udara kamar tidur rumah Djaduk Ferianto lebih tinggi dibandingkan dengan kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya. Pada kamar tidur rumah Djaduk Ferianto penurunan suhu udara lebih lambat terjadi yaitu pada jam 09.00 WIB, sedangkan pada kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya penurunan suhu terjadi pada jam 08.00 WIB.

Berdasarkan uraian penjelasan diatas bahwa nilai selisih penurunan suhu pada kamar tidur lebih tinggi rumah Djaduk Ferianto dibandingkan dengan rumah Lantip Kuswala Daya. Hasil dari analisis visual yang telah dilakukan, hal tersebut disebabkan oleh perbedaan rancangan atap berupa lubang ventilasi pada ruang atap yang belum diterapkan dan serta kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural yang belum diterapkan pada kedua rumah tinggal karya Eko Prawoto ini.

4.3.5 Kesimpulan Hasil Evaluasi Penerapan Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara Terhadap Kinerja Termal Lingkungan Pada Kedua Objek Bangunan Rumah Tinggal Djaduk Ferianto dan Rumah Tinggal Lantip Kuswala Daya

Analisis penerapan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara dilakukan dengan metode analisis visual pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui kesesuaian penerapan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara pada kedua objek penelitian bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto. Dari hasil analisis tersebut nantinya akan dijadikan dasar sebagai analisis tahap selanjutnya dan modifikasi desain.

Hasil dari evaluasi penerapan Kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara ini dapat berpengaruh terhadap kinerja termal lingkungan pada kedua objek penelitian bangunan rumah tinggal yaitu rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto ini. Berdasarkan hasil analisis kinerja termal lingkungan menjelaskan bahwa rata-rata suhu udara pada kedua objek bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto ini dibawah suhu netral pada jam 06.00 – jam 08.00 WIB dan pada jam 08.00 – jam 24.00 rata-rata suhu udaranya melebihi suhu netral. Hasil analisis kinerja termal lingkungan menunjukkan rata-rata kelembaban udara pada kedua objek penelitian rumah Djaduk dan rumah Lantip ini mengalami peningkatan pada pagi hari dan penurunan kelembaban udara pada siang hari. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara diantaranya ialah orientasi bangunan, memaksimalkan potensi tapak, rancangan ruang dalam, rancangan atap berupa lubang ventilasi pada ruang atap dan rancangan bukaan berupa kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural, ruang dalam yang berhubungan langsung dengan ruang luar.

4.4 Rekomendasi Desain

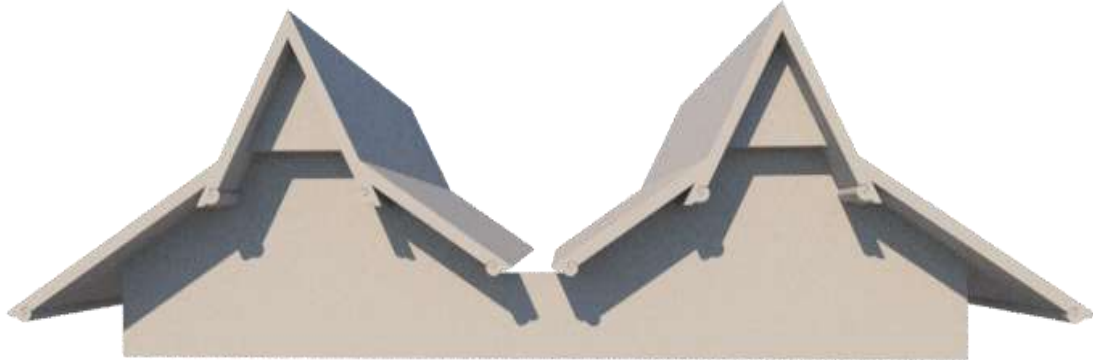
Berdasarkan analisis visual, analisis kinerja termal lingkungan, dan analisis kinerja penurunan suhu dilakukan modifikasi desain pada kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara dapat dimodifikasi ialah rancangan atap berupa lubang ventilasi pada ruang atap dan rancangan bukaan berupa kisi-kisi atau lubang ventilasi. Kriteria-kriteria tersebutlah yang akan dianalisis lebih lanjut serta dilakukan modifikasi desain untuk meningkatkan kinerja termal lingkungan serta kenyamanan suhu udara pada bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Karya Eko Prawoto Karya Eko Prawoto ini.

A. Modifikasi Desain Rancangan Atap Berupa Lubang Ventilasi Pada Ruang Atap

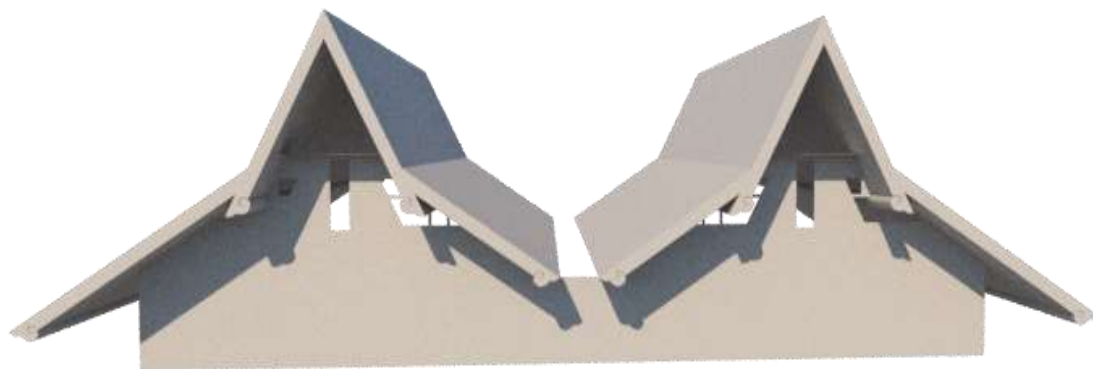
1. Rumah Djaduk Ferianto

Pada bangunan rumah Djaduk Ferianto ini tidak ada lubang ventilasi pada atap. Atap berhubungan langsung dengan ruang di bawahnya tanpa ada ruang atapnya. Sehingga memungkinkan panas dari matahari langsung masuk ke dalam ruang yang ada di bawahnya tanpa perantara dan dapat meningkatkan suhu udara didalam ruang tersebut. Maka dari itu dibutuhkan lubang ventilasi pada ruang atap sehingga dapat mengurangi peningkatan suhu udara di dalam ruang.

Berdasarkan analisis visual, kriteria desain Arsitektur Tropis yang belum diterapkan sebesar 9,1% yaitu berupa salah satunya rancangan atap. Pada atap rumah Djaduk Ferianto akan ada modifikasi desain berupa lubang ventilasi pada gawel sisi sebelah timur laut dan babarat data. Modifikasi desain yang dilakukan tidak merubah bentuk aslinya, hanya akan ada penambahan dan pergantian material. Modifikasi desain yang dilakukan yaitu dengan mengganti material kaca dengan kisi-kisi atau lubang ventilasi berbahan dasar kayu.



Gambar 4.74 Ruang atap rumah Djaduk sebelum modifikasi.



Gambar 4.75 Alternatif 1 ruang atap rumah Djaduk sesudah modifikasi.

Modifikasi yang pertama, membuat lubang ventilasi pada gawel yang berbahan material kaca dengan menggantinya menggunakan kayu yang berukuran 1 meter dengan diameter 10 centimeter yang disusun secara horizontal dengan kerapatan 5 centimeter.



Gambar 4.76 Alternatif 2 ruang atap rumah Djaduk sesudah modifikasi.

Modifikasi kedua, membuat lubang ventilasi pada gawel yang berbahan material kaca menggantinya dengan menggunakan kayu yang berukuran 80 centimeter dengan diameter 10 centimeter yang disusun secara vertikal dengan kerapatan 10 centimeter

. Kedua alternatif tersebut merupakan modifikasi desain yang dilakukan sesuai dengan analisis visual (berdasarkan teori kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara), analisis kinerja termal lingkungan dan analisis kinerja penurunan suhu (berdasarkan dari pengukuran lapangan). Diharapkan alternatif tersebut dapat menambah penurunan suhu udara dalam bangunan rumah tinggal tersebut. Sehingga kenyamanan suhu pada ruang dalam bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto ini menjadi nyaman.

2. Rumah Lantip Kuswala Daya

Hasil analisis visual berdasarkan teori kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara, pada rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini tidak terdapat lubang ventilasi pada atapnya sama halnya seperti rumah Djaduk Ferianto. Kondisi atap bangunan rumah tinggal ini memiliki volume atap yang tinggi dan besar. Volume atap rumah ini sebesar 201,34 m² dan dengan ketinggian atap 3,25 meter. Akan tetapi tidak ada ruang atap pada bangunan rumah tinggal ini. Sehingga panas matahari langsung masuk ke bawah ruang yang ada di bawah atap tanpa perantara. Sehingga mengakibatkan suhu ruang dalam bangunan ini menjadi meningkat.

Sebagai solusi tersebut membuat modifikasi desain pada atap berupa lubang ventilasi yang sesuai dengan teori kriteria desain arsitektur tropis nusantara dan tidak merubah bentuk asli dari arsiteknya. Modifikasi berupa lubang ventilasi pada atap dibuat pada sisi bagian utara maupun selatan gawel. Gawel pada rumah tinggal Lantip Kuswala Daya berbahan material dari kayu yang disusun secara horizontal dan tidak terdapat lubang ventilasi.



Gambar 4.77 Ruang atap Rumah Lantip Kuswala Daya sebelum modifikasi.

Modifikasi desain yang pertama dengan membuat modifikasi desain dengan membuat lubang ventilasi pada gawel bagian utara maupun selatan dengan membuat lubang sebesar 5% dari luas gawel tersebut dan penambahan berupa kisi-kisi dari kayu yang disusun secara vertikal agar faktor-faktor alam tidak langsung masuk kedalam ruangan bangunan seperti debu, dan lain sebagainya.



Gambar 4.78 Alternatif 1 lubang ventilasi pada ruang atap rumah Lantip Kuswala Daya.

Modifikasi desain yang kedua dengan membuat modifikasi desain dengan membuat lubang ventilasi pada gawel bagian utara maupun selatan dengan membuat lubang sebesar 5% dari luas gawel tersebut dengan posisi lubang ventilasi yang berbeda dari modifikasi desain yang pertama. Selain itu penambahan berupa kayu dengan ketebalan 5 centimeter yang disusun secara sesuai bentuk gawel rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini.



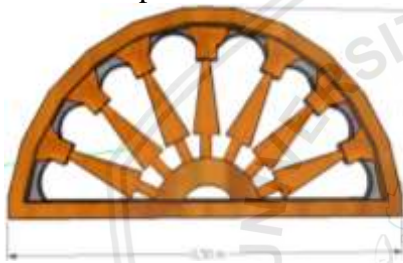
Gambar 4.79 Alternatif 2 lubang ventilasi pada ruang atap rumah Lantip Kuswala Daya

Rekomendasi desain dilakukan berdasarkan pada analisis visual yang telah dilakukan dari teori tentang kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara. Kedua alternatif modifikasi desain tersebut merupakan modifikasi desain ini diharapkan dapat menurunkan suhu udara dalam bangunan rumah tinggal ini. Sehingga kenyamanan suhu pada ruang dalam bangunan rumah tinggal Kuswala Daya menjadi nyaman.

B. Modifikasi Desain Rancangan Bukaan Berupa Kisi-kisi atau Lubang Ventilasi Pada Elemen Arsitektural

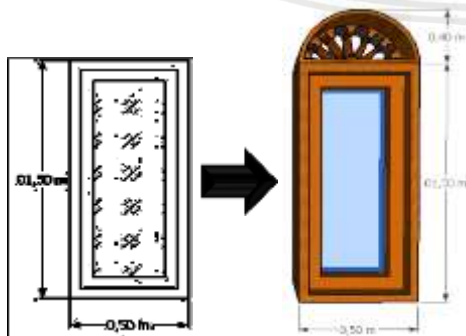
1. Rumah Djaduk Ferianto dan Rumah Lantip Kuswala Daya

Rekomendasi desain dilakukan sesuai dengan analisis visual yang telah dilakukan berdasarkan teori mengenai kriteria Arsitektur Tropis Nusantara. Berdasarkan analisis visual, kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara yang dimodifikasi kedua ialah rancangan bukaan yaitu berupa kisi-kisi atau lubang ventilasi pada ruang atap. Pada analisis visual kedua objek penelitian ini tidak menerapkan kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural, sehingga menyebabkan suhu udara dan kelembaban udara menjadi tidak nyaman, khususnya pada kamar tidur. Sehingga dilakukan modifikasi desain berupa kisi-kisi pada elemen arsitektural.

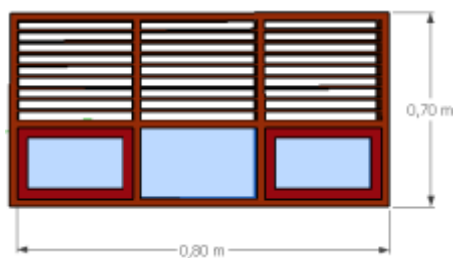


Gambar 4.80 Alternatif 1 kisi-kisi kayu .

Alternatif modifikasi desain kisi-kisi atau lubang ventilasi yang pertama adalah membuat kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural yaitu jendela yang terbuat dari kayu dengan bentuk setengah lingkaran. Peletakkan kisi-kisi kayu ini diletakkan pada bagian atas dari jendela. Ukuran kisi-kisi atau lubang ventilasi ini yaitu 0,5 meter x 0,4 meter dengan bahan material yang digunakan adalah kayu menyesuaikan dengan material elemen arsitekturalnya.

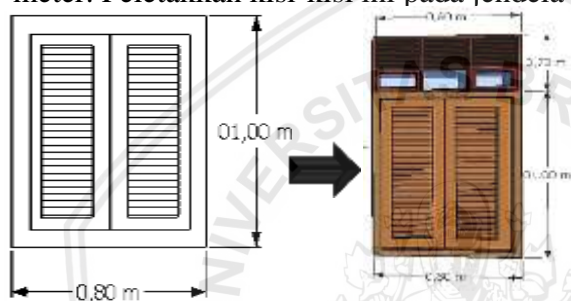


Gambar 4.81 Penerapan kisi-kisi kayu pada jendela.



Gambar 4.82 Alternatif 2 kombinasi kisi-kisi kayu dengan kaca.

Modifikasi desain kisi-kisi atau lubang ventilasi yang kedua adalah membuat kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural yaitu jendela yang berbahan material kombinasi antara kayu dengan kaca. Bentuk lubang ventilasi atau kisi-kisi ini persegi panjang dengan ukuran 0,7 meter x 0,80 meter. Peletakkan kisi-kisi ini pada jendela dengan 2 daun jendela.

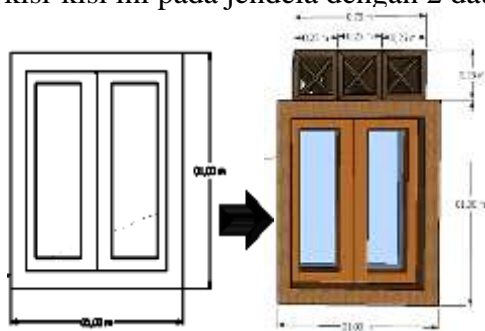


Gambar 4.83 Penerapan kombinasi kisi-kisi pada jendela.



Gambar 4.84 Alternatif 3 roster kayu.

Modifikasi desain kisi-kisi yang terakhir yaitu membuat kisi-kisi pada elemen arsitektural pada jendela yaitu roster dengan material menggunakan kayu. Bentuk kisi-kisi ini persegi dengan ukuran 0,25 meter x 0,25 meter. Peletakkan kisi-kisi ini pada jendela dengan 2 daun jendela.



Gambar 4.85 Penerapan kisi-kisi roster kayu pada jendela.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penerapan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara pada kedua objek penelitian bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto ini mengacu pada Karyono (2016) tentang Arsitektur Tropis dan Nugroho (2016) mengenai Arsitektur Tropis Nusantara. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pada kedua objek penelitian yaitu rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya ini dapat diketahui bahwa bangunan rumah tinggal Karya Eko Prawoto telah menerapkan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara sebesar 90,9% yaitu terdiri dari kondisi tapak, orientasi bangunan, bentuk massa, volume atap, ketinggian ruang dalam bangunan, penggunaan material alam dan lokal, ruang komunal, sistem hirarki pada ruang, penghawaan alami, serta ruang dalam berhubungan langsung dengan runag luar. Sedangkan yang tidak terpenuhi atau belum sesuai dengan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara sebesar 9,1% yaitu rancangan atap berupa lubang ventilasi pada ruang atap dan rancangan bukaan berupa kisi-kisi pada elemen arsitektural. Kriteria yang tidak sesuai dijadikan dasar sebagai modifikasi desain pada kedua objek penelitian bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto ini.

Pada kedua objek penelitian bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto ini kinerja termal lingkungan dominan pada zona suhu netral atau zona nyaman yaitu dengan rentang suhu $23,3^{\circ}\text{C} - 28,3^{\circ}\text{C}$. Nilai suhu rata-rata kedua objek penelitian bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto ini dibawah suhu netral pada pukul 06.00 – pukul 08.00 WIB.

