

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Iklim merupakan salah satu faktor penting dalam perancangan bangunan, karena tujuan utama didirikannya bangunan adalah tempat untuk bernaung bagi manusia. Tempat bernaung tersebut tentu harus memberikan perlindungan, keamanan, kenyamanan bagi penggunanya. Salah satu faktor kenyamanan dari sebuah bangunan adalah kemampuan bangunan tersebut untuk menyesuaikan diri mengantisipasi iklim dimana bangunan tersebut berdiri. Pengantisipasi terhadap iklim tersebut dapat berupa sebuah teknologi atau cara elemen dan sistem bangunan, baik aktif maupun pasif, untuk memaksimalkan potensi iklim yang bersifat positif dan meminimalisir potensi iklim yang bersifat negatif. Selama ini banyak bangunan yang lebih mengutamakan bentuk daripada fungsi yang mengejar pemasaran produk dengan menawarkan gaya arsitektur terkini tanpa diimbangi oleh prinsip bangunan tanggap iklim. Manusia memiliki kuasa untuk mengolah dan memanfaatkan potensi bumi untuk kesejahteraan, sebagaimana dalam surat Al-baqoroh ayat 30 disebutkan bahwa manusia diciptakan sebagai khalifah di bumi ini, yang bukan berarti semena-mena untuk mengolah. Manusia juga memiliki kebutuhan untuk memiliki tempat tinggal atau papan. Hal ini berarti jasa pembangunan konstruksi tidak bisa dihentikan, tetapi solusi yang lain adalah penerapan konstruksi berkelanjutan yang sesuai dengan iklim.

1.1.1. Kota Malang merupakan target pembangunan Rusun di wilayah Jawa Timur

Kota Malang merupakan pusat bagi wilayah regional yang terdapat di sekitarnya, serta memiliki kedudukan dan peranan penting dalam menunjang pertumbuhan dan perkembangan wilayah Malang dan sekitarnya, diantaranya sebagai berikut:

1. Kedudukan Kota Malang sebagai salah satu pusat pengembangan wilayah tengah Jawa Timur.
2. Kedudukan Kota Malang sebagai kota besar kedua setelah Kota Surabaya di Jawa Timur ditinjau dari kelengkapan sarana dan prasarana perkotaan seperti sarana perdagangan, pendidikan, perkantoran, permukiman dan industri.

Daya tarik tersebut menjadi motivasi masyarakat untuk berbondong-bondong menuju Kota Malang dengan tujuan meningkatkan taraf hidup. Pesatnya pertumbuhan jumlah penduduk tidak hanya berasal dari angka kelahiran tetapi juga angka perpindahan penduduk. Berdasarkan data demografi tahun 2000, Kota Malang termasuk dalam tiga wilayah Jawa Timur yang memiliki kepadatan penduduk tertinggi selain Surabaya dan Mojokerto.

Tingginya pertumbuhan dan kepadatan di wilayah Kota Malang menyebabkan masyarakat berpenghasilan rendah (MBR) yang tidak mampu membebaskan sebidang tanah untuk membangun sebuah hunian, akhirnya mendirikan bangunan-bangunan liar yang banyak ditemukan di pinggiran rel kereta api, di bawah jembatan serta di sepanjang daerah aliran sungai salah satunya adalah Daerah Aliran Sungai (DAS) Brantas. Meskipun ditinjau dari topografi area tersebut tidak memenuhi persyaratan untuk dijadikan tempat tinggal karena memiliki resiko yang cukup tinggi terhadap bencana, namun karena adanya desakan kebutuhan bertempat tinggal maka MBR di Kota Malang tidak mempunyai pilihan lain untuk tetap bertahan hidup.

Menurut Sony Wibisono, wakil DPD REI Jatim (2007) rencana pembangunan rumah susun di Jawa Timur khususnya, akan direalisasikan dengan memprioritaskan pembangunan pada wilayah Surabaya, Sidoarjo, Malang, Jember, Madiun dan Gresik. Sehingga dapat diketahui bahwa prospek pembangunan rumah susun di Malang pada tahun-tahun mendatang akan cenderung tinggi. Hal ini terbukti dengan adanya target pembangunan tiga buah rumah susun di Malang pada tahun anggaran 2008, yaitu di daerah kelurahan Ciptomulyo, Kelurahan Tunggulwulung yang termasuk dalam kawasan kabupaten Malang serta Kelurahan Tlogowaru sekitar area Poltek IT yang termasuk dalam wilayah Kota Malang.

1.1.2. Pengembangan Universitas Muhamadiyah Malang Dengan Pembangunan Fasilitas Penunjang Rusunawa Mahasiswa

Kota Malang merupakan salah satu kota berkembang di propinsi Jawa Timur yang mendedikasikan pendidikan sebagai garda depan pembangunannya. Hal ini dibuktikan dengan banyaknya fasilitas-fasilitas pendidikan baik formal maupun non formal di kota ini. Kota Malang pun menjadi tempat tujuan utama bagi para pelajar dari kota-kota sekitar untuk menempuh jenjang pendidikan strata sarjana ataupun sederajatnya. Oleh sebab itulah sejauh ini kota Malang dikenal sebagai "Kota Pendidikan".

Universitas Muhammadiyah Malang (UMM) merupakan salah satu universitas swasta di Malang. Universitas ini terus mengalami berbagai perkembangan baik dalam fasilitas fisik maupun akademisnya. Jumlah mahasiswa yang terdaftar pun tiap tahun rata-rata mengalami penambahan, terutama untuk jenjang S-1 yang jumlahnya paling besar jika dibandingkan dengan jenjang lainnya. Peningkatan jumlah mahasiswa tersebut merupakan indikasi semakin meningkatnya minat siswa pasca SMU atau sederajatnya untuk melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi khususnya di UMM.

Faktor ketersediaan sarana dan prasarana dalam sebuah universitas sangat berpengaruh pada keberlangsungan proses pendidikan mahasiswa. Sarana dan prasarana yang ideal dan efektif antara lain berkriteria mampu mengakomodasi seluruh kebutuhan mahasiswanya. Kebutuhan mahasiswa meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah mahasiswa itu sendiri. Dengan demikian kebutuhan akan sarana dan prasarana universitas perlu dikembangkan guna menunjang proses pendidikan yang ideal. Salah satu sarana dan prasarana adalah Rusunawa (Rumah Susun Sederhana Sewa) mahasiswa, guna meningkatkan kualitas pelayanan fasilitas akomodasi mahasiswa dalam kampus.

Pendidikan perguruan tinggi merupakan salah satu rangkaian kebijakan pendidikan nasional dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, sebagaimana tertuang dalam pembukaan UUD 1945. Pendidikan di perguruan tinggi tidak hanya menuntut seorang mahasiswa untuk ahli dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan, namun juga dituntut untuk mampu mengembangkan kepribadian dalam hubungan sosial masyarakat yang lebih luas. Kondisi tersebut tentunya sangat berbeda jika dibandingkan dengan level pendidikan dibawahnya yaitu Sekolah Menengah Umum (SMU) atau sederajat. Seorang yang disebut mahasiswa dituntut mampu mandiri dalam mengembangkan potensi dan kepribadian diri untuk siap terjun dalam sosial masyarakat.

Jenjang pendidikan perguruan tinggi merupakan masa transisi serta inkubasi bagi seorang mahasiswa sebelum siap terjun dalam kehidupan sosial masyarakat. Selain dididik dengan berbagai ilmu pengetahuan dalam bidangnya, mahasiswa juga harus dibekali dengan latihan kepekaan moral, kepemimpinan serta interaksi sosial guna membentuk karakter tenaga intelektual masa depan yang bermoral dan berkepribadian luhur. Disinilah peran Rusunawa mahasiswa sebagai fasilitas kampus sangat diperlukan. Rusunawa difungsikan sebagai tempat kontrol dan pembinaan

kepribadian mahasiswa, mengingat pergaulan di luar kampus akhir-akhir ini lebih banyak mengarah pada kegiatan yang negatif. Terlebih pola kehidupan dan pergaulan dilingkungan kost yang cenderung kurang adanya kontrol sosial. Selain itu keberadaan Rusunawa mahasiswa juga dapat membantu menekan biaya operasional pendidikan yang kian meningkat, dengan menyediakan fasilitas “ hunian murah ” namun berkualitas.

Kementerian Perumahan Rakyat menargetkan pembangunan Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa) pada tahun 2010 ini sebanyak 110 unit dengan anggaran sekitar Rp 990 miliar. Pembangunan Rusunawa ini tersebar di seluruh Indonesia, termasuk di Malang. Pembangunan Rusunawa di Malang ini di antaranya adalah di Universitas Brawijaya, Unisma, UNM dan tentunya UMM. Dari kesemuanya itu baru UMM yang sudah diresmikan dan diperuntukkan khusus untuk mahasiswi. Selain itu, pihak UMM juga akan mengadakan pembekalan terhadap para mahasiswi yang menghuni Rusunawa itu dengan Program Pembentukan Kepribadian dan Kepemimpinan. Keberadaan rusunawa ini diprioritaskan kepada mahasiswa yang kurang mampu dan berasal dari luar kota. Sebab, bantuan ini diberikan orientasinya untuk memberikan fasilitas khusus bagi mahasiswa yang kurang mampu dalam mengenyam pendidikan S1.

1.1.3. Pengaruh Kondisi Iklim Terhadap Kenyamanan

Iklim merupakan serangkaian fenomena alami yang bekerja pada setiap wilayah di belahan bumi ini. Setiap bagian wilayah dari belahan bumi mempunyai iklim yang berbeda. Negara kepulauan Indonesia merupakan salah satu wilayah di belahan bumi ini yang dilewati oleh garis katulistiwa, yaitu sebuah garis maya sebagai lintasan edar matahari, serta posisi geografis yang dikelilingi oleh dua samudra. Kondisi tersebut menjadikan wilayah kepulauan nusantara memiliki iklim tropis lembab. Pengaruh iklim tersebut menjadikan wilayah nusantara cenderung mendapatkan penyinaran matahari yang berlimpah setiap tahunnya, curah hujan relatif tinggi dan kecepatan angin yang cukup. Berbagai karakter iklim yang dimiliki oleh wilayah nusantara ini sangat mempengaruhi pola rancang bangun.

Perubahan iklim secara drastis akhir-akhir ini muncul sebagai permasalahan baru yang mengawatirkan. Kondisi tersebut merupakan salah satu dampak dari pemanasan global. Fenomena meningkatnya suhu rata-rata di bumi ini terjadi secara merata diberbagai penjuru dunia, wilayah kepulauan nusantara pun tidak luput dari

permasalahan tersebut. Bumi yang kondisinya semakin panas dapat menyebabkan pergeseran siklus hujan dan kemarau. Seperti yang terjadi diseluruh kepulauan nusantara, musin kemarau memiliki siklus yang lebih panjang. Tentunya kondisi tersebut sangat berbeda dari keadaan normal yang harusnya siklus tersebut sama panjangnya.

Seperti halnya kondisi yang terjadi di Kota Malang, sebuah kota pendidikan yang 10 tahun lalu terkenal dengan nuansa pegunungan yang sejuk dan nyaman kini kian memudar karena isu pemanasan temperatur udara yang semakin nyata dirasakan. Dampak peningkatan temperatur udara sangat dirasakan oleh makhluk hidup terutama manusia. Temperatur udara yang ideal untuk daerah tropis berkisar antara $22,5^{\circ}\text{C}$ sampai dengan $29,5^{\circ}\text{C}$, lebih dari kondisi ini maka kenyamanan akan terganggu. Manusia tidak akan dapat beraktivitas dengan baik dan normal apabila kondisi kenyamanannya terusik, terutama masalah kenyamanan termal (suhu/temperatur udara). Tingkat kegerahan yang berlebih menimbulkan proses fisiologis terganggu yang kemudian mengundang persepsi tidak nyaman secara mental. Dalam sebuah bangunan hunian, tingkat nyaman yang baik sangat diperlukan.

Hunian merupakan tempat dimana manusia banyak menghabiskan waktu untuk relaksasi. Khususnya dalam hunian rusunawa yang notabene tidak hanya digunakan bagi penghuninya untuk relaksasi tapi juga konsentrasi belajar. Kedua kegiatan utama tersebut membutuhkan kondisi fisik yang nyaman sehingga mengundang persepsi mental yang ideal. Tingkat keberhasilan atau kegagalan dalam mencapai kenyamanan termal dalam hunian rusunawa sangat berpengaruh pula pada keberlangsungan aktivitas penghuninya.

1.1.4. Fasade Yang Tanggap Iklim Untuk Mencapai Kenyamanan Termal

Fasade merupakan elemen arsitektur terpenting yang mampu menyuarakan fungsi dan makna sebuah bangunan (Krier, 1988: 122). Fasade tidaklah semata-mata mengenai memenuhi “persyaratan alami” yang ditentukan oleh organisasi dan ruang di baliknya. Fasade menyampaikan keadaan budaya saat bangunan itu dibangun, mengungkap kriteria tatanan dan penataan, dan berjasa memberikan kemungkinan dan kreativitas dalam ornamentasi dan dekorasi. Akar kata “fasade” (*facade*) diambil dari kata latin “*facies*” yang merupakan sinonim dari “*face*” (wajah) dan “*appearance*” (penampilan). Oleh karena itu, membicarakan wajah sebuah bangunan “fasade” yang kita maksudkan adalah bagian depan yang menghadap jalan.

Sebagai suatu keseluruhan fasade tersusun dari elemen tunggal, yaitu suatu kesatuan tersendiri dengan kemampuan untuk mengekspresikan diri mereka sendiri. Elemen-elemen tersebut adalah alas, jendela, atap, dan sebagainya, karena sifat alaminya merupakan benda-benda yang berbeda sehingga memiliki bentuk, warna dan bahan yang berbeda (Krier, 1988: 123)

Untuk mencapai kenyamanan termal, fasade harus dirancang sedemikian rupa agar antisipatif terhadap iklim di lingkungannya. Sistem pasif alami pada bangunan memiliki keterkaitan erat terhadap fasade (selubung) bangunan. Perancangan fasade bangunan yang tepat akan mampu mereduksi beban panas dalam bangunan. Sistem pasif alami untuk pendinginan termal selanjutnya, lebih dikaji pada elemen bukaan fasade bangunan. Perlakuan terhadap potensi pendinginan termal akan memberikan kontribusi positif pada pengaturan elemen fasade bangunan tanpa mengesampingkan estetika bangunan.

1.2. Identifikasi Masalah

Dalam penelitian tentang rusunawa mahasiswa tanggap iklim di Kota Malang tentu saja tidak lepas dari berbagai kendala dan permasalahan yang ada. Beberapa permasalahan utama yang dihadapi akan dijabarkan pada identifikasi masalah berikut ini.

1. Degradasi kualitas lingkungan yang terjadi akhir-akhir ini menyebabkan pemanasan global dan dalam jangka waktu yang lama kondisi iklim akan berubah. Salah satu penyumbang hal ini adalah pembangunan yang dilakukan tanpa menghargai iklim setempat atau kurang adanya penerapan konstruksi berkelanjutan.
2. Sebagai sumbangan terhadap peningkatan kualitas lingkungan, perencanaan rusunawa harus mempertimbangkan dampak ke masa depan. Bangunan yang baik adalah bangunan yang tidak merusak lingkungan, efisiensi terhadap penggunaan energi dan nyaman dipakai oleh penghuni. Hal ini berpengaruh terhadap pemakaian elemen selubung/fasade bangunan yang tanggap iklim.
3. Rusunawa mahasiswa merupakan tempat hunian sekaligus tempat belajar. Pada saat ini dihadapkan dengan kondisi iklim lingkungan yang kurang bersahabat, yaitu tingginya temperatur udara. Kondisi tersebut tentunya sangat mempengaruhi tingkat kenyamanan bagi mahasiswa sebagai penghuni.

1.3. Rumusan Masalah

Melihat berbagai macam masalah yang diungkapkan dalam identifikasi dan batasan masalah dapat diperoleh sebuah masalah yang dikaji lebih lanjut. Berikut adalah rumusan masalahnya :

Bagaimana karakter desain fasade pada rusunawa mahasiswa UMM yang tanggap iklim untuk mencapai kenyamanan termal?

1.4. Batasan Masalah

Dalam penelitian tentang rusunawa mahasiswa tanggap iklim di kota Malang tentu saja tidak lepas dari berbagai kendala dan permasalahan yang ada. Beberapa permasalahan utama yang dihadapi akan dijabarkan pada batasan masalah berikut ini.

1. Obyek kajian adalah rusunawa mahasiswa Universitas Muhammadiyah Malang.
2. Menetapkan Kota Malang sebagai wilayah kajian. Alasan hal tersebut adalah Malang cenderung mengalami pemanasan kota (peningkatan suhu).
3. Bangunan yang menyesuaikan terhadap iklim setempat merupakan bangunan yang tanggap iklim.
4. Kriteria bangunan yang tanggap iklim dihasilkan hubungan antara bangunan (selubung bangunan berupa elemen fasade) dan ruang luar terhadap unsur-unsur iklim.
5. Fasade yang dikaji dalam penelitian ini diambil yang lebar agar tingkat insulainya jelas terlihat.
6. Elemen fasade berupa atap, teritisan, dinding dan bukaan sedangkan ruang luar berupa orientasi bangunan, ruang terbuka dan vegetasi.
7. Unsur-unsur iklim berupa suhu, angin, curah hujan, sinar matahari dan kelembaban.

1.5. Tujuan

Melihat berbagai kendala, permasalahan, dan potensi yang ada di atas maka penelitian tentang rusunawa mahasiswa tanggap iklim di kota Malang ini memiliki tujuan sebagai berikut :

Mengidentifikasi dan mengevaluasi fasade rusunawa mahasiswa UMM yang sesuai terhadap iklim tropis lembab di Kota Malang untuk mencapai kenyamanan, sehingga terwujud karakter visual fasade bangunan yang tanggap iklim.

1.6. Manfaat

Manfaat dari penelitian tentang rusunawa mahasiswa tanggap iklim di Kota Malang, dapat memberikan kontribusi kepada beberapa pihak dengan penjabaran sebagai berikut :

- **Bagi Akademisi**

Dengan melakukan kajian mengenai evaluasi rusunawa mahasiswa yang tanggap iklim untuk mencapai kenyamanan diharapkan dapat memberi sumbangan pengetahuan tambahan khususnya bangunan rusunawa sebagai bahan acuan untuk penelitian selanjutnya dan sebagai solusi desain dengan harapan dapat dijadikan sebagai acuan perancangan/perbaikan bangunan di masa mendatang.