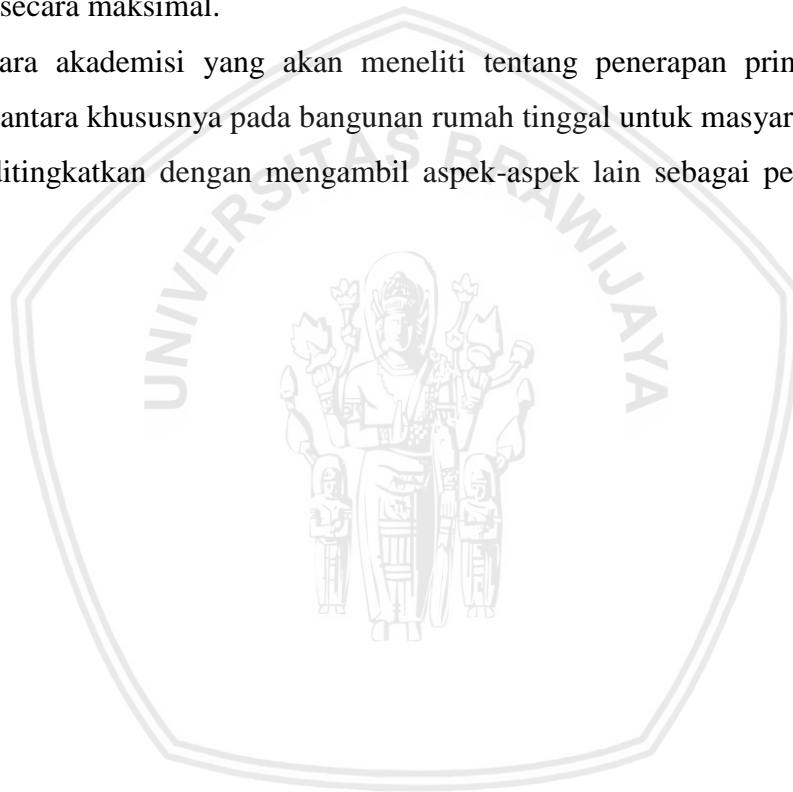
Kinerja penurunan suhu udara kamar tidur rumah Djaduk Ferianto lebih tinggi dibandingkan dengan kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya yaitu dengan rentang selisih penurunan suhu udara sebesar 0,1 - -3,9. Selisih penurunan suhu udara pada ruang makan rumah tinggal Djaduk Ferianto lebih tinggi dibandingkan dengan ruang makan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya terjadi pada jam 08.00 – jam 16.00 WIB.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian ini memiliki masih banyak kekurangan dan kelebihan. Kekurangan tersebut dapat menjadi saran untuk diperbaiki dan kelebihan tersebut dapat diterapkan manfaatnya untuk kedepan. Berikut ini adalah beberapa saran yang diberikan kepada masing-masing pihak terkait kelebihan dan kekurangan dalam penelitian.

Bagi para arsitek yang terlibat dalam perancangan bangunan khususnya rumah tinggal untuk masyarakat sebaiknya dapat menerapkan konsep Arsitektur Tropis Nusantara pada setiap karyanya, bahkan lebih baik lagi apabila konsep-konsep tersebut diterapkan secara maksimal.

Bagi para akademisi yang akan meneliti tentang penerapan prinsip Arsitektur Tropis Nusantara khususnya pada bangunan rumah tinggal untuk masyarakat penelitian ini dapat ditingkatkan dengan mengambil aspek-aspek lain sebagai pelengkap aspek utama.



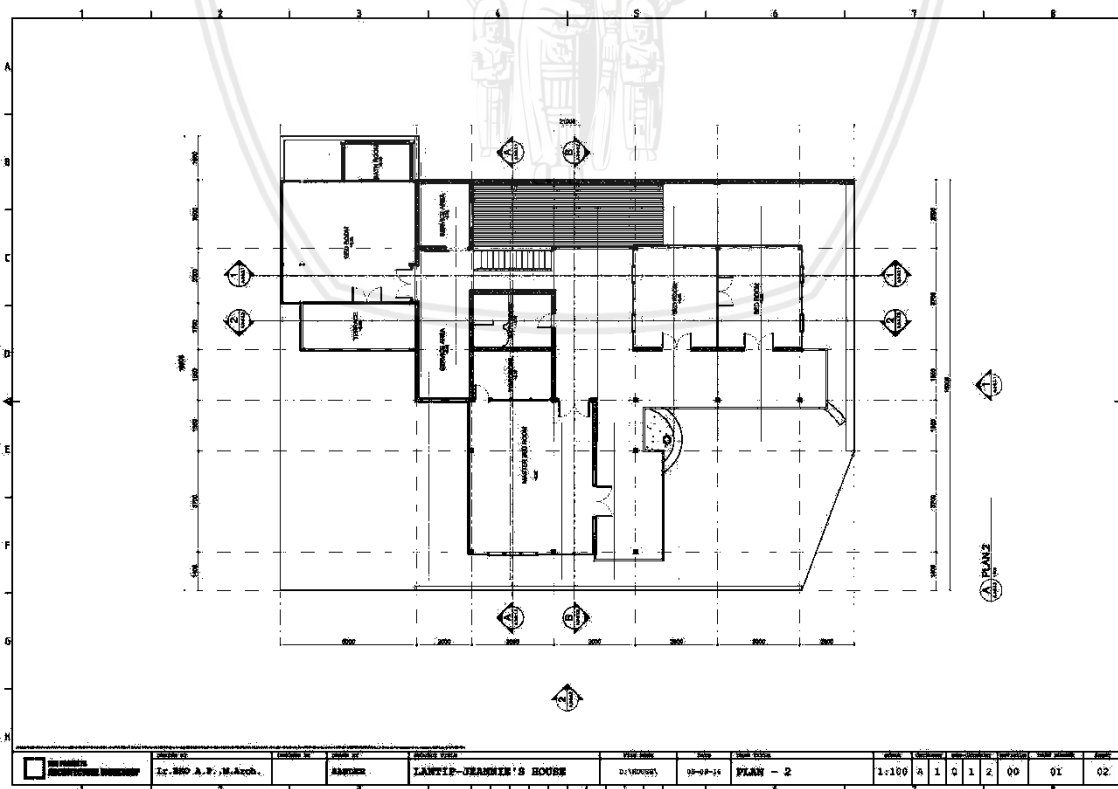
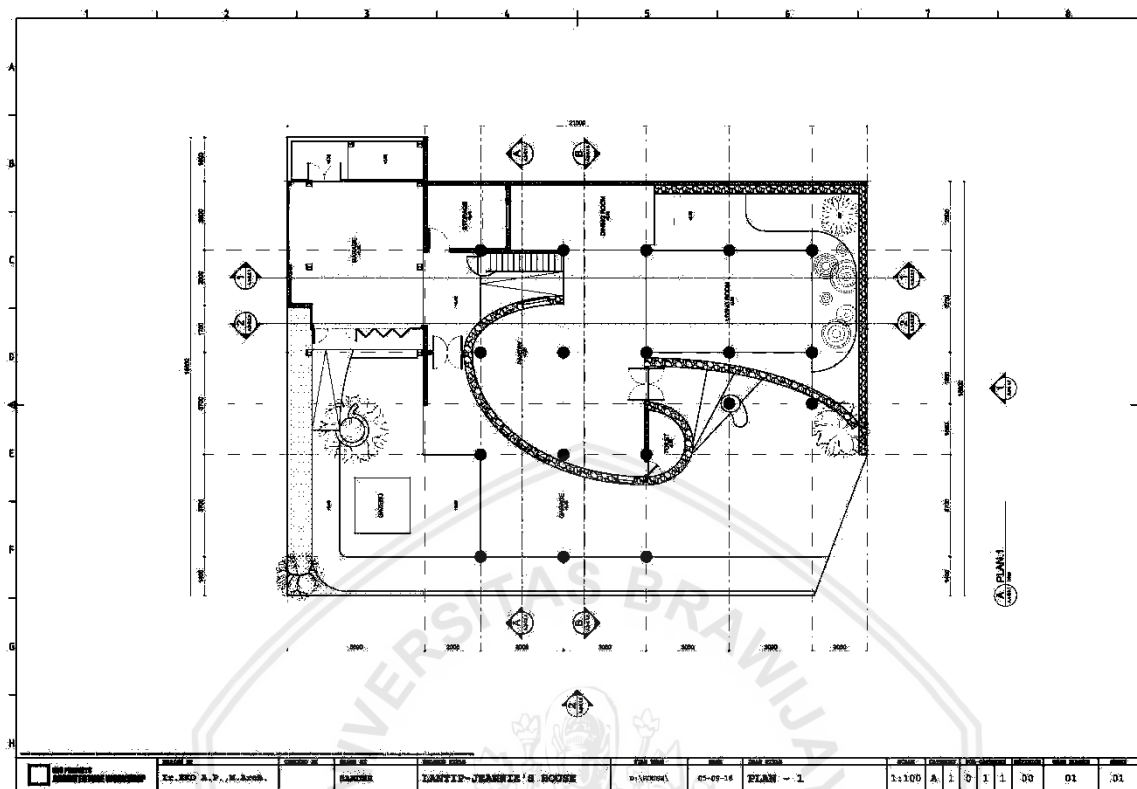
DAFTAR PUSTAKA

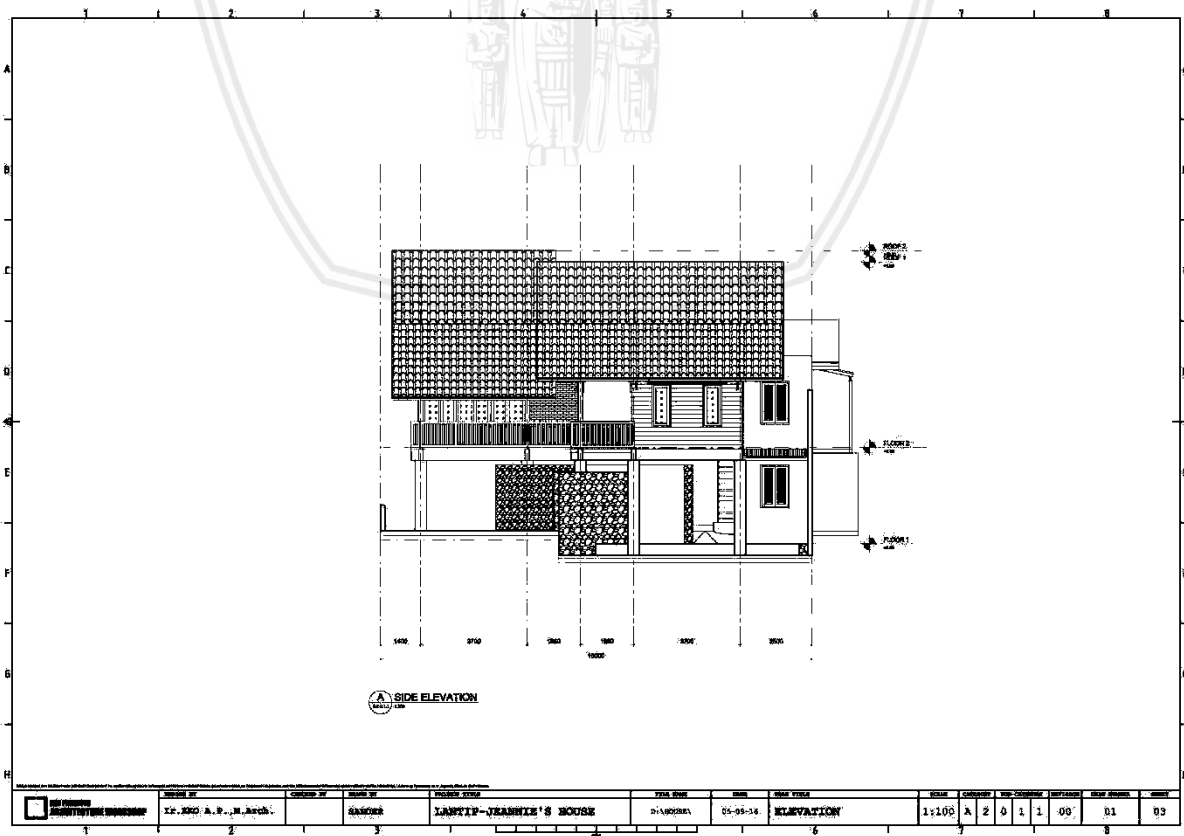
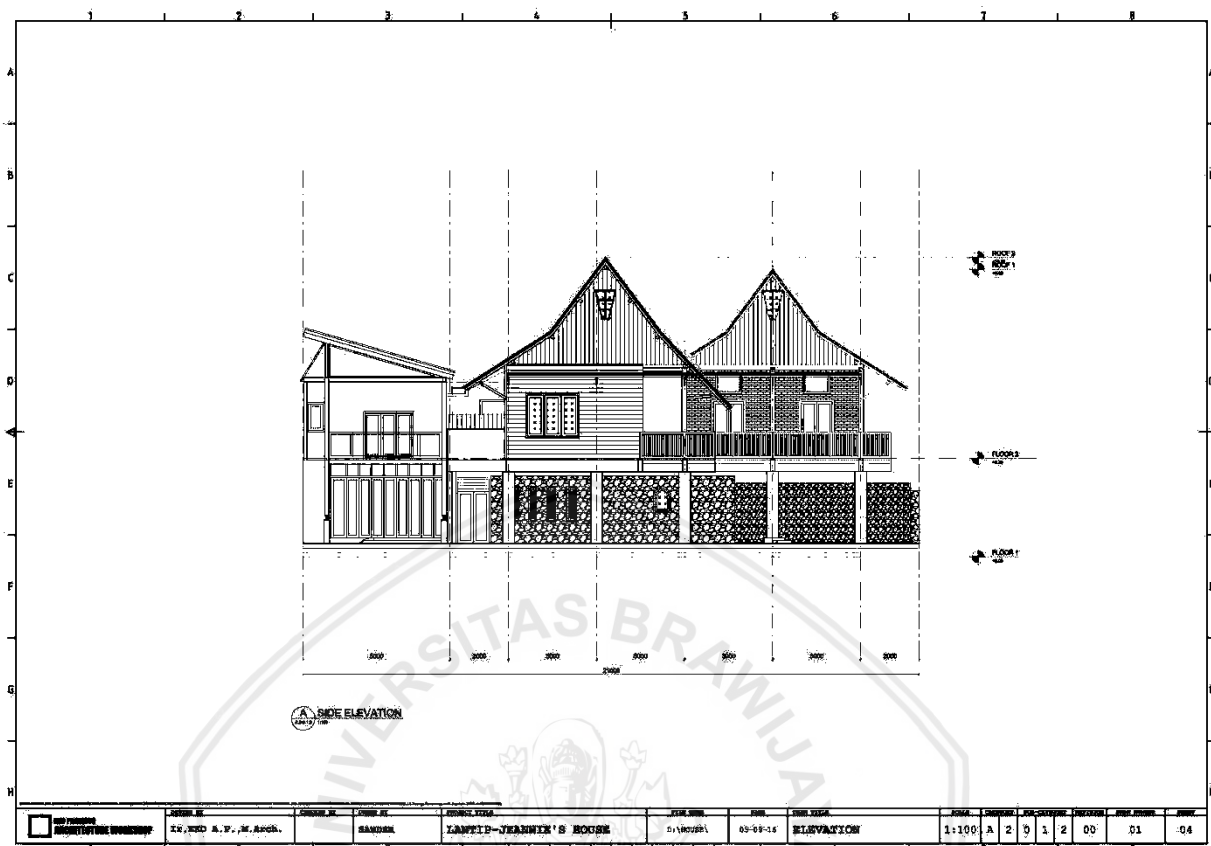
- Ariadina, Artha. 2009. *Bedah Rumah Orang Beken: Rancangan Ir. Eko Prawoto M. Arch.* IAI. Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Frick, Heinz. 1997. *Dasar-dasar Eko-arsitektur.* Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Karyono, T.H. 2016. *Arsitektur Tropis: Bentuk, Teknologi, Kenyamanan, dan Penggunaan Energi.* Jakarta: Penerbit Erlangga
- Karyono, Tri Harso. 2009. *Permukiman Tropis Berkonsep Hijau Ramah Lingkungan.* Semarang: Direktorat Jendral Cipta Karya
- Latifah, Nur Laela. 2013. *Fisika Bangunan I.* Jakarta: Griya Kreasi
- Lipsmeier, George. 1980. *Bangunan Tropis.* Jakarta: Erlangga
- Melaragno, Michele. 1982. *Wind in Architectural and Environment Design.* New York: Van Nostrand Reinhold Co., c1982.
- Satwiko, Prasasto. 2004. *Fisika Bangunan I.* Yogyakarta: Penerbit Andi
- KP, RM. Bambang Setyohadi. 2011. *Kajian Kenyamanan Thermal Pada Bangunan Rumah Tinggal Arsitektur Kolonial Modern (Studi Kasus: Rumah Tinggal Karya Arsitek Liem Bwan Tjie.* Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan Volume 13. Semarang: Universitas Negeri Semarang
- Nugroho, Agung Murti. 2015. *Nuansa Tropis Nusantara, Alternatif Gaya Rumah Masa Kini.* Jurnal Permukiman Edisi 8. Jawa Timur: Dinas Pekerjaan Umum, Cipta Karya, dan Tata Ruang Provinsi Jawa Timur
- Nugroho, Agung Murti. 2015. *Rumah Ramah Lingkungan.* Jurnal Permukiman Edisi 8. Jawa Timur: Dinas Pekerjaan Umum, Cipta Karya, dan Tata Ruang Provinsi Jawa Timur
- Satwiko, Prasasto. 1999. *Traditional Javanese Residential Architecture Designs and Thermal Comfort.* Wellington: Victoria University of Wellington
- Susilowati, Diana dan Feri Wahyudi. 2014. *Kajian Pengaruh Penerapan Arsitektur Tropis Terhadap Kenyamanan Termal Pada Bangunan Publik Menggunakan Software Ecotech Studi kasus: Perpustakaan Universitas Indonesia.* Jurnal Desain Konstruksi Volume 13. Depok: Universitas Gunadarma