- **Bagi Pemerintah**

Kajian mengenai evaluasi rusunawa mahasiswa yang tanggap iklim untuk mencapai kenyamanan dapat menjadi bahan acuan dalam pembangunan khususnya bangunan rusunawa untuk rekomendasi desain.

- **Bagi Masyarakat**

Memberikan pengetahuan dan pemahaman tentang bangunan yang tanggap iklim khususnya di Kota Malang.

1.7. Sistematika Penulisan

BAB I : PENDAHULUAN

Merupakan penjelasan secara umum tentang penulisan yang menyangkut latar belakang, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah yang mengarah pada tujuan dan kegunaan penulisan yang hendak dicapai.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini dijelaskan mengenai landasan-landasan teori sebagai acuan ilmiah dalam pemecahan permasalahan yang telah dirumuskan pada bab sebelumnya. Landasan teori yang dapat digunakan antara lain teori-teori yang relevan dan berkaitan dengan permasalahan ataupun hasil penelitian sebelumnya yang memiliki kemiripan dan menunjang pengkajian yang hendak dilakukan.

BAB III : METODE PENELITIAN

Membahas metode yang digunakan dalam memecahkan permasalahan. Metode merupakan cara kerja mulai dari awal program sampai hasil akhir yang akan dicapai yaitu berupa karakter fasade bangunan yang tanggap iklim untuk mencapai kenyamanan bagi penghuninya. Metode ini diawali dengan pengumpulan data, analisa dan sintesa.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Membahas tentang evaluasi fasade bangunan rusunawa mahasiswa UMM berupa analisa visual berdasarkan parameter yang di dapat dari tinjauan teori di bab 2. Hasil dari analisa tersebut adalah identifikasi karakter fasade rusunawa mahasiswa UMM yang tanggap iklim untuk mencapai kenyamanan bagi penghuninya, beserta rekomendasi untuk desain untuk penelitian berikutnya.

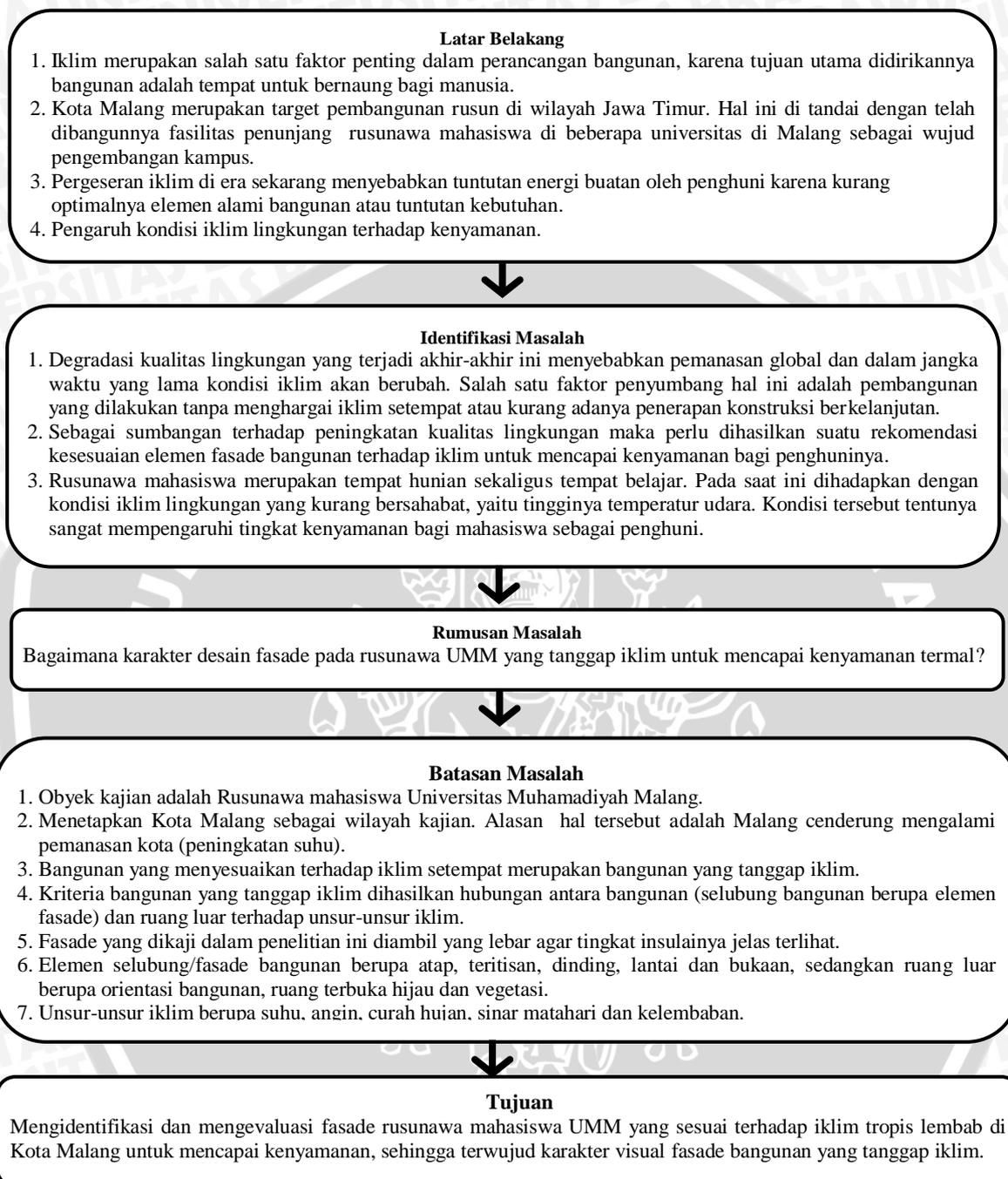
BAB V : PENUTUP

Penutup berupa kesimpulan dan saran yang diutarakan berdasarkan hasil dan pembahasan yang dikaitkan dengan latar belakang, rumusan masalah dan tujuan dari penelitian.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



1.8. Kerangka Pemikiran



Gambar 1.1 Kerangka pemikiran

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Iklim

2.1.1. Pengertian iklim

Menurut Lippsmeier (1994:7) iklim dibedakan menurut iklim makro dan mikro. Iklim makro merupakan keseluruhan kejadian meteorologis yang terjadi di atmosfer bumi meliputi kondisi topografisnya pada lingkup ruang yang luas seperti benua dan lautan. Sedangkan iklim mikro merupakan kondisi meteorologis yang terjadi pada ruang yang lebih terbatas, seperti daerah kota, jalan, taman kecil maupun ruang dalam.

Berbagai kejadian meteorologis yang membentuk kesatuan iklim adalah temperatur udara, curah hujan, kelembaban udara, kondisi awan, tekanan udara dan radiasi matahari. Diantara beberapa unsur-unsur pembentuk iklim tersebut, radiasi matahari merupakan faktor dominan yang mempengaruhi kondisi pembentukan iklim di belahan bumi.

Kondisi iklim pada masing-masing belahan bumi berbeda antara satu dengan lainnya. Keadaan ini dipengaruhi oleh posisinya berdasarkan garis lintang dan ketinggiannya di muka bumi. Selain itu pengaruh sudut jatuh penyinaran matahari yang berbeda pada permukaan bumi akibat kemiringan poros sumbu edar bumi juga menentukan klasifikasi iklim di belahan bumi.

2.1.2. Tinjauan Mengenai Iklim

Berdasarkan judul penelitian, iklim adalah sesuatu yang mempengaruhi terciptanya suatu bangunan selain itu iklim juga mempengaruhi keadaan manusia dan segala hal yang hidup di bumi. Menurut modul online (2008), Iklim merupakan keadaan cuaca rata-rata dalam waktu satu tahun yang menyelidikannya dalam waktu relatif lama (kurang lebih tiga puluh tahun). Iklim sendiri tergantung dari besaran cuaca, yang berarti keadaan udara pada saat tertentu di wilayah tertentu yang relatif sempit dan pada waktu yang singkat. Keadaan yang mempengaruhi kondisi topografis bumi dan perubahan peradaban di permukaannya seperti negara, benua dan lautan adalah iklim makro, sedangkan iklim mikro berhubungan dengan ruang terbatas yaitu ruang dalam, jalan, kota, atau taman kecil. Oleh sebab itu, pengetahuan tentang iklim sangat dibutuhkan untuk bahan pertimbangan rancang bangun dan konstruksi

bangunan, bahan dan desain pakaian, jenis pangan dan aktivitas sosial. Ilmu yang mempelajari tentang iklim adalah klimatologi.

Beberapa aspek klimatologi atau unsur-unsur iklim perlu diperhatikan dalam perancangan dan pelaksanaan bangunan. Menurut Lippsmeier (1994), unsur-unsur iklim dapat digolongkan menjadi beberapa bagian yaitu :

a. Unsur iklim yang dapat mempengaruhi kenyamanan dan kemampuan mental dan fisik penghuni :

- Radiasi matahari
- Kesilauan
- Suhu
- Curah hujan
- Kelembaban udara
- Gerakan udara atau angin
- Pencemaran udara

b. Unsur iklim yang berhubungan dengan keselamatan bangunan :

- Gempa bumi
- Badai
- Hujan lebat dan banjir
- Gelombang pasang dan biologis

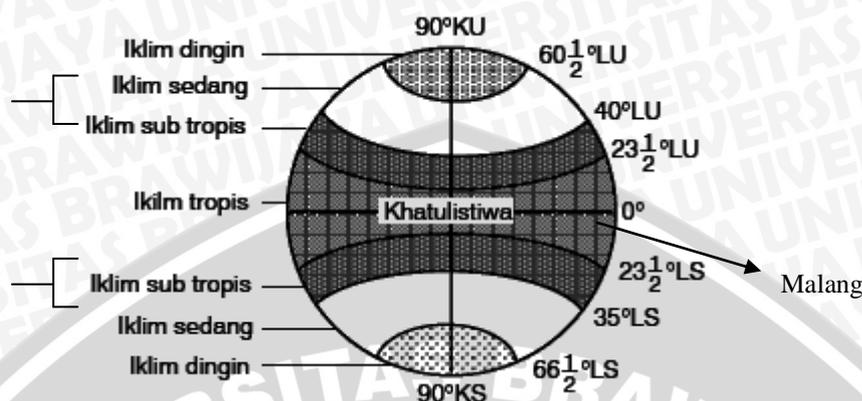
c. Unsur iklim yang dapat menyebabkan kerusakan bangunan dan pelapukan bahan bangunan lebih awal:

- Faktor keselamatan bangunan
- Intensitas radiasi matahari yang kuat
- Kelembaban udara dan kondensasi yang tinggi
- Badai debu dan pasir
- Kandungan garam dalam udara

Dalam memulai perancangan, perlu diteliti persyaratan-persyaratan iklim untuk setiap bangunan secara terperinci melalui informasi mengenai kondisi iklim berupa : radiasi matahari, temperatur, kelembaban udara, curah hujan, arah dan gaya angin dan awan. Disamping itu, karakter iklim pada permukaan bumi akan berbeda antar tempat, perbedaan iklim tersebut disebabkan oleh

a. Posisi garis lintang

Rotasi dan revolusi bumi menyebabkan seluruh permukaan bumi menerima cahaya matahari secara bergantian. Garis ini bersifat maya yang membagi bumi seperti berikut :



Gambar 2.1. garis lintang dan pembagian daerah iklim matahari. Sumber: www.edukasi.net, diakses 4 Maret 2010(online)

b. Keberadaan laut dan permukaan air yang lain (danau, air dalam taman)

Besar bentangan air dapat mempengaruhi iklim suatu kawasan. Menurut Nugroho (2004), elemen air yang terdapat pada permukaan menyebabkan terjadinya penguapan air oleh panas matahari serta menambah butiran air di udara sehingga level permukaan tanah akan lebih lembab dan sifat air yang menyerap panas lebih lambat mampu menurunkan suhu di sekitarnya.

c. Pola arah angin

Angin merupakan faktor yang penting untuk pendistribusian kelembaban udara dan panas. Pola angin diklasifikasikan berdasarkan tempatnya. Di sekitar ekuator disebut Tropical Easterlies yang bergerak dari arah timur lintang menuju ekuator. Di antara 30°LU/LS dan 60°LU/LS disebut Westerlies karena bergerak dari arah barat, dan angin yang berada di arah kutub adalah Polar Easterlies bertiup dari arah timur.

2.1.3. Klasifikasi Iklim dan Musim

Salah satu klasifikasi iklim di belahan bumi adalah berdasarkan banyak sedikitnya penyinaran matahari yang diterima permukaan bumi. Klasifikasi iklim dibagi berdasarkan atas posisi daerah iklim terhadap garis lintang. Kondisi tersebut diakibatkan karena pengaruh rotasi dan revolusi bumi, sehingga penyinaran matahari memiliki perbedaan pada posisi – posisi lintang tertentu.

Klasifikasi iklim yang berdasarkan banyak sedikitnya penyinaran matahari serta posisinya terhadap garis lintang bumi dikenal dengan sebutan klasifikasi iklim matahari. Klasifikasi tersebut antara lain :

a. Iklim tropis

Kondisi belahan bumi yang memiliki iklim tropis terletak antara $0^{\circ} - 23,5^{\circ}$ LU / LS, tepat pada garis khatulistiwa yang membagi bumi menjadi dua belahan, utara dan selatan.

Ciri – ciri :

- Temperatur udara tinggi, dikarenakan oleh posisi matahari yang selalu vertikal
- Suhu udara antara $20^{\circ} - 23^{\circ}$ C, bahkan pada daerah – daerah tertentu suhu maksimal pertahun mencapai 30° C.
- Amplitudo suhu rata – rata tahunannya lebih kecil dari pada suhu rata – rata hariannya
- Tekanan udara rendah dengan perubahan perlahan dan teratur
- Hanya terdapat dua musim yang sama panjang durasinya, yaitu kemarau dan hujan
- Curah hujan tinggi

b. Iklim sub tropis

Iklim sub tropis merupakan peralihan dari iklim tropis ke iklim sedang. Secara garis lintang, posisinya terletak antara $23,5^{\circ} - 40^{\circ}$ LU/LS.

Ciri – ciri :

- Karena merupakan peralihan dari dua karakter iklim, maka batas yang jelas sulit ditentukan
- Keadaan suhu udara tidak terlalu panas dan dingin sepanjang tahun
- Terdapat empat musim, yaitu musim panas, dingin, gugur dan semi.

c. Iklim sedang

Daerah dibelahan bumi yang termasuk dalam iklim sedang terletak antara $40^{\circ} - 66,5^{\circ}$ LU/LS.

Ciri – ciri :

- Banyak terjadi gerakan – gerakan udara siklonal
- Tekanan udara dan arah angin berubah – ubah, sehingga sering terjadi badai

- Amplitudo suhu tahunan lebih besar dari pada suhu hariannya

d. Iklim dingin (kutub)

Belahan bumi yang beriklim dingin hanya terdapat di daerah kutub utara dan selatan. Oleh sebab itu iklim dingin sering disebut juga dengan iklim kutub.

Ciri – ciri :

- Suhu udara rendah sepanjang tahun, sehingga terbentuk salju abadi
- Musim dingin berlangsung lama
- Musim panas bersifat sejuk dan berlangsung singkat

2.1.4. Iklim Dalam Lingkungan Tropis

Iklim merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perancangan bangunan (Soegijanto 1998:1). Tjasjono (2000) menyebutkan, iklim adalah perpaduan dari semua unsur dalam satu gabungan yang berasal dari proses iklim terkait. Faktor yang menentukan kondisi atmosfer dapat dipakai dalam klasifikasi iklim. Menurut Lippsmeier (1994:7), iklim dibedakan menurut iklim makro dan mikro. Iklim makro adalah keseluruhan kejadian meteorologis khusus di atmosfer, sedang iklim mikro dipengaruhi juga oleh kondisi – kondisi topografis bumi dan perubahan – perubahan peradaban di permukaannya. Iklim makro berhubungan dengan ruang yang besar seperti negara, benua dan lautan. Iklim mikro berhubungan dengan ruang terbatas, yaitu ruangan dalam, jalan, kota atau taman kecil.

Kata tropis berasal dari asal kata “tropiskos”, diadaptasi dari Yunani kuno yang berarti garis balik, yakni garis lintang yang berada pada 23°12' utara dan selatan. Sekarang “tropis” didefinisikan sebagai daerah yang terletak di antara garis isotherm 20° C di sebelah bumi utara dan selatan (Lippsmeier 1994). Dewasa ini pengertian garis balik tersebut digunakan untuk menyebut daerah di belahan bumi yang terletak diantara dua garis balik, yang luasnya meliputi 40 % dari total luas permukaan bumi.

Garis balik yang dimaksud adalah posisi garis lintang 23,27⁰ LU (garis balik Cancer) dan garis lintang 23,27⁰ LS (garis balik Capricorn). Pada tanggal 22 Juni, matahari mencapai posisi tegak lurus dengan garis balik Cancer, sedangkan pada tanggal 23 Desember garis balik Capricorn yang memiliki posisi tegak lurus dengan matahari. Lebih ke utara ataupun ke selatan dari garis balik ini, matahari tidak memungkinkan lagi untuk berposisi tegak lurus. Kondisi matahari yang tegak lurus

tersebut mengakibatkan penyinaran matahari dalam kondisi optimal sehingga daerah tropis dikenal memiliki suhu udara yang paling panas jika dibandingkan dengan daerah iklim lainnya.

Menurut Lippsmeier (1994:1) iklim tropis masih diklasifikasikan menjadi dua bagian, yaitu iklim tropis kering dan tropis lembab. Salah satu aspek yang mempengaruhi klasifikasi iklim tropis tersebut adalah kondisi geografis dan iklim mikro yang mempengaruhi masing – masing kawasan tersebut. Kondisi daerah iklim tropis kering disebabkan serta ditandai oleh adanya padang pasir yang dominan dalam luas, stepa dan savana kering. Kondisi iklim mikro dengan curah hujan minim dalam pertahunnya, dan temperatur udara dan penguapan yang tinggi. Sedangkan daerah iklim tropis lembab ditandai oleh savana lembab, daerah dengan angin musim dan hutan hujan tropis. Salah satu ciri dari umum dari iklim tropis lembab adalah temperatur udara yang relatif sama sepanjang tahun, perbedaan temperatur harian dan tahunan rendah serta kelembaban udara yang tinggi.