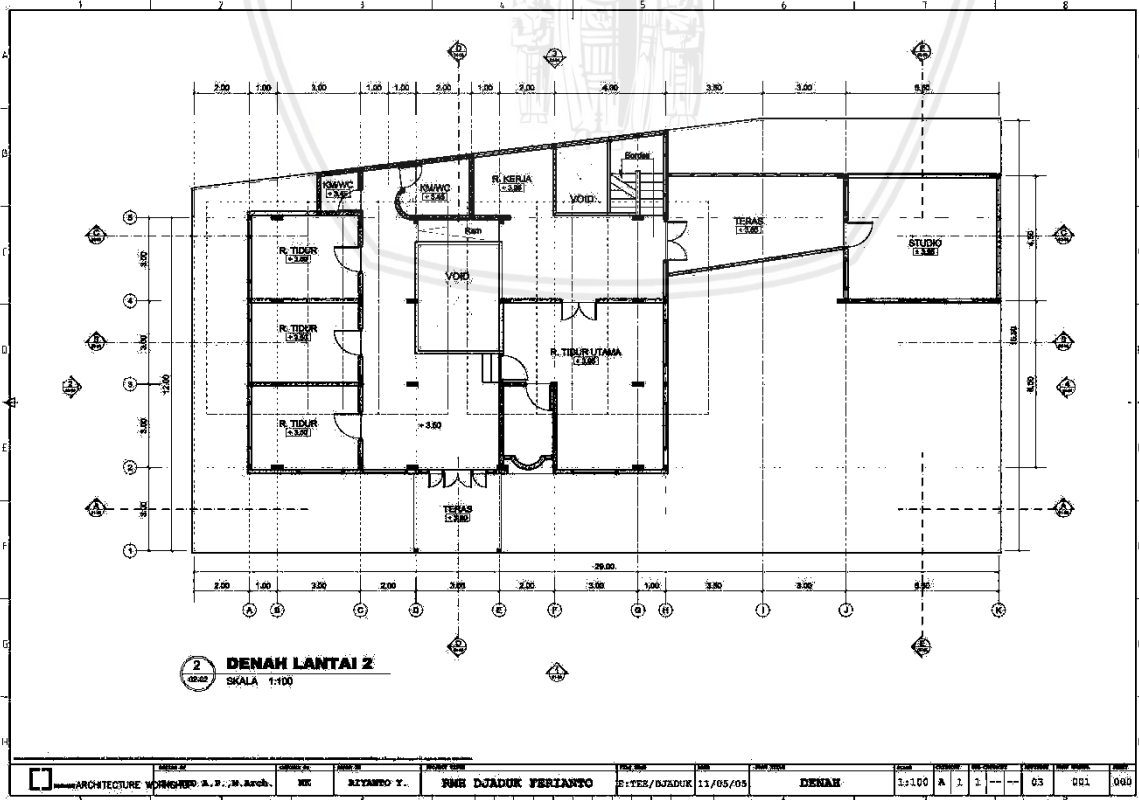
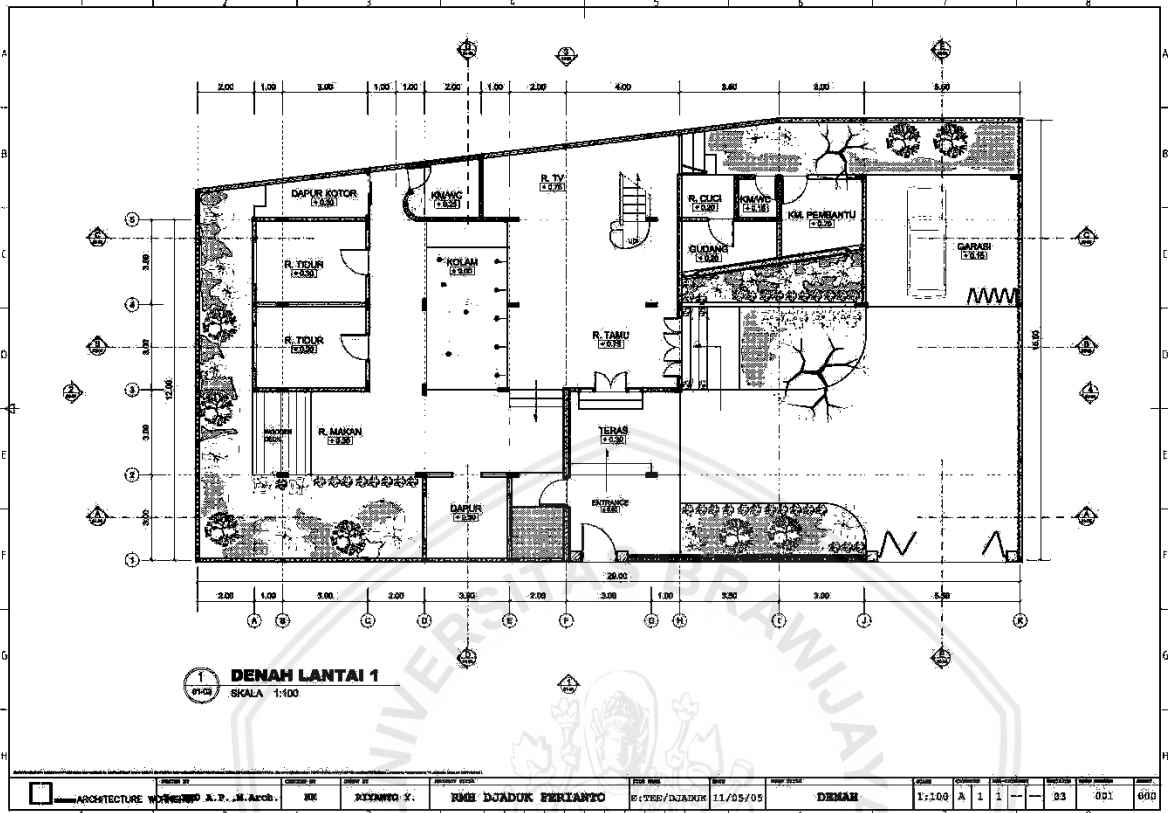
LAMPIRAN

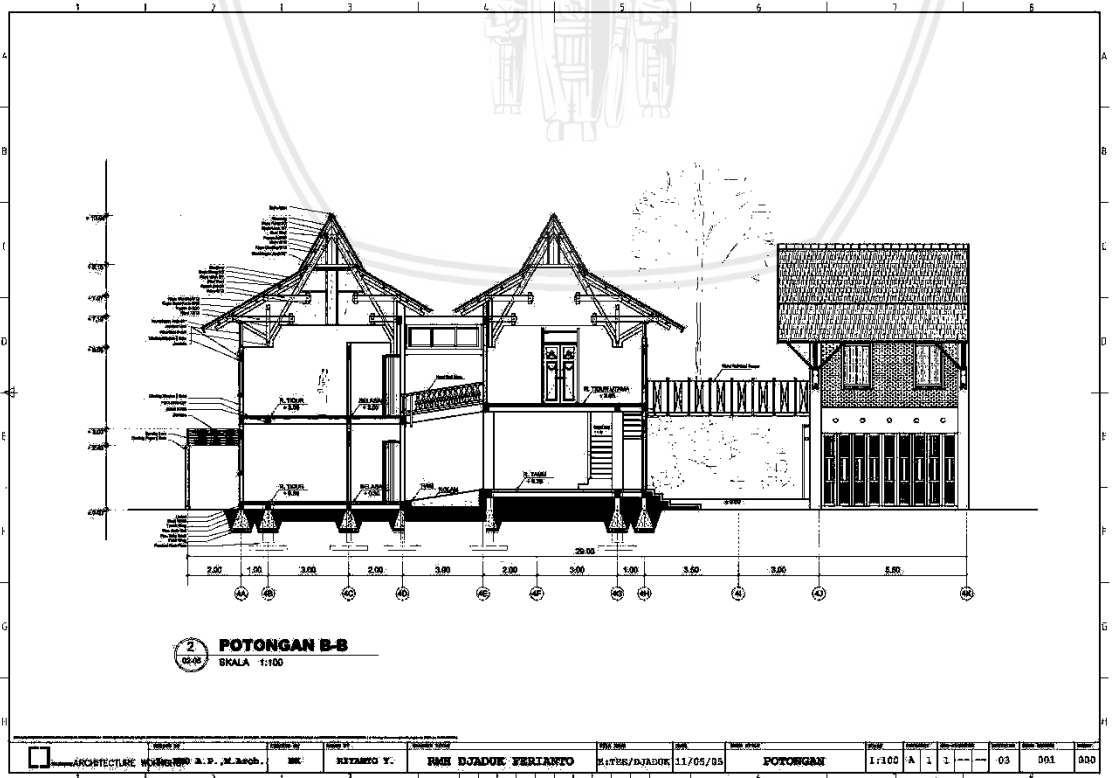
Lampiran 1 Gambar Kerja Rumah Lantip Kusawala Daya





Lampiran 2 Gambar Kerja Rumah Djaduk Ferianto







Lampiran 3 Data Pengukuran Suhu Udara dan Kelembaban Udara Rumah Djaduk Ferianto

Data Pengukuran Suhu Udara					
Tanggal	Waktu/Jam	Suhu (°C)			
		Ruang Luar	Ruang Makan	Void	Kamar Tidur
2019-04-10	00.00	27,3	27	27,2	27,9
2019-04-10	01.00	26,9	26,8	27	27,8
2019-04-10	02.00	26,6	26,7	26,9	27,9
2019-04-10	03.00	26,4	26,5	26,7	27,9
2019-04-10	04.00	26,1	26,1	26,4	27,8
2019-04-10	05.00	25,0	25,8	26,2	27,8
2019-04-10	06.00	25,7	25,4	25,9	27,7
2019-04-10	07.00	25,5	25,4	25,8	27,3
2019-04-10	08.00	26,7	25,9	26,1	27,1
2019-04-10	09.00	29,7	27	26,6	27,2
2019-04-10	10.00	31,5	28,3	27,5	27,5
2019-04-10	11.00	32,2	29	28	27,7
2019-04-10	12.00	33,0	30	28,7	27,7
2019-04-10	13.00	33,5	30,4	29,1	27,8
2019-04-10	14.00	33,3	30,6	29,7	28
2019-04-10	15.00	33,1	30,5	29,5	28,2
2019-04-10	16.00	32,3	30,1	29,3	28,8
2019-04-10	17.00	31,7	29,8	29,2	28,3
2019-04-10	18.00	30,2	29,1	28,8	28,6
2019-04-10	19.00	29,1	28,5	28,4	28,4
2019-04-10	20.00	28,4	28	28,1	28,3
2019-04-10	21.00	28,1	27,9	27,9	28,3
2019-04-10	22.00	27,7	27,6	27,7	28,4
2019-04-10	23.00	27,5	27,4	27,6	28,4
2019-04-11	00.00	27,3	27,2	27,4	28,4
2019-04-11	01.00	27,1	27,1	27,2	28,4
2019-04-11	02.00	26,9	26,9	27,1	28,3
2019-04-11	03.00	26,7	26,9	27	28,3
2019-04-11	04.00	26,7	26,9	27	28,3
2019-04-11	05.00	26,7	26,9	27	28,2
2019-04-11	06.00	26,4	26,5	26,7	28,2
2019-04-11	07.00	27,3	26,4	26,5	27,8
2019-04-11	08.00	28,3	27,3	27	27,7
2019-04-11	09.00	29,8	27,9	27,4	27,7
2019-04-11	10.00	30,9	28,5	27,9	27,9
2019-04-11	11.00	32,3	29,1	28,4	28,2
2019-04-11	12.00	32,3	29,5	28,7	28,5
2019-04-11	13.00	32,5	29,7	29	28,5
2019-04-11	14.00	32,5	30,1	29,3	28,5
2019-04-11	15.00	32,3	29,8	29,1	29

2019-04-11	16.00	30,5	29	28,7	28,7
2019-04-11	17.00	29,8	28,8	28,5	28,5
2019-04-11	18.00	28,7	28,3	27,9	28,4
2019-04-11	19.00	27,4	27,5	27,5	28,3
2019-04-11	20.00	26,5	27	27	28,4
2019-04-11	21.00	25,9	26,2	26,7	28,3
2019-04-11	22.00	26	26,4	26,5	28,2
2019-04-11	23.00	25,8	26,2	26,6	28,1
2019-04-12	00.00	25,5	25,8	26,3	27,8
2019-04-12	01.00	25,4	25,7	26,1	27,9
2019-04-12	02.00	25,1	25,4	25,8	27,8
2019-04-12	03.00	24,8	25,1	25,5	27,7
2019-04-12	04.00	24,7	24,8	25,4	27,7
2019-04-12	05.00	24,3	24,7	25,2	27,6
2019-04-12	06.00	24,2	24,6	25,1	27,4
2019-04-12	07.00	24,7	24,3	25	27,2
2019-04-12	08.00	26,2	25,4	25,4	27,1
2019-04-12	09.00	29,2	26,8	26,2	27
2019-04-12	10.00	31,8	28,2	27,2	27,1
2019-04-12	11.00	32,6	29,2	27,9	27,7
2019-04-12	12.00	34	29,6	28,3	27,9
2019-04-12	13.00	33,3	30	28,6	27,7
2019-04-12	14.00	33,8	30,3	29,1	28,5
2019-04-12	15.00	33,7	30,5	29,4	29
2019-04-12	16.00	32,9	30,3	29,2	28,4
2019-04-12	17.00	31,8	29,8	29,2	28,7
2019-04-12	18.00	30,4	28,9	28,6	28,4
2019-04-12	19.00	29	28,4	28,3	28,1
2019-04-12	20.00	28,5	28	27,9	28,1
2019-04-12	21.00	28,1	27,8	27,7	28,1
2019-04-12	22.00	27,7	27,7	27,7	28,1
2019-04-12	23.00	27,5	27,4	27,5	28,1
2019-04-13	00.00	27,1	27,2	27,4	28,1
2019-04-13	01.00	27	27	27	28
2019-04-13	02.00	26,7	26,8	27	28,1
2019-04-13	03.00	26,7	26,9	27	28,1
2019-04-13	04.00	26,5	26,5	26,7	28,1
2019-04-13	05.00	26,2	26,3	26,6	28,1
2019-04-13	06.00	26,1	26,2	26,5	28
2019-04-13	07.00	26,3	26	26,3	27,8
2019-04-13	08.00	27,7	26,9	26,7	27,8
2019-04-13	09.00	29,3	27,3	27,1	27,9
2019-04-13	10.00	31,2	28,1	27,5	27,7
2019-04-13	11.00	32,4	28,7	28	27,8
2019-04-13	12.00	33	29,7	28,6	28,5
2019-04-13	13.00	33,8	30,5	29,4	29,2

2019-04-13	14.00	33,5	30,6	29,5	29,6
2019-04-13	15.00	32,6	30,3	29,3	29,7
2019-04-13	16.00	31,4	29,5	29	29,3
2019-04-13	17.00	30	28,8	28,5	28,7
2019-04-13	18.00	29,4	28,6	28,4	28,7
2019-04-13	19.00	28,9	28,4	28,1	28,7
2019-04-13	20.00	28,4	28	27,9	28,7
2019-04-13	21.00	28	27,8	27,8	28,5
2019-04-13	22.00	27,7	27,7	27,7	28,5
2019-04-13	23.00	27,7	27,6	27,6	28,4
2019-03-14	00.00	27,5	27,4	27,4	28,4
2019-03-14	01.00	27,4	27,2	27,2	28,4
2019-03-14	02.00	27,1	27,1	27,2	28,5
2019-03-14	03.00	26,9	27	27	28,5
2019-03-14	04.00	26,7	26,8	27	28,5
2019-03-14	05.00	26,5	26,6	26,8	28,4
2019-03-14	06.00	26,2	26,3	26,6	28,4
2019-03-14	07.00	26,4	26,2	26,5	28,4
2019-03-14	08.00	28,5	26,9	26,8	27,9
2019-03-14	09.00	30,7	28,1	27,4	28
2019-03-14	10.00	32	28,8	28	28
2019-03-14	11.00	32,9	30	28,6	28,1
2019-03-14	12.00	34	30,5	29,1	28,6
2019-03-14	13.00	34,4	30,7	29,5	29,1
2019-03-14	14.00	34,7	31,3	30	29,3
2019-03-14	15.00	34,1	31,6	30,1	29,9
2019-03-14	16.00	33,5	31,2	30,2	29,3
2019-03-14	17.00	32,8	30,9	30,2	29,6
2019-03-14	18.00	30,8	29,5	29,4	29,2
2019-03-14	19.00	29,6	28,9	28,9	28,9
2019-03-14	20.00	29	28,7	28,6	28,9
2019-03-14	21.00	28,6	28,5	28,5	28,9
2019-03-14	22.00	28,4	28,2	28,3	28,9
2019-03-14	23.00	28	28	28,1	28,9
2019-04-15	00.00	27,7	27,9	27,9	28,8
2019-04-15	01.00	27,4	27,5	27,7	28,8
2019-04-15	02.00	27,2	27,3	27,6	28,8
2019-04-15	03.00	27	27,1	27,3	28,8
2019-04-15	04.00	26,7	26,9	27,2	28,8
2019-04-15	05.00	26,5	26,6	27	28,7
2019-04-15	06.00	26,1	26,2	26,7	28,3
2019-04-15	07.00	25,9	26,1	26,5	28,1
2019-04-15	08.00	27,7	26,7	26,6	28,2
2019-04-15	09.00	29,8	28,5	27,7	28,2
2019-04-15	10.00	31,5	29,9	28,6	28,4
2019-04-15	11.00	33,1	30	29,1	28,9