2.1.5. Iklim Tropis Lembab Nusantara

Sebagaimana disebutkan diatas, iklim merupakan serangkaian fenomena meteorologis alami yang bekerja pada setiap wilayah di belahan bumi ini. Setiap bagian wilayah dari belahan bumi mempunyai iklim yang berbeda-beda. Sebagaimana diketahui sebelumnya, perbedaan kondisi geografis yang menentukan perbedaan klasifikasi iklim tersebut.

Wilayah kepulauan Nusantara secara geografis terletak antara 11° LU - 6° LS dan 95° – 141° BT. Jika dilihat dari posisi garis lintangnya, wilayah tersebut dilewati oleh garis lintang 0° atau disebut garis khatulistiwa, yaitu sebuah garis maya sebagai lintasan edar matahari. Dengan demikian wilayah kepulauan Nusantara ini digolongkan dalam zona kawasan iklim tropis. Selain itu, wilayah ini posisinya diapit oleh dua samudra terbesar di belahan bumi, sehingga secara lebih mikro iklim tropis di nusantara digolongkan dalam iklim tropis lembab. Kondisi tersebut diakibatkan banyaknya uap air dari permukaan samudera tersebut yang terbawa angin mengitari wilayah nusantara. Suhu di sini berkisar antara $28 - 38^{\circ}$ C di musim kemarau dan sekitar $25 - 29^{\circ}$ C di musim penghujan, sedangkan kelembaban udara sekitar 40% - 70% di musim kemarau dan 80% - 100% di musim penghujan. Daerah tropis lembab menerima radiasi matahari yang menyengat dan cukup mengganggu. Curah hujan yang tinggi dapat mencapai 3000 mm/tahun merupakan salah satu cirri yang harus

diperhatikan. Kendala di Indonesia yang memiliki kelembaban tinggi, kecepatan anginnya sangat lemah yakni hanya sekitar 5 m/detik. Semakin tinggi kelembaban maka akan semakin rendah kecepatan anginnya. Berdasarkan penelitian, manusia yang tinggal di iklim tropis lembab mampu beradaptasi pada suhu 24 - 30° C. Manusia tropis cenderung merasa kurang nyaman bila berada di ruangan dengan suhu di atas 28° C. Berbeda bila di luar ruangan, meski suhunya tinggi seseorang dapat merasa nyaman karena ada udara yang mengalir.

Menurut Lippsmeier (1994:18) masing – masing iklim di belahan bumi ini memiliki ciri – ciri, permasalahan serta dampaknya terhadap perencanaan bangunan. Ciri-ciri iklim tropis lembab di wilayah kepulauan nusantara adalah:

- a. Suhu udara rata-rata tinggi, karena matahari selalu vertikal. Umumnya suhu udara antara 25-35°C menyebabkan kelembaban tinggi
- b. Amplitudo suhu rata-rata tahunan kecil. Di khatulistiwa antara 1-5° sedangkan amplitudo harian besar
- c. Tekanan udara rendah dan perubahan secara perlahan dan beraturan menyebabkan pertukaran panas kecil
- d. Hujan banyak dan lebih banyak dari daerah lain di dunia dengan curah hujan tahunan diatas 2000mm dan maksimum 5000mm
- e. Radiasi matahari sedang sampai kuat
- f. Permukaan tanah didominasi oleh lansekap hijau dan tanah coklat, tanah sebagian besar lembab dan muka air tanah tinggi
- g. Vegetasi sangat beragam jenisnya, merupakan semak belukar yang tidak dapat ditembus dengan pohon-pohon tinggi (rimba, hutan bahau)
- h. Perbedaan musim kecil. Bulan terpanas, panas dan lembab sampai basah. Bulan terdingin, panas sedang dan lembab sampai basah. Belahan utara, terdingin adalah bulan desember-januari sedangkan terpanas mei-agustus. Belahan selatan, terdingin april-juli sedangkan terpanas oktober-februari
- i. Kondisi berawan dan berkabut sepanjang hari. Lapisan awan 60-90%

Dalam Soegijanto (1998), Indonesia termasuk dalam iklim tropis lembab yang memiliki ciri antara lain:

- 1) Temperatur udara maksimum rata – rata adalah 27 °C – 32 °C dan minimum rata – rata adalah 20 °C – 23 °C.
- 2) Kelembaban udara rata – rata adalah 75% - 80%.
- 3) Curah hujan selama setahun antara 1000mm – 5000mm.

- 4) Luminasi langit yang seluruhnya tertutup awan tipis cukup tinggi mencapai lebih dari 7000 kandela/m², dan yang seluruhnya tertutup awan tebal sekitar 850 kandela/m².
- 5) Radiasi matahari global harian rata – rata bulanan adalah sekitar 400 watt/m².
- 6) Kecepatan angin rata – rata adalah sekitar 2 – 4 m/detik.

Karakteristik tersebut menyebabkan masalah umum dan pada bangunan, hal-hal yang dihadapi adalah panas yang tidak menyenangkan dan penguapan sedikit karena gerakan udara lambat, maka perlu perlindungan terhadap radiasi matahari, hujan, serangga. Di lain pihak, perlindungan terhadap angin keras diperlukan di sekitar lautan.

Menurut Lippsmeer (1994), secara umum hal-hal yang perlu diperhatikan terhadap bangunan adalah bangunan sebaiknya terbuka dengan jarak yang cukup antara masing-masing bangunan. Orientasi utara-selatan, untuk mencegah pemanasan fasade yang lebih lebar. Lebar bangunan untuk mendapatkan ventilasi silang. Ruang sekitar bangunan diberi peneduh tanpa mengganggu sirkulasi udara. Persiapan penyaluran air hujan dari atap dan halaman. Bangunan ringan dengan daya serap panas yang rendah.

2.2. Elemen Fasade Sebagai Bagian Dari Selubung Bangunan

2.2.1. Fasade Bangunan

Fasade atau *facade* (dalam bahasa Inggris) berdasarkan etimologis berasal dari bahasa Prancis yaitu *facade* yang diambil dari bahasa Italia *facciata* atau *faccia*. *Faccia* sendiri berasal dari bahasa Latin *facies*, yang selanjutnya berkembang menjadi *face* (dalam bahasa Inggris yang berarti wajah). Wajah bangunan yang dimaksudkan adalah perwajahan bangunan yang menghadap jalan.

Pada dunia arsitektur fasade bangunan berarti wajah, bagian muka atau depan bangunan. Fasade bangunan adalah unsur yang tidak dapat dihilangkan dan merupakan bagian terpenting dari suatu produk desain arsitektur, karena elemen tampak inilah yang diapresiasi atau dilihat pertama kali. Identitas bangunan terlihat dari wajah bangunan atau selubung bangunan (Krier, 2001), yaitu bentuk atap, ornamen/ ragam hias, bukaan dan dinding bangunan.

Melalui fasade kita bisa mendapat gambaran tentang fungsi – fungsi bangunan. Kita dapat mengetahui sejarah peradaban manusia (kondisi sosial budaya, kehidupan spiritual, keadaan ekonomi dan politik pada masa tertentu) dengan

mengamati dan mempelajari desain fasade suatu bangunan. Krier (2001) juga menyatakan bahwa fasade mengungkap kriteria tatanan, penataan, serta kreativitas dalam ornamentasi dan dekorasi. Di samping itu, fasade memberikan satu identitas kolektif bagi suatu bangunan dalam suatu komunitas sebagai representasi komunikasi kepada publik.

Fasade pada suatu bangunan terdiri atas unsur-unsur yang mempengaruhinya. Melalui unsur – unsur tersebut karakter bangunan harus dapat dibaca oleh pengamat (misalnya bangunan perkantoran memiliki unsur-unsur yang menunjukkan kesan formal, sedangkan pada pusat perbelanjaan unsure-unsur pada fasade bangunannya memberikan kesan yang komersil).

Keberadaan suatu fasade tidak lepas peranannya dari elemen yang melingkupinya. elemen yang dimaksud yaitu unsur – unsur fungsional yang menjadi satu bagian yang tak terpisahkan dalam desain fasade. Komponen-komponen tersebut berupa pintu, jendela, dinding, atap, dan tritisan.

2.2.2. Faktor-Faktor Alam Yang Mempengaruhi Perencanaan Selubung/Fasade Bangunan

Apabila dikaitkan dengan arsitektur tanggap iklim, keberadaan fasade dapat dikaji melalui fungsi dasar dari kebutuhan perancangan tropis. Dari kebutuhan tersebut, maka akan muncul bentuk maupun bahan yang menyesuaikan dengan adaptasi iklim lingkungan sekitar bangunan. Salah satu faktor adaptasi iklim yang mempengaruhi desain fasade yaitu orientasi arah mata angin.

Seperti yang telah diketahui, mata angin pada dasarnya memiliki 4 arah orientasi, yaitu utara, selatan, barat, dan timur. Perbedaan arah mata angin pada sebuah orientasi fasade, akan menimbulkan desain ataupun perlakuan yang berbeda pula (Lippsmeier, 1994), baik dari segi perlindungan terhadap angin, hujan, dan terutama matahari. Fasade memiliki orientasi berbeda-beda terhadap matahari, karena fasade menerima intensitas matahari yang berlainan sepanjang hari (Lippsmeier, 1994).

Bumi mengitari matahari tidak selalu dalam kondisi lurus dengan sumbu polarnya, kadang bumi condong $23,5^\circ$ dari sumbu normalnya. Hal ini mengakibatkan pergantian musim di berbagai wilayah. Selama 20 atau 21 Maret dan 22 atau 23 September matahari tepat berada di kaatulistiwa atau biasa disebut equinox, di mana semua tempat di belahan bumi memiliki lama penyinaran yang sama (12 jam siang

dan 12 jam malam). Pada 21 atau 22 Juni, matahari berada di sebelah utara. Sedangkan 21 – 22 Desember Matahari berada di selatan.

Setiap selubung/fasade bangunan harus ditinjau secara terpisah untuk mendapatkan pelindung cahaya matahari yang efektif. Dengan demikian, orientasi arah mata angin pada sebuah desain selubung/fasade akan banyak berpengaruh pula pada bentukan-bentukan elemen yang ada.

Suhu panas memang menjadi ciri khas daerah tropika, tetapi dalam kenyataannya problem pelembaban menjadi masalah dalam bangunan. Oleh karena itu, kondisi serta prinsip-prinsip penyelesaian soal bangunan di daerah panas dan lembab berpijak pada titik-titik tolak yang berlainan (Lippsmeier, 1994).

Sebuah selubung/fasade bangunan seharusnya dapat mengurangi pengaruh iklim yang merugikan dan memanfaatkan pengaruhnya yang menguntungkan bagi pengguna bangunan. Pengaruh faktor-faktor iklim terhadap selubung/fasade bangunan akan berpengaruh terhadap kondisi lingkungan di dalam bangunan, khususnya kondisi termal dan visual. Menurut Soegijanto (1998) faktor iklim meliputi radiasi dan cahaya matahari, temperatur dan kelembaban udara, arah dan kecepatan angin serta kondisi langit. Tjasjono (2000) juga menyebutkan unsur iklim meliputi suhu udara, kelembaban udara, tekanan udara, angin dan durasi sinar matahari.

Mangunwijaya (2000), menyebutkan faktor-faktor iklim yang mempengaruhi bangunan adalah sinar (radiasi) matahari, hujan, kelembaban dan angin, sedangkan menurut Lippsmeier (1994:19) faktor-faktor iklim yang mempengaruhi bangunan meliputi radiasi matahari, temperatur, kelembaban udara, presipitasi, dan arah dan gaya angin.

Secara rinci, unsur-unsur/faktor-faktor iklim yang berpengaruh secara langsung maupun tidak terhadap bangunan adalah sebagai berikut:

a. Matahari

- Lintasan Matahari

Menurut Lippsmeier (1994:19), perbedaan lintasan matahari disebabkan oleh garis edar dan sumbu bumi terhadap matahari. Posisi sumbu bumi utara-selatan miring $23,5^{\circ}$. Pengaturan tata massa bangunan dipengaruhi oleh lintasan matahari. Daerah lintang utara banyak menerima cahaya matahari dari arah selatan dan sebaliknya menyebabkan pengaturan orientasi perletakan massa yang menyerap sinar pada sisi bangunan tertentu. Perbedaan lintasan matahari ini akan

memberikan gambaran tentang luas *shading device* dan pembayangan terhadap bangunan.

Sudut jatuh matahari ditentukan oleh posisi relatif matahari dan tempat pengamatan yang tergantung pada :

- 1) sudut lintang geografis tempat pengamatan
- 2) musim
- 3) lama penyinaran harian (sesuai dengan garis bujur geografis)

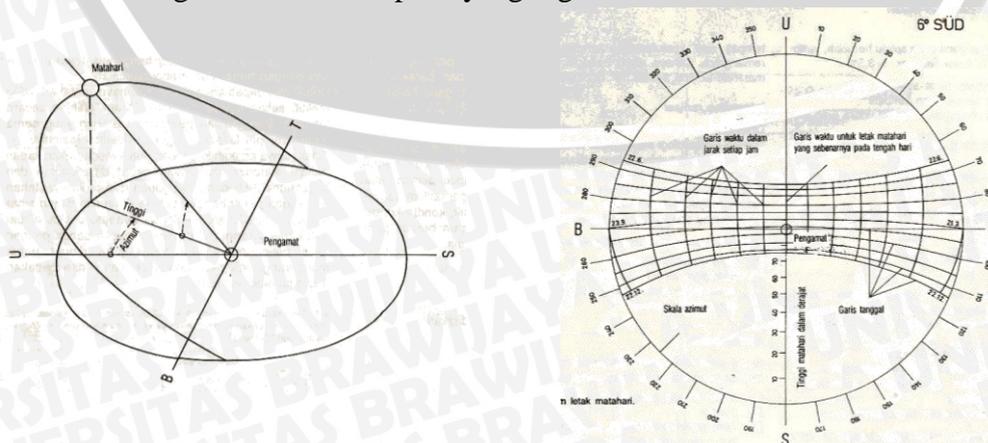
Orientasi bangunan dan perlindungan terhadap cahaya matahari berlaku aturan dasar berikut :

- 1) fasade terbuka menghadap ke selatan atau utara, agar meniadakan radiasi langsung dari cahaya matahari rendah dan konsentrasi tertentu yang menimbulkan penambahan panas
- 2) di daerah iklim tropis lembab diperlukan pelindung untuk semua bukaan terhadap gaya langsung dan tidak langsung bahkan bila perlu untuk seluruh bidang bangunan
- 3) di daerah iklim tropis kering, dalam musim panas dan musim dingin diperlukan pelindung untuk bukaan pada dinding bangunan tertutup

Untuk mendapatkan pelindung cahaya matahari yang efektif setiap fasade bangunan harus ditinjau secara terpisah karena dengan pelindung sama dengan empat fasade tidaklah rasional, untuk mengetahui sudut jatuh cahaya matahari dapat ditentukan melalui :

- 1) pengamatan langsung
- 2) perhitungan matematis
- 3) penggambaran grafis

Metode grafis menggunakan pengamatan dan perhitungan dengan data terdapat dalam diagram matahari seperti yang digambarkan di bawah ini

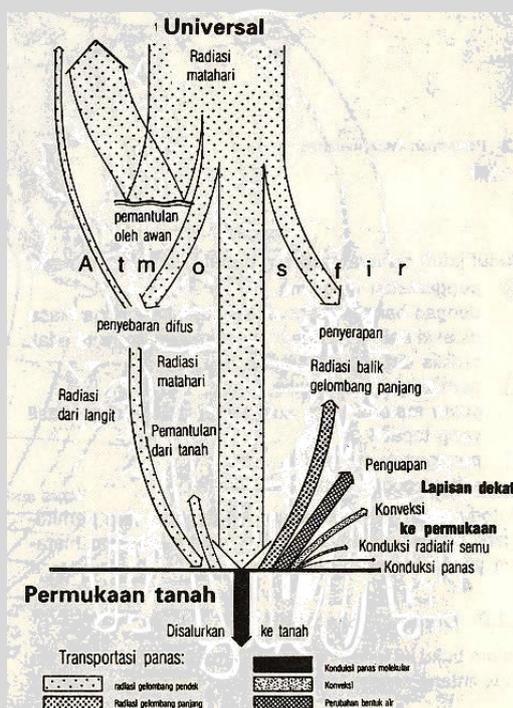


Gambar 2.2. diagram letak matahari dan penentuan sudut matahari

Sumber : Lippsmeier 1994, hlm : 22

- Radiasi/cahaya Matahari

Menurut Lippmeier (1994:19), radiasi matahari adalah penyebab semua ciri umum iklim dan radiasi matahari sangat berpengaruh terhadap kehidupan manusia. Kekuatan efektifnya ditentukan oleh energi radiasi (insolasi) matahari, pemantulan pada permukaan bumi, berkurangnya radiasi oleh penguapan dan aruis radiasi di atmosfer. Semuanya membentuk keseimbangan termal pada bumi. Cahaya matahari yang sampai pada permukaan bumi diikuti dengan panas cahaya yang diuraikan dalam gelombang panjang dan pendek. Radiasi dan panas matahari sebelum masuk ke permukaan bumi ditahan di atmosfer bumi sehingga panas yang masuk tidak terlalu besar. Cahaya yang diteruskan pada permukaan bumi ada yang diteruskan dan dipantulkan kembali, hal ini berpotensi berpengaruh terhadap suhu atmosfer



Gambar 2.3. gerakan sinar matahari ke permukaan bumi
Sumber : Lippmeier 1994, hlm : 21

Besaran sebaran panas cenderung memiliki kesamaan pada semua tempat di bumi, yang membedakan adalah besarnya panas yang masuk dan diterima oleh permukaan bumi. Perbedaan ini disebabkan oleh :

- Jarak matahari dan bumi
- Perbedaan iklim
- Tinggi rendah permukaan bumi.

Di daerah tropika basah, sebagian radiasi panas matahari diserap oleh awan, tetapi cahaya menjadi lebih kuat dengan adanya pembiasan pada butir-butir air. Efek silau yang diakibatkannya sering kali tidak dihiraukan. Oleh karena itu pintu dan jendela untuk sirkulasi ruangan harus dibuat sebesar mungkin, tetapi harus terlindung dari cahaya-cahaya yang menyilaukan.

Bangunan di daerah iklim tropika basah memerlukan pelindung untuk semua lubang bangunan terhadap cahaya langsung dan tidak langsung, bahkan bila perlu seluruh bidang bangunan karena bila langit tertutup awan seluruh bidang langit merupakan sumber cahaya. Oleh karena itu, sebaiknya selubung terbuka menghadap ke selatan atau utara supaya meniadakan radiasi langsung dari cahaya matahari rendah dan konsentrasi tertentu yang menimbulkan penambahan panas.