2019-04-15	12.00	31,9	29,1	28,7	29,1
2019-04-15	13.00	32,8	29,3	28,6	29,1
2019-04-15	14.00	33	30,4	29,5	28,8
2019-04-15	15.00	29,8	28,4	28,2	28,7
2019-04-15	16.00	30,2	28,7	28,5	28,8
2019-04-15	17.00	29,9	28,9	28,5	28,7
2019-04-15	18.00	29,2	28,6	28,5	28,6
2019-04-15	19.00	28,4	28,3	28,2	28,6
2019-04-15	20.00	27,7	27,8	27,9	28,6
2019-04-15	21.00	27,6	27,7	27,7	28,7
2019-04-15	22.00	27,5	27,6	27,6	28,6
2019-04-15	23.00	27,3	27,3	27,5	28,7
2019-04-16	00.00	27,1	27,1	27,3	28,7
2019-04-16	01.00	27	27,1	27,2	28,6
2019-04-16	02.00	26,4	26,6	26,9	28,6
2019-04-16	03.00	26	26,2	26,5	28,5
2019-04-16	04.00	25,6	25,9	26,3	28,5
2019-04-16	05.00	25,4	25,7	26,1	28,4
2019-04-16	06.00	25,4	25,7	26,1	28,2
2019-04-16	07.00	26	25,6	26,1	27,9
2019-04-16	08.00	28,1	26,8	26,4	27,7
2019-04-16	09.00	29,7	27,9	27,2	27,8
2019-04-16	10.00	31,4	28,4	27,7	27,9
2019-04-16	11.00	31,9	29,1	28,4	28,3
2019-04-16	12.00	33	29,5	28,5	28,5
2019-04-16	13.00	32,6	30	29,3	28,8
2019-04-16	14.00	30,8	29,3	28,7	28,5
2019-04-16	15.00	30,1	28,2	28,1	28,5
2019-04-16	16.00	27,1	26,3	26,9	28,1
2019-04-16	17.00	26,5	25,9	26,3	27,9
2019-04-16	18.00	26,4	26,2	26,5	28
2019-04-16	19.00	26,5	26,3	26,6	28
2019-04-16	20.00	26,6	26,5	26,7	27,9
2019-04-16	21.00	25,9	26,1	26,2	27,7
2019-04-16	22.00	25,5	25,5	26,1	27,8
2019-04-16	23.00	25,2	25,3	25,7	27,8
2019-04-17	00.00	25,1	25,2	25,6	27,7
2019-04-17	01.00	25	25,1	25,5	27,7
2019-04-17	02.00	24,9	25	25,5	27,7
2019-04-17	03.00	24,8	24,9	25,4	27,7
2019-04-17	04.00	24,6	24,8	25,2	27,6
2019-04-17	05.00	24,6	24,7	25,3	27,5
2019-04-17	06.00	24,6	24,7	25,2	27,4
2019-04-17	07.00	25	24,7	25,1	27,2
2019-04-17	08.00	26,8	25,8	25,5	27
2019-04-17	09.00	29,5	26,9	26,1	27

2019-04-17	10.00	31,2	27,7	27	27
2019-04-17	11.00	32,7	29,2	27,7	27,1
2019-04-17	12.00	33,4	30,3	28,6	28,7
2019-04-17	13.00	33,7	30,7	29,3	27,9
2019-04-17	14.00	33,7	30,8	29,5	29,2
2019-04-17	15.00	31,4	29,4	28,6	28
2019-04-17	16.00	30,3	28,7	28,2	28
2019-04-17	17.00	29,5	28,4	27,9	27,9
2019-04-17	18.00	29,2	28,4	27,9	28
2019-04-17	19.00	28,6	28,1	27,7	28
2019-04-17	20.00	27,5	27,4	27,2	27,9
2019-04-17	21.00	26,7	26,5	26,9	27,8
2019-04-17	22.00	26,3	26,3	26,6	27,8
2019-04-17	23.00	26,4	26,3	26,4	27,7
2019-04-18	00.00	26,2	26,1	26,3	27,7
2019-04-18	01.00	26,1	26,1	26,2	27,7
2019-04-18	02.00	26	26	26,1	27,7
2019-04-18	03.00	25,8	25,9	26	27,7
2019-04-18	04.00	25,6	25,8	25,8	27,7
2019-04-18	05.00	25,6	25,7	25,9	27,6
2019-04-18	06.00	25,6	25,6	25,9	27,6
2019-04-18	07.00	25,9	25,8	25,9	27,5
2019-04-18	08.00	27	26,4	26,2	27,4
2019-04-18	09.00	28,5	27,1	26,7	27,5
2019-04-18	10.00	30,4	27,8	27,2	27,7
2019-04-18	11.00	32,9	28,6	27,8	28,1
2019-04-18	12.00	33,1	30,5	29	29,2
2019-04-18	13.00	33,8	30,5	29,2	28,9
2019-04-18	14.00	34,4	31,1	29,7	28,6
2019-04-18	15.00	34,3	31,1	29,8	28,3
2019-04-18	16.00	33	30,5	29,5	28,4
2019-04-18	17.00	31,1	29,7	29,1	28,7
2019-04-18	18.00	29,5	28,5	28,3	28,4
2019-04-18	19.00	28,4	27,9	27,8	28,1
2019-04-18	20.00	27,7	27,7	27,6	28,1
2019-04-18	21.00	27,7	27,7	27,7	28
2019-04-18	22.00	27	27,1	27,3	28
2019-04-18	23.00	26,8	26,9	27	28,1
2019-04-19	00.00	26,5	26,4	26,7	28
2019-04-19	01.00	26,1	26,2	26,4	27,9
2019-04-19	02.00	25,9	26,1	26,3	27,8
2019-04-19	03.00	25,6	25,8	26,1	27,8
2019-04-19	04.00	25,6	25,7	26	27,7
2019-04-19	05.00	25,6	25,7	26	27,7
2019-04-19	06.00	25,4	25,5	25,8	27,7
2019-04-19	07.00	26	25,7	25,9	27,7

2019-04-19	08.00	28,5	26,6	26,3	27,7
2019-04-19	09.00	30,6	27,8	27,2	27,6
2019-04-19	10.00	31,8	29	28,1	27,7
2019-04-19	11.00	32,6	29,9	28,5	27,9
2019-04-19	12.00	33	30,5	29,1	29,1
2019-04-19	13.00	34,3	31,1	29,7	29,3
2019-04-19	14.00	34,4	31,7	30,2	30,3
2019-04-19	15.00	34,3	31,6	30,1	30,2
2019-04-19	16.00	32,8	30,7	29,7	28,7
2019-04-19	17.00	31,5	30,1	29,5	28,5
2019-04-19	18.00	30,2	29,5	29	28,5
2019-04-19	19.00	29,2	28,8	28,6	28,5
2019-04-19	20.00	28,6	28,5	28,4	28,5
2019-04-19	21.00	28,2	28,3	28,3	28,5
2019-04-19	22.00	28	28	28	28,5
2019-04-19	23.00	27,7	27,7	27,7	28,4
2019-04-20	00.00	27,6	27,5	27,6	28,4
2019-04-20	01.00	27,5	27,6	27,7	28,4
2019-04-20	02.00	27,2	27,4	27,5	28,4
2019-04-20	03.00	26,9	27	27,1	28,4
2019-04-20	04.00	26,6	26,6	26,9	28,4
2019-04-20	05.00	26,2	26,2	26,6	28,4
2019-04-20	06.00	25,8	26	26,3	28,3
2019-04-20	07.00	26,6	25,9	26,3	28,1
2019-04-20	08.00	29,1	27	26,8	28,1
2019-04-20	09.00	30,5	28	27,5	28
2019-04-20	10.00	31,5	28,8	28,1	28,1
2019-04-20	11.00	33	29,6	28,5	28,2
2019-04-20	12.00	33,9	30,5	29,2	28,4
2019-04-20	13.00	33,7	30,8	29,5	29,8
2019-04-20	14.00	33,6	30,9	29,6	29,2
2019-04-20	15.00	33,5	30,9	29,6	29,7
2019-04-20	16.00	33,4	31	29,9	29,5
2019-04-20	17.00	32,2	30,4	29,7	29,4
2019-04-20	18.00	30,9	29,8	29,3	29
2019-04-20	19.00	29,8	29,1	28,8	28,8
2019-04-20	20.00	28,9	28,7	28,6	28,7
2019-04-20	21.00	28,4	28,4	28,5	28,6
2019-04-20	22.00	28,3	28,1	28,2	28,6
2019-04-20	23.00	27,9	27,9	28	28,6
2019-04-21	00.00	27,6	27,6	27,8	28,6
2019-04-21	01.00	27,2	27,2	27,5	28,6
2019-04-21	02.00	26,9	26,9	27,2	28,5
2019-04-21	03.00	26,6	26,6	27	28,5
2019-04-21	04.00	26,3	26,4	26,7	28,4
2019-04-21	05.00	25,9	26,1	26,4	28,5

2019-04-21	06.00	25,6	25,9	26,3	28,4
2019-04-21	07.00	25,8	25,6	26,2	28,3
2019-04-21	08.00	27,4	26,4	26,6	28,1
2019-04-21	09.00	30,5	27,6	27,2	28,1
2019-04-21	10.00	32,2	29,3	28,3	28,2
2019-04-21	11.00	33,1	31	29,4	29,2
2019-04-21	12.00	34	31,5	29,9	29,5
2019-04-21	13.00	34,5	32,1	30,5	30,6
2019-04-21	14.00	34,8	32,5	30,8	31,6
2019-04-21	15.00	34,5	32,6	31,1	31,5
2019-04-21	16.00	34,2	32,5	31,2	31,5
2019-04-21	17.00	33,5	32,2	31,1	31,4
2019-04-21	18.00	32,3	31,5	30,8	30
2019-04-21	19.00	30,8	30,3	30	29,5
2019-04-21	20.00	29,7	29,4	29,4	29,4
2019-04-21	21.00	29,1	28,8	28,9	29,3
2019-04-21	22.00	28,5	28,3	28,5	29,3
2019-04-21	23.00	27,9	28	28,4	29,2

Data Pengukuran Kelembaban Udara

Tanggal	Waktu/Jam	Kelembaban Udara (%)			
		Ruang Luar	Ruang Makan	Void	Kamar Tidur
2019-04-10	00.00	99,9	99,7	98,2	90
2019-04-10	01.00	99,9	99,9	98,6	90,2
2019-04-10	02.00	99,9	99,9	99,5	90,6
2019-04-10	03.00	99,9	99,9	99,4	90,7
2019-04-10	04.00	99,9	99,9	99,7	90,9
2019-04-10	05.00	99,9	99,9	99,9	90,9
2019-04-10	06.00	99,9	99,9	99,9	90,7
2019-04-10	07.00	99,9	99,9	99,9	90,1
2019-04-10	08.00	99,9	99,9	99,9	90,8
2019-04-10	09.00	99,9	99,9	99,4	91,2
2019-04-10	10.00	94,7	94,7	96,6	90,8
2019-04-10	11.00	89,2	89,6	91,9	89,2
2019-04-10	12.00	84,8	84,6	87,9	89
2019-04-10	13.00	84,3	84,6	87,8	88,2
2019-04-10	14.00	83,5	82,2	85,8	87,8
2019-04-10	15.00	83,9	82,6	85,9	87,4
2019-04-10	16.00	84,8	84	86,2	85,2
2019-04-10	17.00	86,1	85,4	87	86,8
2019-04-10	18.00	88,2	87,9	88	85,4
2019-04-10	19.00	91,1	90,5	89,7	87,2
2019-04-10	20.00	94,3	93	91,9	88,2
2019-04-10	21.00	96,1	94,4	93,3	88,7
2019-04-10	22.00	97,4	95,7	94,5	89,2

2019-04-10	23.00	98,5	97,1	95,5	89,7
2019-04-11	00.00	99,6	98,2	96,7	90
2019-04-11	01.00	99,9	98,9	97,3	90,4
2019-04-11	02.00	99,9	99,5	97,5	90,6
2019-04-11	03.00	99,9	99,9	98,1	90,7
2019-04-11	04.00	99,9	99,9	98,9	90,7
2019-04-11	05.00	99,9	99,9	99	90,9
2019-04-11	06.00	99,9	99,9	99,3	90,9
2019-04-11	07.00	99,9	99,9	99,9	90,9
2019-04-11	08.00	99,9	99,9	99,9	91,5
2019-04-11	09.00	98,8	98	97,5	91,6
2019-04-11	10.00	94,3	94,4	94,7	91,3
2019-04-11	11.00	88,7	89,4	91,1	88,6
2019-04-11	12.00	87	86,8	88,9	86,4
2019-04-11	13.00	87,9	87,7	89,6	87,1
2019-04-11	14.00	85,1	84	86,8	87,4
2019-04-11	15.00	85,2	84,1	86,7	84,1
2019-04-11	16.00	89,8	88,8	89,1	85,7
2019-04-11	17.00	91	90,1	90,1	86
2019-04-11	18.00	91,1	90,3	89,7	87
2019-04-11	19.00	95,7	93,9	92,7	87,1
2019-04-11	20.00	97	94,8	93,7	87,6
2019-04-11	21.00	96,8	95,2	93	87,7
2019-04-11	22.00	95,8	94,4	92,5	87,4
2019-04-11	23.00	95,8	94,2	92,5	87,2
2019-04-12	00.00	95,8	95,1	92,5	86,1
2019-04-12	01.00	96,5	95,7	93,2	86,3
2019-04-12	02.00	97,1	96,8	94	86,3
2019-04-12	03.00	98,4	97,8	95	86,3
2019-04-12	04.00	99,7	99,1	96,1	86,4
2019-04-12	05.00	99,9	99,8	96,4	86,4
2019-04-12	06.00	99,9	99,6	96,3	86
2019-04-12	07.00	99,9	99,9	96,8	86,1
2019-04-12	08.00	99,5	99,2	96,3	85,8
2019-04-12	09.00	93,6	94,8	94	86,1
2019-04-12	10.00	87,2	90,1	90,6	86,1
2019-04-12	11.00	83,3	85,3	87,5	86,2
2019-04-12	12.00	78,5	80,8	84,4	82
2019-04-12	13.00	78,4	81,8	83,8	83,8
2019-04-12	14.00	82	82	85,2	83,3
2019-04-12	15.00	81,9	81,2	85	82,8
2019-04-12	16.00	79,9	79,4	83,1	83,7
2019-04-12	17.00	81,1	80,3	82,6	80,7
2019-04-12	18.00	85,6	85,7	85,5	82,9
2019-04-12	19.00	89,6	88,7	88,3	84,4
2019-04-12	20.00	91,4	90,3	89,6	85,2

2019-04-12	21.00	93,7	92,4	91,6	85,8
2019-04-12	22.00	95,4	94,2	93,3	86,4
2019-04-12	23.00	96,1	95	93,8	86,8
2019-04-13	00.00	96,1	95,8	94,1	87,1
2019-04-13	01.00	97,7	96,7	95,2	87,4
2019-04-13	02.00	98,3	97,6	95,8	87,7
2019-04-13	03.00	97,6	97,2	95,6	88
2019-04-13	04.00	97,8	97,5	95,7	88,1
2019-04-13	05.00	98,6	98,5	96,1	88,2
2019-04-13	06.00	98,9	98,8	96,6	88,4
2019-04-13	07.00	99,3	99,5	97,1	88,3
2019-04-13	08.00	98,2	98,4	96,8	88,4
2019-04-13	09.00	98,8	97,4	96,7	88,5
2019-04-13	10.00	93,4	93,7	93,9	87,8
2019-04-13	11.00	90,4	91,1	92,3	88,1
2019-04-13	12.00	85,5	86	88,8	85,6
2019-04-13	13.00	82,8	83,2	86,5	83,1
2019-04-13	14.00	81,8	82,2	85,2	81,6
2019-04-13	15.00	84,3	84,2	86,6	80,9
2019-04-13	16.00	87,8	87,6	88,4	82,7
2019-04-13	17.00	91,7	90,9	90,7	85
2019-04-13	18.00	94,5	93,3	92,6	86,4
2019-04-13	19.00	96,7	94,9	94,6	87,4
2019-04-13	20.00	98	96,3	95,8	88,5
2019-04-13	21.00	98,4	97,5	96,5	88,6
2019-04-13	22.00	99	98,2	96,9	88,5
2019-04-13	23.00	99,3	98,5	97,3	88,6
2019-03-14	00.00	99,9	99,2	98	89,3
2019-03-14	01.00	99,9	99,9	98,9	89,4
2019-03-14	02.00	99,9	99,9	99,3	89,6
2019-03-14	03.00	99,9	99,9	99,5	90
2019-03-14	04.00	99,9	99,9	99,9	90,1
2019-03-14	05.00	99,9	99,9	99,9	90,1
2019-03-14	06.00	99,9	99,9	99,9	90,2
2019-03-14	07.00	99,9	99,9	99,9	90,3
2019-03-14	08.00	99,9	99,9	99,1	89,8
2019-03-14	09.00	96,5	96,9	97,4	89,5
2019-03-14	10.00	90,7	92,1	94,3	89
2019-03-14	11.00	85,9	87,1	90,7	88,6
2019-03-14	12.00	83,2	84,7	88,9	86,2
2019-03-14	13.00	80,1	82,2	85,5	82,5
2019-03-14	14.00	80,4	81,3	84,8	82,6
2019-03-14	15.00	80,1	79,6	83,8	81,1
2019-03-14	16.00	84,1	82,6	85,2	83,1
2019-03-14	17.00	82,6	81,3	83,9	83,5
2019-03-14	18.00	87,4	86,5	86,4	83,2

2019-03-14	19.00	89,6	88,1	88,4	85
2019-03-14	20.00	90,9	89,3	88,7	84,9
2019-03-14	21.00	93,2	91,7	90,7	85,6
2019-03-14	22.00	95,3	93,7	92,7	86,4
2019-03-14	23.00	96,2	95,2	93,8	87
2019-04-15	00.00	96,8	95,6	94,6	87,3
2019-04-15	01.00	99,3	97,9	96,5	87,7
2019-04-15	02.00	99,9	98,9	97,4	88,3
2019-04-15	03.00	98,9	98,3	96,5	88,5
2019-04-15	04.00	99,6	99,4	97,2	88,5
2019-04-15	05.00	99,9	99,9	97,6	88,6
2019-04-15	06.00	99,9	99,9	97,3	87,8
2019-04-15	07.00	99,9	99,9	97,3	87,4
2019-04-15	08.00	99,9	99,4	97	87,5
2019-04-15	09.00	90,7	92,3	92,5	87,4
2019-04-15	10.00	85,5	87,4	88,9	85,9
2019-04-15	11.00	83,9	86,4	87,2	83,6
2019-04-15	12.00	88,9	90,4	90,5	83,7
2019-04-15	13.00	95,1	91,7	93,6	86,8
2019-04-15	14.00	90,7	88,6	91,1	87
2019-04-15	15.00	98,4	96,3	95,7	87,5
2019-04-15	16.00	99,4	95,8	96,6	90,8
2019-04-15	17.00	95,6	92,6	94	87,7
2019-04-15	18.00	95,8	93,4	93,8	87,6
2019-04-15	19.00	96,6	94,1	94,1	88,3
2019-04-15	20.00	99,4	97,4	96,6	88,6
2019-04-15	21.00	99,9	99,6	98,4	89,3
2019-04-15	22.00	99,9	99,9	99,7	90
2019-04-15	23.00	99,9	99,9	99,9	90,5
2019-04-16	00.00	99,9	99,9	99,9	90,7
2019-04-16	01.00	99,9	99,9	99,9	90,8
2019-04-16	02.00	99,9	99,9	99,2	91
2019-04-16	03.00	99,9	99,9	99,1	90,8
2019-04-16	04.00	99,9	99,9	99,8	90,1
2019-04-16	05.00	99,9	99,9	99,9	89,9
2019-04-16	06.00	99,9	99,9	99,9	89,7
2019-04-16	07.00	99,9	99,9	99,9	89,3
2019-04-16	08.00	99,9	99,9	99,9	89,5
2019-04-16	09.00	99,9	99,9	99,8	90,9
2019-04-16	10.00	97,2	98,2	98,3	91
2019-04-16	11.00	94	95,2	96,3	90,8
2019-04-16	12.00	91,5	92,5	93,4	88,6
2019-04-16	13.00	85,3	88	89,4	86,1
2019-04-16	14.00	87,1	90,1	89,9	87,2
2019-04-16	15.00	93,3	94,4	94	88,6
2019-04-16	16.00	96,5	97,3	94,6	87,9

2019-04-16	17.00	99,9	99,9	98,3	88,4
2019-04-16	18.00	99,9	99,9	99,7	89
2019-04-16	19.00	99,9	99,9	99,9	89,5
2019-04-16	20.00	99,9	99,9	99,9	90,3
2019-04-16	21.00	99,9	99,9	98,7	89,6
2019-04-16	22.00	99,9	99,9	99,9	89,5
2019-04-16	23.00	99,9	99,9	99,9	89,5
2019-04-17	00.00	99,9	99,9	99,9	89,4
2019-04-17	01.00	99,9	99,9	99,9	89,4
2019-04-17	02.00	99,9	99,9	99,9	89,6
2019-04-17	03.00	99,9	99,9	99,9	89,7
2019-04-17	04.00	99,9	99,9	99,9	89,8
2019-04-17	05.00	99,9	99,9	99,9	89,8
2019-04-17	06.00	99,9	99,9	99,9	89,9
2019-04-17	07.00	99,9	99,9	99,9	90,1
2019-04-17	08.00	99,9	99,9	99,9	91
2019-04-17	09.00	99,9	99,9	99,9	90,8
2019-04-17	10.00	97,2	99,7	99,9	91
2019-04-17	11.00	89,7	94,7	97,1	90,8
2019-04-17	12.00	82,7	86,5	90,5	85,9
2019-04-17	13.00	81,3	85,7	88,9	88,2
2019-04-17	14.00	77,6	83,3	85,7	83,5
2019-04-17	15.00	89,2	91,7	91,6	87,1
2019-04-17	16.00	95,2	95,7	95,6	90,2
2019-04-17	17.00	97,2	97,7	98	91,1
2019-04-17	18.00	98,8	99	99,4	92
2019-04-17	19.00	99,9	99,9	99,9	92,3
2019-04-17	20.00	99,9	99,9	99,9	92,6
2019-04-17	21.00	99,9	99,9	99,9	92,5
2019-04-17	22.00	99,9	99,9	99,9	92,4
2019-04-17	23.00	99,9	99,9	99,9	92,3
2019-04-18	00.00	99,9	99,9	99,9	92,3
2019-04-18	01.00	99,9	99,9	99,9	92,3
2019-04-18	02.00	99,9	99,9	99,9	92,3
2019-04-18	03.00	99,9	99,9	99,9	92,3
2019-04-18	04.00	99,9	99,9	99,9	92,3
2019-04-18	05.00	99,9	99,9	99,9	92,3
2019-04-18	06.00	99,9	99,9	99,9	92,5
2019-04-18	07.00	99,9	99,9	99,9	92,5
2019-04-18	08.00	99,9	99,9	99,9	92,8
2019-04-18	09.00	99,9	99,9	99,9	93,1
2019-04-18	10.00	99,9	99,9	99,9	93,7
2019-04-18	11.00	95,5	97,6	99,4	92,1
2019-04-18	12.00	84	89,8	92,2	86,5
2019-04-18	13.00	83,1	86,2	89,8	85,3
2019-04-18	14.00	77,7	81,7	85,7	86,7

2019-04-18	15.00	83	86,4	87,7	87,8
2019-04-18	16.00	88,4	87,7	92,4	89,7
2019-04-18	17.00	88,9	91	92,1	88,9
2019-04-18	18.00	86,4	88,6	88,7	90,4
2019-04-18	19.00	91,2	91,5	91,3	89,1
2019-04-18	20.00	93,6	93,6	93,2	89,5
2019-04-18	21.00	89,8	90,5	91,1	88,9
2019-04-18	22.00	89,4	89,5	89,2	88,7
2019-04-18	23.00	93,3	92,6	92	88,3
2019-04-19	00.00	95	94,6	93,4	88,1
2019-04-19	01.00	97,4	96,5	95	88
2019-04-19	02.00	98,5	97,6	96,1	88,2
2019-04-19	03.00	99,9	99,3	97,6	88,4
2019-04-19	04.00	99,9	99,9	98,5	88,6
2019-04-19	05.00	99,9	99,9	99,1	88,8
2019-04-19	06.00	99,9	99,9	99,9	89
2019-04-19	07.00	99,9	99,9	99,9	89,4
2019-04-19	08.00	99,9	99,9	99,9	90
2019-04-19	09.00	98,7	99	99,4	90,4
2019-04-19	10.00	89,9	92	93,8	90,2
2019-04-19	11.00	86,3	88,4	91,6	89,9
2019-04-19	12.00	83,3	84,2	88,7	84,8
2019-04-19	13.00	77,9	79,8	84,4	82,4
2019-04-19	14.00	73,9	76,4	80,4	77,2
2019-04-19	15.00	74,6	76,2	80,6	76,8
2019-04-19	16.00	80,8	81,8	84,6	82,6
2019-04-19	17.00	84,2	84,8	86,4	84,6
2019-04-19	18.00	85,7	85,9	87,2	85,7
2019-04-19	19.00	89,3	88,8	88,8	85,9
2019-04-19	20.00	89,3	89,3	88,7	86
2019-04-19	21.00	91,1	90,6	89,9	86,6
2019-04-19	22.00	93,8	92,8	92	87,1
2019-04-19	23.00	95,7	94,8	93,8	87,5
2019-04-20	00.00	97	96,5	95	87,9
2019-04-20	01.00	95,9	95,5	94,3	88,2
2019-04-20	02.00	97,4	96,3	95,4	88,5
2019-04-20	03.00	99,3	98,5	96,9	88,8
2019-04-20	04.00	99,4	98,9	97,2	89,1
2019-04-20	05.00	99	99,3	97	89
2019-04-20	06.00	99,9	99,7	97,5	89
2019-04-20	07.00	99,9	99,9	97,7	88,8
2019-04-20	08.00	99,9	99,3	97,8	88,9
2019-04-20	09.00	95	95,2	95,5	88,7
2019-04-20	10.00	87	88,6	90,6	87,1
2019-04-20	11.00	83,1	84,7	87,5	86,7
2019-04-20	12.00	79,5	8,2	84,7	86

2019-04-20	13.00	77	78,6	82,4	79,5
2019-04-20	14.00	75	76,1	80,3	78,7
2019-04-20	15.00	72,8	73,9	77,8	73,9
2019-04-20	16.00	72,3	74,2	77,2	75,3
2019-04-20	17.00	74,6	76,1	77,8	76,2
2019-04-20	18.00	79	79,4	80,4	77,9
2019-04-20	19.00	84,3	83,6	83,9	81
2019-04-20	20.00	85,4	85	84,7	82,8
2019-04-20	21.00	90,8	89,6	88,5	83,4
2019-04-20	22.00	92,3	91,3	90,2	83,9
2019-04-20	23.00	93,8	93	91,6	84,6
2019-04-21	00.00	93,9	93,2	92,2	85,4
2019-04-21	01.00	94,9	94,1	92,6	85,7
2019-04-21	02.00	95,9	95,1	93,1	85,9
2019-04-21	03.00	97,3	96,3	94,5	85,9
2019-04-21	04.00	98,4	97,2	95,6	86,1
2019-04-21	05.00	99,4	98,6	96,6	86,5
2019-04-21	06.00	99,6	99,1	96,9	86,8
2019-04-21	07.00	99,1	99,3	96,3	86,8
2019-04-21	08.00	96,4	97,1	95,2	86,7
2019-04-21	09.00	92	92,9	92,9	86,9
2019-04-21	10.00	84	86,1	88,3	85,9
2019-04-21	11.00	78,9	80,7	85,3	82,5
2019-04-21	12.00	74,6	76,4	80,7	78
2019-04-21	13.00	69,6	72,1	77,4	73,6
2019-04-21	14.00	64,1	68,6	73,5	68,6
2019-04-21	15.00	64,7	66,1	70,9	66
2019-04-21	16.00	66,1	67,6	71,1	66,9
2019-04-21	17.00	66,4	68,4	71,5	67,3
2019-04-21	18.00	69,7	70,9	72,9	72,8
2019-04-21	19.00	80,3	80,3	79,6	74,8
2019-04-21	20.00	85,4	85,1	83,7	77,3
2019-04-21	21.00	88,1	87,4	86	78,8
2019-04-21	22.00	90,4	89,4	87,9	80,5
2019-04-21	23.00	91,5	91,1	89	81,5

Lampiran 4 Data Pengukuran Suhu Udara dan Kelembaban Udara Rumah Lantip Kuswala Daya

Data Pengukuran Suhu Udara				
Tanggal	Waktu/Jam	Suhu (°C)		
		Ruang Luar	Ruang Makan	Kamar Tidur Tamu
2019-04-10	00.00	27,3	27	28,3
2019-04-10	01.00	26,9	26,8	28
2019-04-10	02.00	26,6	26,7	27,8
2019-04-10	03.00	26,4	26,5	27,6
2019-04-10	04.00	26,1	26,2	27,3
2019-04-10	05.00	25,0	26	27
2019-04-10	06.00	25,7	25,7	26,7
2019-04-10	07.00	25,5	25,7	26,4
2019-04-10	08.00	26,7	26,3	26,8
2019-04-10	09.00	29,7	27,7	28,9
2019-04-10	10.00	31,5	28,6	30,5
2019-04-10	11.00	32,2	29,5	31,3
2019-04-10	12.00	33,0	30,1	31,9
2019-04-10	13.00	33,5	30,4	32,2
2019-04-10	14.00	33,3	30,5	32,2
2019-04-10	15.00	33,1	30,5	32
2019-04-10	16.00	32,3	30,2	31,5
2019-04-10	17.00	31,7	29,7	30,8
2019-04-10	18.00	30,2	29,1	30
2019-04-10	19.00	29,1	28,5	29,4
2019-04-10	20.00	28,4	28	28,8
2019-04-10	21.00	28,1	27,8	28,5
2019-04-10	22.00	27,7	27,5	28,2
2019-04-10	23.00	27,5	27,4	28,1
2019-04-11	00.00	27,3	27,2	27,9
2019-04-11	01.00	27,1	27,1	27,7
2019-04-11	02.00	26,9	27	27,5
2019-04-11	03.00	26,7	26,9	27,4
2019-04-11	04.00	26,7	26,9	27,2
2019-04-11	05.00	26,7	26,8	27,2
2019-04-11	06.00	26,4	26,6	27
2019-04-11	07.00	27,3	26,6	27,1
2019-04-11	08.00	28,3	27,2	28,2
2019-04-11	09.00	29,8	28,1	29,3
2019-04-11	10.00	30,9	28,8	30,1
2019-04-11	11.00	32,3	29,7	31,2
2019-04-11	12.00	32,3	29,7	31,2
2019-04-11	13.00	32,5	30	31,4
2019-04-11	14.00	32,5	30,3	31,5
2019-04-11	15.00	32,3	30,1	31,5

2019-04-11	16.00	30,5	29,2	30,4
2019-04-11	17.00	29,8	28,7	29,8
2019-04-11	18.00	28,7	28,1	29,5
2019-04-11	19.00	27,4	27,5	28,5
2019-04-11	20.00	26,5	27	27,7
2019-04-11	21.00	25,9	26,4	27
2019-04-11	22.00	26	26,4	26,8
2019-04-11	23.00	25,8	26,4	26,7
2019-04-12	00.00	25,5	26,2	26,6
2019-04-12	01.00	25,4	25,9	26,4
2019-04-12	02.00	25,1	25,8	26,4
2019-04-12	03.00	24,8	25,4	26,2
2019-04-12	04.00	24,7	25	26
2019-04-12	05.00	24,3	25,1	25,8
2019-04-12	06.00	24,2	24,7	25,6
2019-04-12	07.00	24,7	24,7	25,4
2019-04-12	08.00	26,2	25,8	26,4
2019-04-12	09.00	29,2	27	28,6
2019-04-12	10.00	31,8	28,4	31
2019-04-12	11.00	32,6	29,2	31,9
2019-04-12	12.00	34	30,1	32,9
2019-04-12	13.00	33,3	30,4	32,6
2019-04-12	14.00	33,8	30,8	32,7
2019-04-12	15.00	33,7	30,8	32,7
2019-04-12	16.00	32,9	30,5	32
2019-04-12	17.00	31,8	30,1	31,5
2019-04-12	18.00	30,4	29,1	30,5
2019-04-12	19.00	29	28,4	29,5
2019-04-12	20.00	28,5	27,9	29,3
2019-04-12	21.00	28,1	27,7	29
2019-04-12	22.00	27,7	27,5	28,8
2019-04-35	23.00	27,5	27,4	28,7
2019-04-13	00.00	27,1	27,2	28,4
2019-04-13	01.00	27	27	28,1
2019-04-13	02.00	26,7	26,9	27,8
2019-04-13	03.00	26,7	26,8	27,7
2019-04-13	04.00	26,5	26,7	27,5
2019-04-13	05.00	26,2	26,3	27,2
2019-04-13	06.00	26,1	26,3	27
2019-04-13	07.00	26,3	26,5	27
2019-04-13	08.00	27,7	27	27,7
2019-04-13	09.00	29,3	27,7	28,8
2019-04-13	10.00	31,2	28,6	30,4
2019-04-13	11.00	32,4	29,5	31,4
2019-04-13	12.00	33	30,1	32,2
2019-04-13	13.00	33,8	30,9	33

2019-04-13	14.00	33,5	30,8	32,9
2019-04-13	15.00	32,6	30,5	31,9
2019-04-13	16.00	31,4	29,7	31,3
2019-04-13	17.00	30	28,8	30,1
2019-04-13	18.00	29,4	28,5	29,7
2019-04-13	19.00	28,9	28,3	29,5
2019-04-13	20.00	28,4	27,9	29,3
2019-04-13	21.00	28	27,7	28,9
2019-04-13	22.00	27,7	27,7	28,8
2019-04-13	23.00	27,7	27,5	28,5
2019-03-14	00.00	27,5	27,4	28,3
2019-03-14	01.00	27,4	27,2	28,3
2019-03-14	02.00	27,1	27,1	28,1
2019-03-14	03.00	26,9	27	27,9
2019-03-14	04.00	26,7	26,8	27,7
2019-03-14	05.00	26,5	26,7	27,6
2019-03-14	06.00	26,2	26,4	27,3
2019-03-14	07.00	26,4	26,7	27,1
2019-03-14	08.00	28,5	27,2	28,4
2019-03-14	09.00	30,7	28,3	30,2
2019-03-14	10.00	32	29	31
2019-03-14	11.00	32,9	29,6	32
2019-03-14	12.00	34	30,7	32,9
2019-03-14	13.00	34,4	31,1	33,3
2019-03-14	14.00	34,7	31,6	33,7
2019-03-14	15.00	34,1	31,5	33,1
2019-03-14	16.00	33,5	31,4	32,7
2019-03-14	17.00	32,8	31	32,3
2019-03-14	18.00	30,8	29,6	30,8
2019-03-14	19.00	29,6	29	29,8
2019-03-14	20.00	29	28,6	29,3
2019-03-14	21.00	28,6	28,4	29,1
2019-03-14	22.00	28,4	28	28,7
2019-03-14	23.00	28	27,8	28,5
2019-04-15	00.00	27,7	27,7	28,5
2019-04-15	01.00	27,4	27,6	28,4
2019-04-15	02.00	27,2	27,3	28,2
2019-04-15	03.00	27	27,1	28
2019-04-15	04.00	26,7	26,9	27,7
2019-04-15	05.00	26,5	26,8	27,4
2019-04-15	06.00	26,1	26,4	27,3
2019-04-15	07.00	25,9	26,2	27,1
2019-04-15	08.00	27,7	27	27,8
2019-04-15	09.00	29,8	28,1	29,7
2019-04-15	10.00	31,5	29	31,2
2019-04-15	11.00	33,1	30	32,5