Menurut Soegijanto (1998), radiasi matahari akan diterima oleh permukaan selubung bangunan, baik yang tembus cahaya maupun yang tidak. Besarnya jumlah radiasi yang diterima oleh bangunan bergantung pada faktor bahan dan warna dari permukaan selubung bangunan. Untuk mengurangi perolehan panas dari radiasi matahari dapat dilakukan dengan cara:

- a. Pemilihan orientasi bangunan membujur timur-barat;
- b. Orientasi jendela menghadap utara-selatan;
- c. Penggunaan kaca khusus; dan
- d. Penggunaan alat peneduh matahari.

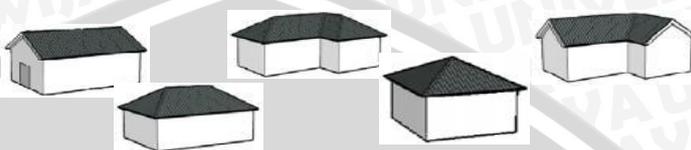
Fasade sebagai bagian terluar dari bangunan dapat mempengaruhi keadaan di dalam bangunan. Oleh karenanya, untuk menyiasati pengaruh matahari yang berlebihan, kondisi penyinaran yang berlebihan dapat dikurangi melalui beberapa cara (Mangunwijaya, 2000) sebagai berikut.

1. Prinsip payung (Prinsip Pembayangan)

Pemayungan atau penyaringan sinar matahari selain memiliki dasar untuk mengurangi atau memperlunak sengat dan silau, prinsip ini juga dapat digunakan untuk mengurangi penyinaran kalor yang terpantul dari benda atau bidang-bidang halaman. Prinsip ini secara fisik dapat diterapkan melalui :

- Penggunaan atap rapat (atap rumah, jerambah, galeri, doorlop, selasar, dan sebagainya);

Di Indonesia, penggunaan atap yang lazim digunakan adalah atap pelana ataupun perisai dengan kemiringan tertentu. Ketentuan atap ini cukup sesuai dengan definisi awal arsitektur tropis yang merupakan implementasi adaptasi iklim setempat (Indonesia). Sehingga, keberadaan bangunan dengan atap miring dibuat dengan mempertimbangkan iklim (tropis) dan cuaca Indonesia.



Gambar 2.4 Beberapa bentuk atap yang lazim digunakan di Indonesia sebagai penerapan arsitektur tropis
sumber: <http://google.com/image/atap>

- Penjulangan atap pada cucuran/ tritisan (gimbal atap, galeri, dan sebagainya);

Rumah tropis pada umumnya sering menggunakan teritisan yang cukup lebar sebagai antisipasi melimpahnya sinar matahari dan tampias akibat air hujan. Sebagai contoh aplikasinya dapat diaplikasikan penggunaan teritisan dari bidang atap yang menjorok keluar dinding dan lisplank kayu.



Gambar 2.5 Aplikasi tritisan pada rumah tinggal sebagai pereduksi sinar matahari.
sumber: Laksmitasari (2005)

- Markis, kerai, tenda jendela, jerambah, dan sebagainya; penanaman priedel (bougainville, tanaman rambatan lain, sekaligus hiasan);



Gambar 2.6 Penggunaan Markis Pada Bangunan
sumber: *Mangunwijaya* (2000)

- Papan atau bidang yang dapat disetel pada poros vertikal. Aplikasi ini merupakan penjumlahan namun dalam kedudukan vertikal;



Gambar 2.7 Konstruksi Jalusi Yang Dipasang Berporos Vertikal Dan Dapat Disetel Sudut Kedudukannya
sumber: Mangunwijaya (2000)

- Penggunaan jendela-jendela rapat (blinden dan sejenisnya).



Gambar 2.8 Jendela Dengan Bukaan Horizontal Dalam Keadaan Terbuka Berfungsi Sebagai Pelindung Terhadap Kesilauan Angkasa
sumber: Mangunwijaya (2000)

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, penerapan prinsip pembayangan (seperti perletakkan tirai-tirai atau bidang-bidang penaung yang memberikan efek pembayangan) ini erat kaitannya dengan pengaruh arah hadap pada sebuah bangunan. Menurut Lippsmeier (1994) perlindungan terhadap matahari dapat dilakukan dengan:

a) Vegetasi

Pemanfaatan pohon dan semak belukar merupakan cara paling sederhana untuk melindungi bangunan atau bagian bangunan dari cahaya matahari, tetapi ini hanya berlaku untuk bangunan rendah. Di sini juga harus diingat akan kerugian vegetasi padat untuk daerah lembab. Di daerah lembab diinginkan adanya gerakan udara maksimum, semak dan pepohonan dapat menghambat gerakan udara. Pertamanan yang terencana dengan baik dapat mempengaruhi arah dan kekuatan angin, menyimpan air, menurunkan

temperatur dan menyamakan perbedaan temperatur, sehingga menghasilkan sumbangan yang tidak kecil bagi pengudaraan dengan cara alamiah.

b) Elemen bangunan vertikal, horizontal dan kombinasi keduanya yang tidak tembus cahaya

Pada umumnya elemen bangunan diperlukan untuk pelindung matahari. Elemen horizontal yang menonjol sangat efektif untuk menahan sinar matahari tinggi, artinya untuk fasade sebelah utara dan selatan, sedangkan elemen vertikal efektif untuk sinar matahari rendah, yaitu untuk fasade timur dan barat. Semakin dekat sebuah bangunan pada khatulistiwa, dimana matahari hampir vertikal di atas kepala, makin mudah melindungi fasade utara dan selatannya. Kedua jenis utama, yaitu elemen vertikal dan horizontal dapat dikombinasikan dalam bermacam-macam bentuk yang praktis dan tidak terbatas.

- Tirai horizontal

Penerapan tirai ini cocok diaplikasikan bertepatan dengan posisi matahari tinggi. Bentuk paling sederhana dari aplikasi tirai ini adalah berupa lantai yang menjorok keluar atau balkon. Namun yang paling sering diaplikasikan adalah aplikasi tirai yang dipasang kuat dan dikombinasikan dengan posisi matahari. Pada perencanaan tirai horizontal harus diperhatikan bahwa udara panas tidak membentuk aliran panas pada fasade. Letak yang terlalu rapat pada fasade harus dihindari dengan memberi jarak sebesar 10 – 20 cm.

- Tirai vertikal

Tirai vertikal ini diaplikasikan sesuai pada posisi matahari rendah (tergantung pada letaknya sebelah utara atau selatan dari khatulistiwa). Bentuk yang paling sederhana adalah dinding silang yang menonjol keluar, kolom struktural yang rapat berbentuk lamela dan panil kayu yang dapat dilipat.

- Kombinasi tirai horizontal dan vertikal

Tirai sangat tepat dipasang di tempat yang memiliki perubahan tinggi dengan azimuth matahari yang besar, yaitu pada fasade yang berorientasi ke arah barat daya sampai barat laut atau tenggara sampai timur laut dalam bentuk kisi-kisi. Jenis tirai ini menahan lebih banyak radiasi matahari dibandingkan dengan tirai vertikal atau tirai horizontal saja.

c) Kaca pelindung matahari

Kaca pelindung matahari hanya dapat mengurangi radiasi matahari yang sangat besar, bangunan itu harus mempunyai penyejuk udara penuh, karena jendela dengan kaca pelindung matahari biasanya tidak dibuka. Keuntungan dari jenis pelindung ini adalah pandangan yang bebas dan kemungkinan penampilan bangunan yang lebih baik. Kaca pelindung matahari digunakan baik untuk kaca jendela maupun sebagai elemen vertikal atau miring.

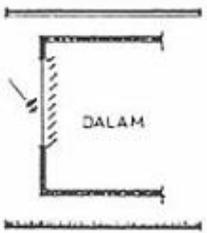
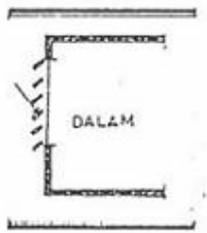
2. Penerapan aplikasi saringan dalam pemanfaatan sinar matahari (filter).

Menurut Mangunwijaya (2000), suatu sistem yang sudah cukup lama digunakan dalam prinsip penyaringan atau filter adalah penggunaan media penyaringan dengan garis-garis sebagai pemecah sinarnya. Aplikasi prinsip ini dapat diterapkan melalui penggunaan kerai, krepak (louver jalousie), kisi-kisi, kerawang (rooster), dedaunan tanaman, pergola, dan dinding tabir berselah papan-papan (horizontal overhang). Melalui media ini, keberadaan sinar matahari yang masuk dapat dikurangi kualitas dan kuantitasnya. Penerapannya bisa disusun secara vertikal maupun horizontal. Prinsip pemasangan yang harus diperhatikan adalah harus ditempatkan di luar jendela (kaca), dan bukan di dalam. Pemasangan di dalam akan menimbulkan radiasi pada jalusi yang juga akan menjadikannya sebagai sumber panas.