2019-04-15	12.00	31,9	29,3	31,7
2019-04-15	13.00	32,8	30,3	32,3
2019-04-15	14.00	33	30,3	32,3
2019-04-15	15.00	29,8	28,5	30,3
2019-04-15	16.00	30,2	29	30,3
2019-04-15	17.00	29,9	28,8	30,2
2019-04-15	18.00	29,2	28,5	29,5
2019-04-15	19.00	28,4	28,1	28,8
2019-04-15	20.00	27,7	27,7	28,5
2019-04-15	21.00	27,6	27,6	28,3
2019-04-15	22.00	27,5	27,4	28,1
2019-04-15	23.00	27,3	27,4	28,1
2019-04-16	00.00	27,1	27,3	27,9
2019-04-16	01.00	27	27	27,7
2019-04-16	02.00	26,4	27	27,5
2019-04-16	03.00	26	26,3	27,1
2019-04-16	04.00	25,6	26,2	26,7
2019-04-16	05.00	25,4	26	26,3
2019-04-16	06.00	25,4	26	26,2
2019-04-16	07.00	26	26	26,3
2019-04-16	08.00	28,1	27	27,9
2019-04-16	09.00	29,7	27,7	29,4
2019-04-16	10.00	31,4	28,8	30,7
2019-04-16	11.00	31,9	29,2	31
2019-04-16	12.00	33	30	32,4
2019-04-16	13.00	32,6	29,8	32,4
2019-04-16	14.00	30,8	29,5	31
2019-04-16	15.00	30,1	28,5	29,8
2019-04-16	16.00	27,1	27,1	27,8
2019-04-16	17.00	26,5	26,4	27,5
2019-04-16	18.00	26,4	26,5	27,4
2019-04-16	19.00	26,5	26,6	27,4
2019-04-16	20.00	26,6	26,7	27,4
2019-04-16	21.00	25,9	26,3	27
2019-04-16	22.00	25,5	26,1	26,5
2019-04-16	23.00	25,2	25,8	26,3
2019-04-17	00.00	25,1	25,7	26,2
2019-04-17	01.00	25	25,6	26,2
2019-04-17	02.00	24,9	25,4	26,2
2019-04-17	03.00	24,8	25,4	26
2019-04-17	04.00	24,6	25,3	25,8
2019-04-17	05.00	24,6	25,3	25,6
2019-04-17	06.00	24,6	25,3	25,5
2019-04-17	07.00	25	25,4	25,8
2019-04-17	08.00	26,8	25,9	27
2019-04-17	09.00	29,5	27	29,2

2019-04-17	10.00	31,2	28,3	30,5
2019-04-17	11.00	32,7	29	32,1
2019-04-17	12.00	33,4	29,7	33
2019-04-17	13.00	33,7	30,2	33,3
2019-04-17	14.00	33,7	30,4	33,4
2019-04-17	15.00	31,4	29,1	31,8
2019-04-17	16.00	30,3	28,8	30,6
2019-04-17	17.00	29,5	28,5	30,1
2019-04-17	18.00	29,2	28,4	29,8
2019-04-17	19.00	28,6	27,9	29,4
2019-04-17	20.00	27,5	27,3	28,6
2019-04-17	21.00	26,7	26,9	28
2019-04-17	22.00	26,3	26,6	27,5
2019-04-17	23.00	26,4	26,4	27,3
2019-04-18	00.00	26,2	26,4	27,1
2019-04-18	01.00	26,1	26,2	27
2019-04-18	02.00	26	26,1	26,8
2019-04-18	03.00	25,8	26	26,5
2019-04-18	04.00	25,6	25,9	26,3
2019-04-18	05.00	25,6	25,9	26,2
2019-04-18	06.00	25,6	25,8	26,2
2019-04-18	07.00	25,9	25,9	26,2
2019-04-18	08.00	27	26,8	27
2019-04-18	09.00	28,5	27,6	28,3
2019-04-18	10.00	30,4	28,5	29,9
2019-04-18	11.00	32,9	29,7	31,9
2019-04-18	12.00	33,1	30,1	32,,
2019-04-18	13.00	33,8	30,8	33,2
2019-04-18	14.00	34,4	31,1	33,9
2019-04-18	15.00	34,3	31	33,8
2019-04-18	16.00	33	30,5	32,8
2019-04-18	17.00	31,1	29,7	31,6
2019-04-18	18.00	29,5	28,5	30,5
2019-04-18	19.00	28,4	27,8	29,5
2019-04-18	20.00	27,7	27,5	28,8
2019-04-18	21.00	27,7	27,6	28,4
2019-04-18	22.00	27	27	27,9
2019-04-18	23.00	26,8	26,8	27,7
2019-04-19	00.00	26,5	26,4	27,6
2019-04-19	01.00	26,1	26,2	27,2
2019-04-19	02.00	25,9	26,2	27
2019-04-19	03.00	25,6	25,9	27
2019-04-19	04.00	25,6	25,9	26,9
2019-04-19	05.00	25,6	25,9	26,8
2019-04-19	06.00	25,4	25,7	26,6
2019-04-19	07.00	26	25,9	26,8

2019-04-19	08.00	28,5	27	28,3
2019-04-19	09.00	30,6	28	30,3
2019-04-19	10.00	31,8	29	31,3
2019-04-19	11.00	32,6	29,6	32,1
2019-04-19	12.00	33	30,3	32,7
2019-04-19	13.00	34,3	30,7	33,5
2019-04-19	14.00	34,4	31,1	33,7
2019-04-19	15.00	34,3	31,2	33,6
2019-04-19	16.00	32,8	30,6	32,7
2019-04-19	17.00	31,5	30,2	31,6
2019-04-19	18.00	30,2	29,5	30,5
2019-04-19	19.00	29,2	28,8	29,5
2019-04-19	20.00	28,6	28,5	28,9
2019-04-19	21.00	28,2	28	28,8
2019-04-19	22.00	28	27,7	28,6
2019-04-19	23.00	27,7	27,4	28,6
2019-04-20	00.00	27,6	27,6	28,5
2019-04-20	01.00	27,5	27,5	28,4
2019-04-20	02.00	27,2	27,2	28,3
2019-04-20	03.00	26,9	26,9	28,1
2019-04-20	04.00	26,6	26,6	27,9
2019-04-20	05.00	26,2	26,4	27,6
2019-04-20	06.00	25,8	26,2	27,2
2019-04-20	07.00	26,6	26,3	27,1
2019-04-20	08.00	29,1	27,2	28,7
2019-04-20	09.00	30,5	28,3	30,3
2019-04-20	10.00	31,5	29,1	30,9
2019-04-20	11.00	33	30	32,2
2019-04-20	12.00	33,9	30,7	32,6
2019-04-20	13.00	33,7	30,7	32,8
2019-04-20	14.00	33,6	30,8	32,7
2019-04-20	15.00	33,5	30,9	32,6
2019-04-20	16.00	33,4	30,8	32,6
2019-04-20	17.00	32,2	30,3	32,1
2019-04-20	18.00	30,9	29,6	31,1
2019-04-20	19.00	29,8	28,9	30,3
2019-04-20	20.00	28,9	28,5	29,6
2019-04-20	21.00	28,4	28,4	29,3
2019-04-20	22.00	28,3	27,9	29,2
2019-04-20	23.00	27,9	27,7	28,9
2019-04-21	00.00	27,6	27,6	28,7
2019-04-21	01.00	27,2	27,3	28,4
2019-04-21	02.00	26,9	27	28
2019-04-21	03.00	26,6	26,7	27,7
2019-04-21	04.00	26,3	26,5	27,5
2019-04-21	05.00	25,9	26,2	27,1

2019-04-21	06.00	25,6	25,9	26,8
2019-04-21	07.00	25,8	25,9	26,6
2019-04-21	08.00	27,4	26,6	27,3
2019-04-21	09.00	30,5	28	29,9
2019-04-21	10.00	32,2	29,1	31,6
2019-04-21	11.00	33,1	30	32,8
2019-04-21	12.00	34	30,7	33,7
2019-04-21	13.00	34,5	31,3	34,1
2019-04-21	14.00	34,8	31,6	34,3
2019-04-21	15.00	34,5	31,5	34,4
2019-04-21	16.00	34,2	31,5	34
2019-04-21	17.00	33,5	31,2	33,5
2019-04-21	18.00	32,3	30,7	32,6
2019-04-21	19.00	30,8	29,9	31,3
2019-04-21	20.00	29,7	29,3	30,5
2019-04-21	21.00	29,1	28,6	29,9
2019-04-21	22.00	28,5	28,3	29,4
2019-04-21	23.00	27,9	28,1	28,9

Data Pengukuran Kelembaban Udara

Tanggal	Waktu/Jam	Kelembaban Udara (%)		
		Ruang Luar	Ruang Makan	Kamar Tidur Tamu
2019-04-10	00.00	99,9	98,3	92,2
2019-04-10	01.00	99,9	98,8	93,1
2019-04-10	02.00	99,9	98,9	93,7
2019-04-10	03.00	99,9	99,2	94,2
2019-04-10	04.00	99,9	99,5	94,4
2019-04-10	05.00	99,9	99,5	94,8
2019-04-10	06.00	99,9	99,4	95,2
2019-04-10	07.00	99,9	99,9	95,7
2019-04-10	08.00	99,9	99,9	97,7
2019-04-10	09.00	99,9	96,1	92,7
2019-04-10	10.00	94,7	90,5	84,9
2019-04-10	11.00	89,2	83,5	78,2
2019-04-10	12.00	84,8	82,6	76,2
2019-04-10	13.00	84,3	81,8	76,1
2019-04-10	14.00	83,5	82,5	76,2
2019-04-10	15.00	83,9	82,4	76,8
2019-04-10	16.00	84,8	82,5	77,9
2019-04-10	17.00	86,1	83,2	78,8
2019-04-10	18.00	88,2	85,3	81,4
2019-04-10	19.00	91,1	88,4	84,4
2019-04-10	20.00	94,3	91,6	87,4
2019-04-10	21.00	96,1	92,7	89,3
2019-04-10	22.00	97,4	94,5	90,9

2019-04-10	23.00	98,5	95,6	91,3
2019-04-11	00.00	99,6	96,7	92
2019-04-11	01.00	99,9	97,5	92,9
2019-04-11	02.00	99,9	98,3	93,9
2019-04-11	03.00	99,9	98,6	94,3
2019-04-11	04.00	99,9	99	95,2
2019-04-11	05.00	99,9	98,9	95,4
2019-04-11	06.00	99,9	99,4	95,8
2019-04-11	07.00	99,9	99,9	97,3
2019-04-11	08.00	99,9	98,4	95,5
2019-04-11	09.00	98,8	94,4	91,1
2019-04-11	10.00	94,3	89,7	85,6
2019-04-11	11.00	88,7	86	80,1
2019-04-11	12.00	87	85,8	80,2
2019-04-11	13.00	87,9	84,1	79,5
2019-04-11	14.00	85,1	81,6	77,6
2019-04-11	15.00	85,2	81,3	77
2019-04-11	16.00	89,8	85,8	80,9
2019-04-11	17.00	91	87,1	83
2019-04-11	18.00	91,1	88	84,1
2019-04-11	19.00	95,7	91,1	86,4
2019-04-11	20.00	97	91,9	88,4
2019-04-11	21.00	96,8	91,9	89,6
2019-04-11	22.00	95,8	91,9	89,9
2019-04-11	23.00	95,8	91,8	90,2
2019-04-12	00.00	95,8	92,1	90,2
2019-04-12	01.00	96,5	92,5	90,9
2019-04-12	02.00	97,1	92,8	91
2019-04-12	03.00	98,4	94,4	91,6
2019-04-12	04.00	99,7	95,9	92,3
2019-04-12	05.00	99,9	95,9	92,8
2019-04-12	06.00	99,9	96,6	93,2
2019-04-12	07.00	99,9	96,9	94,4
2019-04-12	08.00	99,5	94	93,1
2019-04-12	09.00	93,6	90,7	86,8
2019-04-12	10.00	87,2	84,8	77,2
2019-04-12	11.00	83,3	81,9	73
2019-04-12	12.00	78,5	77,9	68,9
2019-04-12	13.00	78,4	80,5	72,9
2019-04-12	14.00	82	79,2	72,2
2019-04-12	15.00	81,9	78,7	72,2
2019-04-12	16.00	79,9	76,9	72,2
2019-04-12	17.00	81,1	77,9	73
2019-04-12	18.00	85,6	82,4	76,9
2019-04-12	19.00	89,6	86,1	81,6
2019-04-12	20.00	91,4	88,5	82,6

2019-04-12	21.00	93,7	91,1	85,6
2019-04-12	22.00	95,4	93,5	88,2
2019-04-35	23.00	96,1	93,7	88,6
2019-04-13	00.00	96,1	93,8	89,1
2019-04-13	01.00	97,7	95,1	89,6
2019-04-13	02.00	98,3	95,7	90,3
2019-04-13	03.00	97,6	95,3	91,3
2019-04-13	04.00	97,8	95,1	91,2
2019-04-13	05.00	98,6	96,4	92,2
2019-04-13	06.00	98,9	96,5	92,8
2019-04-13	07.00	99,3	96,2	93,3
2019-04-13	08.00	98,2	95,7	92,6
2019-04-13	09.00	98,8	92,6	90
2019-04-13	10.00	93,4	90,8	85,5
2019-04-13	11.00	90,4	86,1	79,7
2019-04-13	12.00	85,5	83,9	77,3
2019-04-13	13.00	82,8	80	73,4
2019-04-13	14.00	81,8	80,1	73,2
2019-04-13	15.00	84,3	81,8	75,8
2019-04-13	16.00	87,8	84	78,8
2019-04-13	17.00	91,7	87,5	82,5
2019-04-13	18.00	94,5	91	86,2
2019-04-13	19.00	96,7	92,8	88,5
2019-04-13	20.00	98	94,6	89,2
2019-04-13	21.00	98,4	96	91,2
2019-04-13	22.00	99	95,9	91,1
2019-04-13	23.00	99,3	96,3	91,7
2019-03-14	00.00	99,9	97	92
2019-03-14	01.00	99,9	98,5	93,4
2019-03-14	02.00	99,9	98,8	94,2
2019-03-14	03.00	99,9	99,1	94,5
2019-03-14	04.00	99,9	99,4	95
2019-03-14	05.00	99,9	99,3	95
2019-03-14	06.00	99,9	99,8	95,3
2019-03-14	07.00	99,9	98,7	95,8
2019-03-14	08.00	99,9	97,1	93,8
2019-03-14	09.00	96,5	93,4	86,8
2019-03-14	10.00	90,7	88,9	82,4
2019-03-14	11.00	85,9	86,5	78,2
2019-03-14	12.00	83,2	81	72,8
2019-03-14	13.00	80,1	79,7	72,2
2019-03-14	14.00	80,4	79,7	71,3
2019-03-14	15.00	80,1	78,1	72,3
2019-03-14	16.00	84,1	80,2	75
2019-03-14	17.00	82,6	79,9	75,2
2019-03-14	18.00	87,4	83,3	78,7

2019-03-14	19.00	89,6	85,9	82
2019-03-14	20.00	90,9	89	83,7
2019-03-14	21.00	93,2	90,1	86,4
2019-03-14	22.00	95,3	92,7	88,8
2019-03-14	23.00	96,2	94,1	91,1
2019-04-15	00.00	96,8	95,2	91,3
2019-04-15	01.00	99,3	95,8	91,7
2019-04-15	02.00	99,9	96,9	92,5
2019-04-15	03.00	98,9	97	92,6
2019-04-15	04.00	99,6	97,6	93,1
2019-04-15	05.00	99,9	97,9	94
2019-04-15	06.00	99,9	97,2	94,1
2019-04-15	07.00	99,9	97,4	94
2019-04-15	08.00	99,9	93,8	91,4
2019-04-15	09.00	90,7	90,3	85,4
2019-04-15	10.00	85,5	88	81,4
2019-04-15	11.00	83,9	84,1	76,2
2019-04-15	12.00	88,9	87,6	78,6
2019-04-15	13.00	95,1	88,5	80,4
2019-04-15	14.00	90,7	86,7	79
2019-04-15	15.00	98,4	93,5	85,4
2019-04-15	16.00	99,4	91,9	85,8
2019-04-15	17.00	95,6	91,2	85,7
2019-04-15	18.00	95,8	92	87,3
2019-04-15	19.00	96,6	93,9	89,3
2019-04-15	20.00	99,4	97	92
2019-04-15	21.00	99,9	98,8	93,7
2019-04-15	22.00	99,9	99,6	95,4
2019-04-15	23.00	99,9	99,6	95,3
2019-04-16	00.00	99,9	99,5	95,4
2019-04-16	01.00	99,9	99,9	95,8
2019-04-16	02.00	99,9	98,4	95,8
2019-04-16	03.00	99,9	98,7	95,3
2019-04-16	04.00	99,9	99	95,5
2019-04-16	05.00	99,9	99,7	96,2
2019-04-16	06.00	99,9	99,9	97
2019-04-16	07.00	99,9	99,9	98
2019-04-16	08.00	99,9	99,9	97,1
2019-04-16	09.00	99,9	97,7	92
2019-04-16	10.00	97,2	94,3	87,9
2019-04-16	11.00	94	92,9	86,8
2019-04-16	12.00	91,5	87	79,6
2019-04-16	13.00	85,3	87,1	78,4
2019-04-16	14.00	87,1	87,5	81,1
2019-04-16	15.00	93,3	90,7	85,1
2019-04-16	16.00	96,5	92,4	87,5

2019-04-16	17.00	99,9	96,3	91,3
2019-04-16	18.00	99,9	99,1	93
2019-04-16	19.00	99,9	99,9	94,4
2019-04-16	20.00	99,9	99,8	95,8
2019-04-16	21.00	99,9	97,7	94,3
2019-04-16	22.00	99,9	99,2	95,5
2019-04-16	23.00	99,9	99,9	96,4
2019-04-17	00.00	99,9	99,9	97,1
2019-04-17	01.00	99,9	99,9	97,2
2019-04-17	02.00	99,9	99,9	97,3
2019-04-17	03.00	99,9	99,9	97,5
2019-04-17	04.00	99,9	99,9	97,6
2019-04-17	05.00	99,9	99,9	98,4
2019-04-17	06.00	99,9	99,9	98,8
2019-04-17	07.00	99,9	99,9	99,3
2019-04-17	08.00	99,9	99,9	98,2
2019-04-17	09.00	99,9	99,9	94,3
2019-04-17	10.00	97,2	96,2	89,2
2019-04-17	11.00	89,7	92	80,3
2019-04-17	12.00	82,7	89,2	77,3
2019-04-17	13.00	81,3	86,4	74,4
2019-04-17	14.00	77,6	85,4	72,9
2019-04-17	15.00	89,2	91,3	78,6
2019-04-17	16.00	95,2	92,5	84,2
2019-04-17	17.00	97,2	96,1	87,4
2019-04-17	18.00	98,8	96,6	89,4
2019-04-17	19.00	99,9	98,9	91,4
2019-04-17	20.00	99,9	98,9	92,7
2019-04-17	21.00	99,9	99,9	93,8
2019-04-17	22.00	99,9	99,9	94,5
2019-04-17	23.00	99,9	99,9	95,8
2019-04-18	00.00	99,9	99,9	96,4
2019-04-18	01.00	99,9	99,9	97,2
2019-04-18	02.00	99,9	99,9	97,7
2019-04-18	03.00	99,9	99,9	98,5
2019-04-18	04.00	99,9	99,9	98,7
2019-04-18	05.00	99,9	99,9	99,3
2019-04-18	06.00	99,9	99,9	99,5
2019-04-18	07.00	99,9	99,9	99,9
2019-04-18	08.00	99,9	99,9	99,9
2019-04-18	09.00	99,9	99,9	98,6
2019-04-18	10.00	99,9	97,4	92,2
2019-04-18	11.00	95,5	91,2	82,4
2019-04-18	12.00	84	88,2	79,9
2019-04-18	13.00	83,1	84,7	75,7
2019-04-18	14.00	77,7	82,4	72

2019-04-18	15.00	83	86,8	72,9
2019-04-18	16.00	88,4	88,3	79,4
2019-04-18	17.00	88,9	88,9	80,3
2019-04-18	18.00	86,4	85,7	80
2019-04-18	19.00	91,2	89,6	82,5
2019-04-18	20.00	93,6	93,7	85,8
2019-04-18	21.00	89,8	91,5	86,9
2019-04-18	22.00	89,4	89	85,9
2019-04-18	23.00	93,3	92	88,2
2019-04-19	00.00	95	93,4	88,6
2019-04-19	01.00	97,4	96,1	90,2
2019-04-19	02.00	98,5	96,2	91,7
2019-04-19	03.00	99,9	97,6	92,3
2019-04-19	04.00	99,9	98,5	92,5
2019-04-19	05.00	99,9	98,7	93,4
2019-04-19	06.00	99,9	99,7	94,1
2019-04-19	07.00	99,9	99,9	95,2
2019-04-19	08.00	99,9	99,8	94,5
2019-04-19	09.00	98,7	95	86,8
2019-04-19	10.00	89,9	90,5	81,1
2019-04-19	11.00	86,3	88	77,7
2019-04-19	12.00	83,3	85,4	75,3
2019-04-19	13.00	77,9	80,5	69,2
2019-04-19	14.00	73,9	78,1	68,3
2019-04-19	15.00	74,6	77,4	67,3
2019-04-19	16.00	80,8	80,9	72,5
2019-04-19	17.00	84,2	82,9	76
2019-04-19	18.00	85,7	84,2	78,8
2019-04-19	19.00	89,3	86,7	82,1
2019-04-19	20.00	89,3	87,2	83,4
2019-04-19	21.00	91,1	89,7	85,8
2019-04-19	22.00	93,8	92,6	88,3
2019-04-19	23.00	95,7	94,8	88,7
2019-04-20	00.00	97	94,8	89,4
2019-04-20	01.00	95,9	94,9	89,6
2019-04-20	02.00	97,4	95,5	90,1
2019-04-20	03.00	99,3	96,9	90,6
2019-04-20	04.00	99,4	97	91,2
2019-04-20	05.00	99	96,8	91,3
2019-04-20	06.00	99,9	97,1	91,8
2019-04-20	07.00	99,9	98,2	93,2
2019-04-20	08.00	99,9	96	91,7
2019-04-20	09.00	95	90	82,8
2019-04-20	10.00	87	85,7	78,9
2019-04-20	11.00	83,1	81,9	73,9
2019-04-20	12.00	79,5	78,6	71,4

2019-04-20	13.00	77	78,1	69,5
2019-04-20	14.00	75	75,6	69,3
2019-04-20	15.00	72,8	73,4	67,2
2019-04-20	16.00	72,3	74,1	67,3
2019-04-20	17.00	74,6	75,1	68
2019-04-20	18.00	79	78,4	72,1
2019-04-20	19.00	84,3	82,6	76,4
2019-04-20	20.00	85,4	86,4	78,9
2019-04-20	21.00	90,8	88	82,1
2019-04-20	22.00	92,3	90,1	83,6
2019-04-20	23.00	93,8	91,8	85,5
2019-04-21	00.00	93,9	92,8	86,6
2019-04-21	01.00	94,9	92,7	87,4
2019-04-21	02.00	95,9	93,4	87,8
2019-04-21	03.00	97,3	95,1	88,9
2019-04-21	04.00	98,4	95,4	89,9
2019-04-21	05.00	99,4	96,4	90,7
2019-04-21	06.00	99,6	97,2	91,6
2019-04-21	07.00	99,1	97	92,8
2019-04-21	08.00	96,4	94,8	92,2
2019-04-21	09.00	92	90,2	83,4
2019-04-21	10.00	84	87	78,1
2019-04-21	11.00	78,9	83,2	72,4
2019-04-21	12.00	74,6	79,5	69
2019-04-21	13.00	69,6	74,5	65,1
2019-04-21	14.00	64,1	73,4	63,7
2019-04-21	15.00	64,7	72,2	61,2
2019-04-21	16.00	66,1	71,1	61,6
2019-04-21	17.00	66,4	72,6	63
2019-04-21	18.00	69,7	74	65,5
2019-04-21	19.00	80,3	79,6	72,9
2019-04-21	20.00	85,4	83,3	77
2019-04-21	21.00	88,1	86,2	79,4
2019-04-21	22.00	90,4	88,5	81,9
2019-04-21	23.00	91,5	89,2	83,6

Evaluasi Penerapan Prinsip Arsitektur Tropis Nusantara Terhadap Kinerja Termal Lingkungan Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto

Hannaswati Grahitasari Putri¹ dan Agung Murti Nugroho²

¹ Mahasiswa Program Sarjana Arsitektur, Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

² Dosen Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya

Alamat Email penulis: ghepehannaswati@gmail.com; sasimurti@yahoo.co.id

ABSTRAK

Eko Prawoto merupakan salah satu arsitek Indonesia selalu memperhatikan prinsip iklim tropis pada karyanya. Akan tetapi, terdapat karya bangunan rumah tinggal Eko Prawoto belum memaksimalkan penerapan prinsip iklim tropis. Sehingga diperlukan evaluasi karya arsitek penerapan prinsip Arsitektur Tropis Nusantara untuk menciptakan kenyamanan termal yang baik. Penelitian menggunakan metode evaluatif dengan Pendekatan metode kualitatif menggunakan analisis visual objek penelitian bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto dari teori prinsip Arsitektur Tropis Nusantara untuk mengetahui seberapa besar prinsip tersebut diterapkan. metode kuantitatif menggunakan analisis numberik untuk mengetahui kinerja termal lingkungan dan penurunan kinerja suhu pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto. Hasil yang didapatkan kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto pada zona nyaman yaitu dengan rentang suhu 23,3°C - 28,3°C. Sebesar 90,9% dari prinsip Arsitektur Tropis Nusantara telah diterapkan pada objek penelitian bangunan rumah tinggal Eko Prawoto. Sebesar 9,1% dari prinsip yang belum diterapkan dijadikan sebagai rekomendasi desain yaitu rancangan atap berupa lubang ventilasi pada ruang atap dan rancangan bukaan berupa kisi-kisi pada elemen arsitektural.

Kata kunci: Kinerja Termal Lingkungan, Kenyamanan Termal, Arsitektur Tropis Nusantara

ABSTRACT

Eko Prawoto is one of Indonesia's architects who always regard to the tropical climate his works. However, some works of Eko Prawoto's residential building haven't maximized to application tropical climate factor. So that to needed evaluate architect's works based on principle of Archipelago Tropical Architecture to create good thermal comfort. Research uses evaluative methods with qualitative method uses visual analysis the residential building works Eko Prawoto based on principle of Archipelago Tropical Architecture to find out how much principle is applied. Quantitative method uses numeric analysis to find out enviroment thermal performance works of residential building Eko Prawoto. The results obtained environmental thermal performance on works the residential buildings Eko Prawoto were comfort zone with range temperature of 23,30C - 28,30C. The Archipelago Tropical Architecture principle have been applied to residential building works Eko Prawoto as much as 90,9%. and as much as 9.1% the principle that haven't been applied are used as design recommendations, the roof design and the design of openings in the ventilation holes on the roof space and architectural elements.

Keywords: Enviroment Thermal Performance, Thermal Comfort, Archipelago Tropical Architecture

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara beriklim tropis lembab dengan suhu udara dan kelembaban udara yang tinggi. Hal tersebut dapat mempengaruhi bangunan khususnya pada bangunan rumah tinggal yang berpengaruh pada kondisi termal ruang dalam bangunan. Permasalahan yang terjadi saat ini banyak desain rumah tinggal yang dibangun dengan ukuran yang minimalis tanpa memikirkan kondisi iklim, sehingga berdampak pada kondisi ruang dalam bangunan dalam hal kenyamanan suhu udara. Sebagai arsitek harus dapat memahami faktor apa saja yang diperhatikan dalam mendesain bangunan khususnya rumah tinggal. Eko Prawoto adalah salah satu arsitek Indonesia yang selalu memperhatikan iklim dan lingkungan sekitar pada karyanya. Akan tetapi beberapa karya bangunan rumah tinggal Eko Prawoto belum memaksimalkan penerapan faktor iklim tropis. Sehingga diperlukan mengevaluasi karya arsitek yang menerapkan prinsip desain Arsitektur Tropis Nusantara sebagai upaya meningkatkan kenyamanan suhu.

Rumah Djaduk Ferianto merupakan bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto yang terletak di Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada ruang atap minim lubang ventilasi dan penggunaan material batu bata ekspos yang memiliki sifat menyerap panas dan sukar. Rumah Lantip Kuswala Daya merupakan bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto juga. Sama halnya seperti rumah Djaduk Ferianto rumah ini juga minim memiliki lubang ventilasi pada ruang atapnya dan penggunaan penghawaan buatan pada kamar tidur.

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi penerapan prinsip Arsitektur Tropis Nusantara pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto dan mengetahui kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto sebagai upaya memaksimalkan kenyamanan suhu pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto ini.

2. Metode

Penggunaan metode dalam penelitian ini menggunakan metode evaluatif dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Dalam pendekatan kualitatif metode yang digunakan merupakan analisis visual, sedangkan untuk metode kuantitatif ini menggunakan analisis numberik.

2.1 Analisis Data Kualitatif

Pada tahap penelitian analisis visual pertama yang dilakukan adalah analisis tautan lingkungan sekitar objek penelitian yaitu rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya. Tujuan analisis ini untuk mengetahui pengaruh tautan lingkungan sekitar terhadap kinerja termal pada bangunan rumah tinggal Eko Prawoto dan sebagai penunjang tahap penelitian yang akan dilakukan selanjutnya.

Selanjutnya melakukan observasi lapangan pada objek penelitian yaitu rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya yang nantinya setelah melakukan observasi akan dibandingkan dengan kriteria fisik bangunan Arsitektur Tropis berdasarkan teori. Sehingga akan menghasilkan kriteria Arsitektur Tropis apa sajakah yang diterapkan pada bangunan rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto.

Analisis visual terakhir yang dilakukan yaitu observasi lapangan pada kedua objek penelitian dan kemudian akan dibandingkan dengan kriteria fisik bangunan rumah tinggal Arsitektur Tropis Nusantara berdasarkan teori, sehingga akan menghasilkan kriteria apa saja yang diterapkan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto serta hasil presentasinya.

Hasil Analisis data kualitatif nantinya akan dijadikan landasan, sebagai analisis lebih lanjut serta melakukan modifikasi desain pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto

2.2 Analisis Data Kuantitatif

Pada tahap ini hal yang dilakukan ialah mengukur dan meletakkan alat ukur suhu udara dan kelembaban udara dengan menggunakan alat *Data Logger* RC-4HC pada kedua objek penelitian dilakukan selama 24 jam selama 12 hari. Penentuan waktu penelitian ini berdasarkan fungsi objek penelitian yaitu rumah tinggal sebagai hunian yang digunakan setiap waktu. Peletakkan alat ukur suhu dan kelembaban udara pada kedua objek penelitian diletakkan pada ruang dengan aktivitas yang kompleks dan berhubungan langsung dengan ruang luar.

Hasil pengukuran suhu udara dan kelembaban udara lapangan ini nantinya akan dianalisis dan dibandingkan antar kedua objek penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara pada objek penelitian terhadap kinerja termal lingkungan. Kemudian akan dilakukan rekomendasi desain terhadap desain eksisting bangunan pada kedua objek penelitian yaitu dengan tujuan kenyamanan suhu udara bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto berdasarkan analisis visual dan numerik.

3. Hasil dan Pembahasan





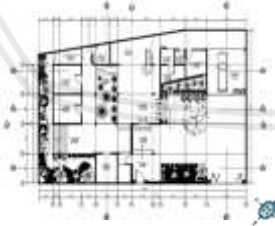
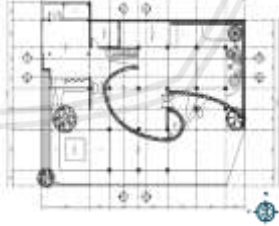
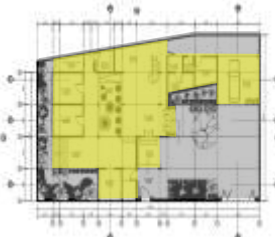
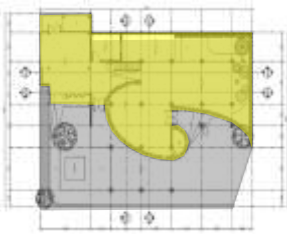
3.1 Data Eksisting Bangunan

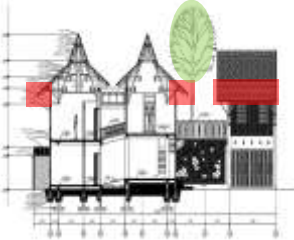



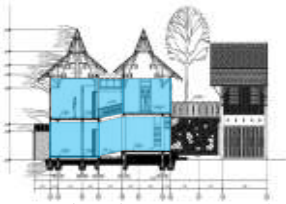
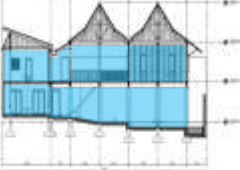
3.1.1 Analisis Penerapan Arsitektur Tropis Nusantara

Analisis visual yang dilakukan yaitu menganalisis kriteria desain bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya karya Eko Prawoto berdasarkan Kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara. Prinsip dasar desain yang digunakan dalam menganalisis ialah menggunakan prinsip dasar dari Nugroho, (2016) yang dikombinasi dengan Karyono, (2016) yaitu orientasi bangunan, lingkungan sekitar dan kondisi tapak, massa bangunan, membayangi massa bangunan, volume atap, ketinggian ruang, material alam dan lokal, rancangan atap dan rancangan bukaan, ruang komunal, penghawaan alami, ruang dalam berhubungan dengan ruang luar.

Berdasarkan analisis kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara diatas, bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya telah menerapkan hampir keseluruhan kriteria desain tersebut. Pada kedua objek penelitian sebesar 90,9% dari kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara sudah diterapkan, sedangkan 9,1% kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara belum diterapkan pada kedua objek penelitian tersebut. Kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara yang belum diterapkan pada kedua objek tersebut nantinya akan dijadikan dasar sebagai modifikasi desain.



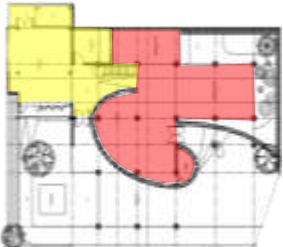

Tabel 1. Hasil Presentase Analisis Penerapan Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara Pada Bangunan Rumah Tinggal Karya Eko Prawoto

NO	KRITERIA DESAIN ARSITEKTUR TROPIS NUSANTARA	PENERAPAN KRITERIA DESAIN ARSITEKTUR TROPIS NUSANTARA PADA BANGUNAN RUMAH TINGGAL KARYA EKO		KETERANGAN	
		Rumah Djaduk Ferianto	Rumah Lantip Kuswala Daya	Sesuai	Tidak Sesuai
1.	Melestarikan lingkungan sekitar dan memaksimalkan kondisi tapak	 <p>Rumah tinggal Djaduk Ferianto memaksimalkan kondisi tapak dengan cara tetap mempertahankan 2 pohon asem yang tumbuh area tapak.</p>  <p>Dalam melestarikan lingkungan sekitar rumah tinggal ini menggunakan material yang ada dilingkungan sekitar seperti penggunaan material kayu, batu bata ekspos, bambu, dan batu alam</p>	 <p>Rumah Lantip tetap memaksimalkan kondisi tapak dengan tetap mempertahankan pohon kamboja yang tumbuh area site rumah tersebut sebagai tanaman peneduh.</p>  <p>Penggantian tanaman pohon bambu sebagai pagar yang mengeliling area rumah dan penggunaan material alam seperti kayu, bambu, dan batu alam</p>	√	
2.	Orientasi bangunan menghadap utara-selatan	 <p>Orientasi bangunan menghadap timur laut - barat daya</p>	 <p>Orientasi bangunan menghadap utara - selatan.</p>	√	
3.	Memiliki massa bangunan yang ramping	 <p>■ Massa Bangunan ■ Pavling Block Pada Area Tapak</p> <p>Perbandingan luas massa bangunan dengan luas tapak pada rumah Djaduk Ferianto</p>	 <p>■ Massa Bangunan ■ Pecahan Ubin Pada Area Tapak</p> <p>Perbandingan luas massa bangunan dengan luas tapak pada rumah tinggal Lantip</p>	√	


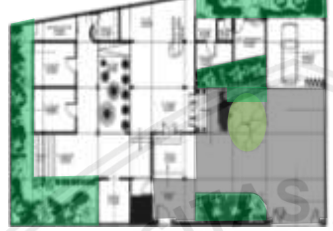
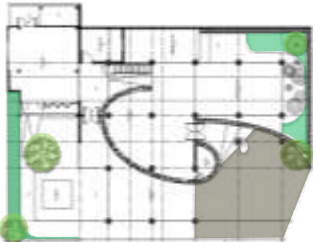
		ini sudah mendekati kesesuaian dengan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara yaitu sebesar 290 m ² : 438 m ² .	Kuswala Daya ialah sebesar 250 m ² : 349 m ² . Perbandingan tersebut mendekati kesesuaian dari kriteria desain Arsitektur Tropi Nusantara.		
4.	Membayangi seluruh massa bangunan	 <p> ■ Tritisan Atap ■ Pohon Asem Pada Area Tapak </p> <p>Pembayangan pada bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto ini dari tritisan atap bangunan dan vegetasi yang ada pada area tapak bangunan yaitu berupa pohon Asem.</p>	 <p> ■ Tritisan Atap </p> <p>Pembayangan pada bangunan bersumber dari tritisan atap bangunan serta vegetasi yang ada di area tapak bangunan.</p>	√	
5.	Volume atap yang besar (volume atap = volume bangunan/4,4)	<p>Perhitungan volume bangunan dan volume atap rumah tinggal ini yaitu volume atap sebesar 383,07m³ dan volume bangunan 1249,93 m³. Hasil perhitungan didapatkan perbandingan antara volume bangunan dengan volume atap sebesar $VA = VB/3,26$. Dikaitkan dengan perhitungan volume atap pada standart, volume atap bangunan rumah tinggal ini sudah sesuai.</p>  <p> ■ Volume Atap </p>	<p>Perhitungan Volume Atap dengan Volume Bangunan Rumah ini ialah volume atap sebesar 201,34 m³ dan volume bangunan 837,42 m³. Dari perhitungan diperoleh perbandingan antara volume atap dengan volume bangunan ialah $VA = VB/4,15$. Dihubungkan dengan perhitungan volume atap pada standart, rumah Lantip Kuswala Daya ini volume atap sudah sesuai.</p>  <p> ■ Volume Atap </p>	√	
6.	Ketinggian berbeda pada setiap ruang	 <p> ■ Ketinggian Ruang Dalam Potongan bangunan menunjukkan ketinggian masing - masing ruang dalam bangunan berbeda dengan ketinggian 2,4 m-2,75 m. </p>	<p>Potongan bangunan rumah menunjukkan ketinggian setiap ruang dalam bangunan berbeda dengan ketinggian 2.5 m-3.35 m.</p>  <p> ■ Ketinggian Ruang Dalam </p>	√	

<p>7.</p>	<p>Material alam dan lokal</p>	 <p>Selubung bangunan menggunakan material batu bata ekspos dan batu alam, serta elemen arsitektural dan rangka atap menggunakan kayu.</p>  <p>Lantai menggunakan bahan keramik yang dikombinasi dengan barang lawasan</p> 	  <p>Selubung bangunan dan elemen arsitektural bangunan rumah ini menggunakan material yang berbeda-beda, akan tetapi dominan menggunakan material alam seperti, kayu dan batu alam.</p>  	<p>✓</p>	
<p>8.</p>	<p>Rancangan bukaan berupa kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural serta Rancangan Atap berupa lubang ventilasi pada ruang atap</p>	  <p>Pada rumah tinggal ini tidak terdapat kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural</p>  <p>■ Batu Bata Ekspos ■ Kaca</p>	  <p>Rumah tinggal ini hanya terdapat ornamen ukiran yang berbahan dasar kayu dan tidak terdapat kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural</p>  <p>■ Gawel</p>	<p>✓</p>	



		Untuk lubang ventilasi pada ruang atap tidak ada pada bangunan rumah tinggal Djaduk Ferianto ini. Gawel batu bata ekspos yang dikombinasi dengan kaca.	Lubang ventilasi pada ruang atap tidak ada. Berupa gawel kayu yang disusun secara horizontal.		
9.	Ruang komunal (ruang bersama) dan Sistem hirarki dalam penataan ruang	 <p> ■ Ruang Komunal ■ Zona Privat ■ Zona Semi Publik </p> <p>Area komunal pada rumah tinggal Djaduk terletak di lantai 1 yaitu ruang tamu, teras, ruang makan dan ruang tv.</p>  <p>Lantai 1 rumah Djaduk dominan dengan hirarki ruangnya sebagai zona semi publik ataupun publik. Sedangkan pada lantai 2 hirarki ruangnya lebih dominan pada sebagai zona privat.</p>	 <p> ■ Ruang Komunal ■ Zona Privat ■ Zona Semi Publik </p> <p>Area komunal rumah tinggal Lantip terletak di lantai 1 yaitu ruang multifungsi (ruang tamu, dapur, ruang penyimpanan barang langka dan ruang makan).</p>  <p>Sama seperti halnya rumah Djaduk, rumah Lantip ini pada lantai 1 hirarki ruangnya sebagai zona semi publik dan lantai 2 sebagai zona privat.</p>	√	
10.	Penghawaan Alami	Perhitungan bukaan pada lantai 1 belum terpenuhi yaitu sebesar 4,6% , khususnya pada kamar tidur dari standart minimal bukaan . sedangkan pada lantai 2 perhitungan bukaan telah terpenuhi yaitu sebesar 10,50%. Tetapi secara keseluruhan rumah Djaduk Ferianto ini telah menerapkan bukaan yaitu sebesar 15,10% sesuai dengan standart yang ada. Pada bangunan rumah memakai 2 type jendela atau bukaan yaitu jendela hidup dan mati.	Dalam perhitungan bukaan pada lantai 1 sudah terpenuhi sebesar 6,05% sedangkan pada lantai 2 belum terpenuhi sebesar 3,4% dari standart minimal bukaan. Akan tetapi secara keseluruhan bangunan rumah tinggal ini telah menerapkan bukaan sebesar 9,45% sesuai dengan standart. Pada bangunan rumah tinggal ini menggunakan 2 type jendela yaitu jendela mati dan hidup.	√	

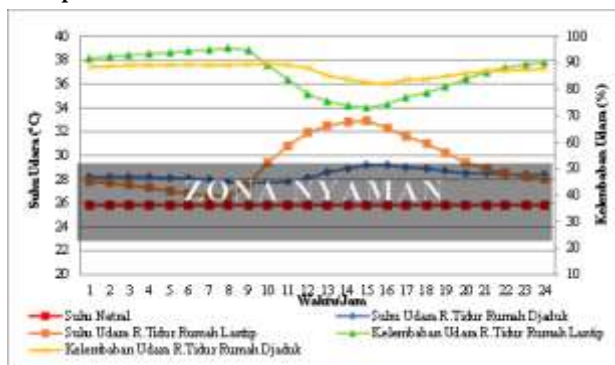
		<p>Jendela Hidup 1</p> <p>Jendela Mati 1</p> <p>Jendela Hidup 2</p> <p>Jendela Mati 2</p> <p>Jendela Mati 3</p> <p>Jendela Mati 4</p> <p>Jendela Mati 5</p> <p>Jendela Hidup 3</p> <p>Jendela Mati 1</p> <p>Jendela Mati 2</p> <p>Jendela Mati 3</p>		
<p>11.</p>	<p>Ruang dalam bangunan berhubungan langsung dengan ruang luar</p>	<p>Pada bangunan rumah ini terdapat void yang terletak di tengah bangunan tanpa penutup sehingga dapat memaksimalkan udara secara alami.</p>	<p>Ruang dalam bangunan rumah ini berhubungan langsung dengan area luar sehingga dapat memaksimalkan udara dan pencahayaan secara alami yaitu berupa taman dan koridor yang tidak terbatas oleh dinding.</p>	

		 <p>Ruang dalam bangunan juga berhubungan langsung dengan ruang luar karena posisi void tanpa penutup tersebut terletak di tengahruang dalam bangunan.</p>  <ul style="list-style-type: none"> ■ Pohon Asem ■ Perkerasan ■ Taman 	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Pohon ■ Perkerasan ■ Taman 		
Presentase Kesesuaian atau Tidak Kesesuaian Penerapan Kriteria Desain Arsitektur Tropis Nusantara Jumlah Kriteria Desain ATN Sesuai / Tidak Sesuai <hr/> Total Jumlah Kriteria Desain ATN X 100%			90.9%	09,1%	

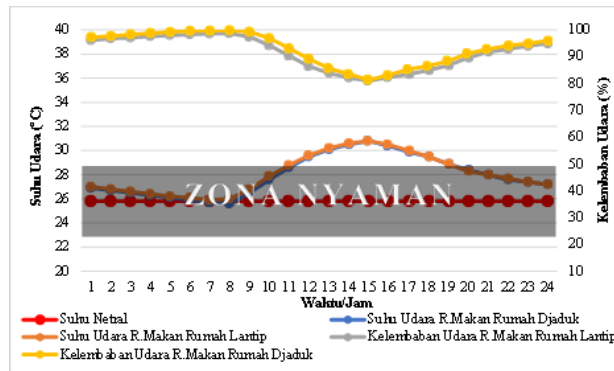
3.1.2 Analisis Kinerja Termal Lingkungan

Pada tahap ini analisis yang dilakukan ialah menganalisis kinerja suhu udara dan kelembaban udara bangunan eksisting rumah tinggal karya Eko Prawoto yaitu rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya bertujuan untuk mengetahui kinerja termal lingkungan pada bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto.

Pada jam 01.00 – jam 09.00 WIB dan jam 22.00 – jam 23.00 WIB rata-rata suhu udara kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya lebih rendah dibandingkan dengan kamar tidur rumah Djaduk Ferianto. Sedangkan pada jam 18.00 – jam 21.00 WIB rata-rata suhu udara kamar tidur pada kedua rumah ini memiliki rata-rata suhu udara yang sama pada setiap jamnya.



Gambar 1 Perbandingan suhu dan kelembaban udara antar kamar tidur rumah Djaduk Ferianto dengan rumah Lantip Kuswala Daya.

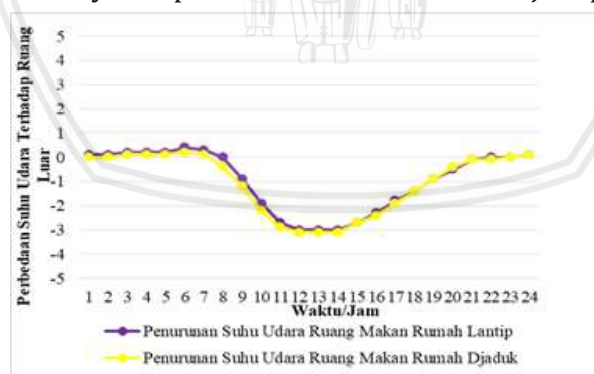


Gambar 2 Perbandingan suhu dan kelembaban udara antar ruang makan rumah Djaduk Ferianto dengan rumah Lantip Kuswala Daya.

Hasil grafik diatas menunjukkan rata-rata suhu udara ruang makan antara rumah Djaduk Ferianto dan rumah Lantip Kuswala Daya diatas suhu netral. Pada grafik juga menunjukkan rata-rata suhu udara ruang makan rumah lantip Kuswala Daya lebih tinggi daripada ruang makan rumah Djaduk Ferianto hal itu terjadi pada jam 01.00 – jam 14.00 WIB dan pada jam 16.00 – jam 20.00 WIB serta jam 22.00 – jam 24.00 WIB. Sedangkan jam 15.00 WIB dan jam 21.00 WIB pada ruang makan rata-rata suhunya sama pada kedua objek rumah tersebut.

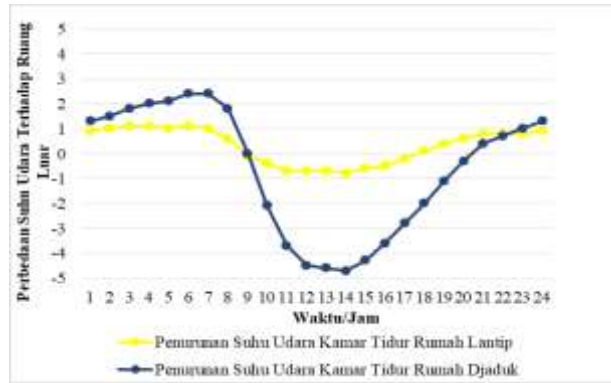
3.1.3 Analisis Kinerja Penurunan Suhu

Berdasarkan hasil grafik pengukuran menunjukkan selisih penurunan suhu udara pada ruang makan rumah tinggal Djaduk Ferianto lebih tinggi dibandingkan dengan ruang makan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya terjadi pada jam 08.00 – jam 16.00 WIB. Pada ruang makan rumah tinggal Djaduk Ferianto penurunan suhu udara lebih cepat terjadi yaitu pada jam 07.00 WIB, sedangkan pada ruang makan rumah tinggal Lantip Kuswala Daya ini penurunan suhu udara terjadi pada jam 08.00 WIB.



Gambar 3 Perbandingan selisih penurunan suhu udara ruang makan antar rumah Lantip Kuswala Daya dan rumah Djaduk Ferianto.

Pada hasil grafik pengukuran menjelaskan selisih penurunan suhu udara kamar tidur rumah Djaduk Ferianto lebih tinggi dibandingkan dengan kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya. Pada kamar tidur rumah Djaduk Ferianto penurunan suhu udara lebih lambat terjadi yaitu pada jam 09.00 WIB, sedangkan pada kamar tidur rumah Lantip Kuswala Daya penurunan suhu terjadi pada jam 08.00 WIB.



Gambar 3. Perbandingan selisih penurunan suhu udara kamar tidur antar rumah Lantip Kuswala Daya dan rumah Djuduk Ferianto.

Hasil analisis kinerja termal lingkungan menunjukkan rata-rata kelembaban udara pada kedua objek penelitian rumah Djuduk dan rumah Lantip ini mengalami peningkatan pada pagi hari dan penurunan kelembaban udara pada siang hari. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara diantaranya ialah orientasi bangunan, memaksimalkan potensi tapak, rancangan ruang dalam, rancangan atap berupa lubang ventilasi pada ruang atap dan rancangan bukaan berupa kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural, ruang dalam yang berhubungan langsung dengan ruang luar.

3.2 Rekomendasi Desain

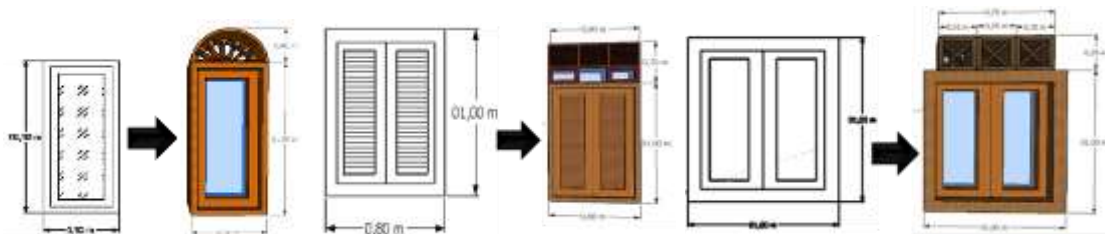
3.2.1 Modifikasi Desain Rancangan Atap Berupa Lubang Ventilasi Pada Ruang Atap

Modifikasi desain dengan membuat modifikasi desain dengan membuat lubang ventilasi pada gawel bagian utara maupun selatan dengan membuat lubang sebesar 5% dari luas gawel tersebut.



Gambar 4. Modifikasi lubang ventilasi pada ruang atap

3.2.2 Modifikasi Desain Rancangan Atap Berupa Lubang Ventilasi Pada Ruang Atap



Gambar 5. Penerapan kisi-kisi pada jendela.

Modifikasi desain kisi-kisi atau lubang ventilasi adalah membuat kisi-kisi atau lubang ventilasi pada elemen arsitektural yaitu jendela yang terbuat dari kayu dan juga kombinasi dengan material kaca dengan bentuk dasar setengah lingkaran dan persegi. Peletakkan kisi-kisi kayu ini diletakkan pada bagian atas dari jendela. Ukuran kisi-kisi atau lubang ventilasi dan bahan material yang digunakan sesuai dengan elemen arsitekturalnya.

4. Kesimpulan

Pada kedua objek penelitian bangunan rumah tinggal Karya Eko Prawoto ini telah menerapkan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara sebesar 90,9% yaitu terdiri dari kondisi tapak, orientasi bangunan, bentuk massa, volume atap, ketinggian ruang dalam bangunan, penggunaan material alam dan lokal, ruang komunal, sistem hirarki pada ruang, penghawaan alami, serta ruang dalam berhubungan langsung dengan ruang luar. Sedangkan yang tidak terpenuhi atau belum sesuai dengan kriteria desain Arsitektur Tropis Nusantara sebesar 9,1% yaitu rancangan atap berupa lubang ventilasi pada ruang atap dan rancangan bukaan berupa kisi-kisi pada elemen arsitektural. Kriteria yang tidak sesuai dijadikan dasar sebagai modifikasi desain pada kedua objek penelitian bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto ini. Pada kedua objek penelitian bangunan rumah tinggal karya Eko Prawoto ini kinerja termal lingkungan dominan pada zona suhu netral atau zona nyaman yaitu dengan rentang suhu 23,3°C – 28,3°C.

Daftar Pustaka

- Ariadina, Artha. 2009. *Bedah Rumah Orang Beken: Rancangan Ir. Eko Prawoto M. Arch.* IAI.Yogyakarta: Penerbit Kanisius
- Karyono, Tri Harso. 2009. *Permukiman Tropis Berkonsep Hijau Ramah Lingkungan.* Semarang: Direktorat Jendral Cipta Karya
- Karyono, T.H. 2016. *Arsitektur Tropis: Bentuk, Teknologi, Kenyamanan, dan Penggunaan Energi.* Jakarta: Penerbit Erlangga
- Nugroho, Agung Murti. 2015. *Nuansa Tropis Nusantara, Alternatif Gaya Rumah Masa Kini.* Jurnal Permukiman Edisi 8. Jawa Timur: Dinas Pekerjaan Umum, Cipta Karya, dan Tata Ruang Provinsi Jawa Timur
- Nugroho, Agung Murti. 2015. *Rumah Ramah Lingkungan.* Jurnal Permukiman Edisi 8. Jawa Timur: Dinas Pekerjaan Umum, Cipta Karya, dan Tata Ruang Provinsi Jawa Timur