Gambar 2.9 Contoh Pemasangan Kisi – Kisi yang Salah (kiri) dan Benar (kanan)
sumber: Mangunwijaya (2000)

Adapun perbandingan antara shading, pemakaian shading di dalam dan pemakaian shading di luar dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

Tanpa shading	Shading di dalam	Shading di luar
80% panas masuk	30% - 40% panas masuk	5% - 10% panas masuk
gambar 10. Perbandingan transmisi panas ke dalam ruang		
		

Gambar 2.10. Perbandingan perletakan sun shading
Sumber : Eddy, 2004

Dari gambar di atas terlihat bahwa eksterior shading dapat mengurangi kontribusi panas 90% - 95%. Alat pengontrol sinar alami dapat memasukan sinar sesuai dengan yang diinginkan dan mengeliminir sinar yang berlebihan. Alat ini ada yang dinamis (dapat diatur/ bergerak) dan yang statis (tidak dapat diatur/ permanen), yang statis lebih menyulitkan penyesuaian terhadap kondisi langit, tetapi efektif dan kecil resiko (contoh sunscreen), sedangkan yang dinamis lebih mudah menyesuaikan terhadap kondisi langit, efisiensi perancangan tinggi, namun membutuhkan perawatan khusus (pembersihan).

Kisi-kisi juga merupakan salah satu bentuk dari konsep *secondary skin* yang sering diterapkan pada bangunan tropis. Konsep *secondary skin* atau “kulit kedua” untuk bangunan tropis berpadu dengan konsep arsitektur modern dengan menyumbangkan solusi yang patut dipertimbangkan untuk iklim tropis yang juga memiliki nilai estetika atau keindahan.



Gambar 2.11 Kisi – Kisi Sebagai Konsep *Secondary Skin*
sumber: www.astudioarchitect.com

b. Temperatur Udara atau Suhu

Menurut Lippsmeier (1994:32), temperatur udara atau suhu adalah derajat panas aktivitas molekul dalam atmosfer dengan satuan derajat. Suhu secara fisis dapat didefinisikan sebagai tingkat gerak molekul benda. Semakin sepat gerak molekul benda, semakin tinggi suhunya. Suhu juga dapat didefinisikan sebagai tingkat panas dari suatu benda (Tjasjono 2000). Suhu udara berubah sesuai dengan tempat dan waktu. Pada umumnya suhu maksimum terjadi sesudah tengah hari, biasanya antara pukul 12.00 dan 14.00. Suhu minimum terjadi pada pukul 06.00 atau sekitar matahari terbit. Faktor yang mempengaruhi tingkat penerimaan panas adalah sudut datang matahari, lama waktu penyinaran, keadaan muka bumi dan banyak sedikitnya awan. Pada umumnya daerah yang paling panas adalah sekitar daerah khatulistiwa karena menerima cahaya matahari dengan intensitas yang lebih banyak. Pengurangan temperatur dari khatulistiwa ke kutub tidak seragam karena pengaruh faktor derajat lintang, atmosfer dan adanya daratan serta air.

Persyaratan-persyaratan panas di dalam suatu konstruksi terutama tergantung pada pertukaran panas antara dinding luar dan daerah di dekatnya, sedangkan penyinaran langsung dari sebuah dinding tergantung pada orientasinya terhadap matahari. Bagian dari radiasi panas atau radiasi matahari yang tidak dipantulkan oleh sebuah bahan, tetapi diserap akan memanaskan bahan ini (Lippsmeier 1994:33).

Pada sebuah bangunan, panas yang diterima ini akan mendesak ke dalam ruangan melalui atap dan dinding jika tidak dicegah. Suhu udara di kawasan tropis lembab cukup tinggi sehingga membutuhkan suatu aliran udara dengan bukaan/ventilasi. Gerakan udara pada permukaan akan membantu pengurangan panas. Pemilihan bahan bangunan yang sesuai, berat atau ringan sehubungan dengan kecepatan atau kelambatannya dalam mengubah temperatur ruangan membantu membuat ruangan menjadi dingin jika digunakan.

Di daerah tropis, selubung bangunan timur dan barat paling banyak terkena radiasi matahari, sehingga perlu perlindungan pada bukaan yang ada sehingga sinar matahari tidak terlalu banyak yang langsung masuk ke dalam ruangan. Pada bangunan tidak bertingkat sebaiknya digunakan konstruksi atap ganda dengan lapisan bawah yang dapat dibuka pada malam hari. Keuntungannya adalah sepanjang siang hari radiasi panas akan dapat dikurangi dan pada malam hari pendinginan cepat berlangsung sejauh lapisan atas dapat menyalurkan panas dengan cepat. Ruang di antara atap ganda ini harus dapat dilalui udara dengan baik dan

lapisan bawahnya harus mengisolasi dan memantulkan panas (Lippsmeier 1994:33).

Jika dengan cara ini temperatur di sebelah bawah atap dapat sama dengan temperatur pada ketinggian sekitar tinggi tubuh manusia, maka tinggi ruangan yang di daerah tropis biasanya dibuat sangat besar tidak diperlukan lagi. Temperatur yang sama di bawah atap dan setinggi tubuh pada umumnya dapat dicapai dengan penyejuk udara tetapi efek yang sama dapat juga dihasilkan dengan pengudaraan alamiah serta cara pengisolasian yang direncanakan dan berfungsi dengan baik (Lippsmeier 1994:33).

Selasar juga dapat digunakan untuk mengendalikan suhu udara di dalam bangunan, karena selasar memiliki fungsi selain sebagai penghalang sinar matahari juga sebagai ruang antara luar dan dalam bangunan. Dengan demikian pengaruh udara di luar bangunan tidak langsung mempengaruhi udara di dalam bangunan (Purwanto 2004).

c. Kelembaban Udara

Kelembaban disebabkan pertama-tama oleh curah hujan yang berlimpah (Mangunwijaya 2000). Menurut Lippsmeier (1994:34), kelembaban merupakan banyaknya uap air yang terkandung dalam massa udara pada saat dan tempat tertentu. Kelembaban berbeda dengan unsur yang lain dapat mengalami peningkatan atau penurunan. Semakin tinggi temperatur udara kemampuan udara menyerap air semakin besar. Untuk menilai kecocokan suatu iklim, informasi mengenai kadar kelembaban udara sangatlah penting. Semakin tinggi kadarnya, semakin sukar iklim tersebut ditoleransi. Manusia merasakan kondisi iklim dengan tekanan uap di atas sekitar 2 Kpa mulai tidak menyenangkan. Penguapan pada kulit yang mengakibatkan pendinginan mulai sukar terjadi dan udara itu sendiri tidak dapat lagi menyerap cukup kelembaban. Proses kelembaban udara terbentuk dari penguapan air akibat panas matahari yang tinggi sehingga uap air bercampur atau diserap oleh udara.

Kelembaban udara juga bergantung pada gerakan udara yang melalui bangunan. Gerakan udara merupakan faktor perencanaan yang penting karena sangat mempengaruhi kondisi iklim, baik untuk setiap rumah maupun seluruh kota. Gerakan udara menimbulkan pelepasan panas dari permukaan kulit oleh penguapan. Semakin besar kecepatan udara, semakin besar panas yang hilang tetapi ini hanya terjadi selama temperatur udara lebih rendah daripada temperatur kulit. Jika tidak

begitu maka akan terjadi kebalikannya, yaitu pemanasan tubuh karena efek pendinginan tidak mencukupi. Jadi arah angin sangat menentukan orientasi bangunan (Lippsmeier 1994). Di daerah lembab diperlukan sirkulasi udara yang terus menerus, karena itu di daerah tropika basah dinding-dinding luar sebelah bangunan terbuka untuk sirkulasi udara lebih besar daripada yang dibutuhkan untuk pencahayaan. Di daerah iklim tropis lembab, dengan tingginya temperatur udara menyebabkan kelembaban udara yang tinggi, maka kenyamanan tidak akan tercapai kecuali adanya angin untuk menetralsir kondisi tersebut. Selain dengan pengupayaan ventilasi yang sesuai dengan keperluan, pengaruh kelembaban pada fasade bangunan juga turut berdampak pada material yang digunakan dalam pelapis dinding fasade. Variasi penggunaan berbagai elemen pada dinding, seperti melalui penggunaan batu alam juga memiliki pengaruh yang besar. Batu alam tidak hanya dapat memperindah tampilan fasade secara kasat mata, namun juga dapat berpengaruh terhadap ketahanan dinding luar dalam mengatasi kelembaban dari lingkungan (Soraya *et al*, 2008).

Selain kelembaban udara, kelembaban tanah sangatlah penting, khususnya bagi iklim di Indonesia yang memilikin kelembaban tinggi. Kelembaban dari tanah yang naik ke konstruksi bangunan adalah permasalahan yang sering kali diabaikan. Padahal, bangunan yang lembab memperbesar kemungkinan timbulnya permasalahan kesehatan akibat munculnya cendawan dan bakteri.

d. Curah Hujan (Presipitasi)

Preipitasi dapat didefinisikan sebagai bentuk air cair dan padat (es) yang jatuh ke permukaan bumi. Bentuk endapan adalah hujan, gerimis, salju, dan batu es hujan. Hujan adalah bentuk endapan yang sering dijumpai di Indonesia (Tjasjono 200). Hujan dapat tiba-tiba turun dengan intensitas yang sangat tinggi dan biasanya jumlah air yang datang dengan tiba-tiba itu selalu menimbulkan bahaya banjir, karena air mencari jalannya sendiri. Kekuatan aliran air dapat juga menyebabkan erosi tanah, merusak jalan, lapangan dan pondasi bangunan. Air masuk melalui lubang yang paling kecil sekalipun dan angin dapat memaksanya bahkan pada dinding vertikal. Pada prinsipnya, konstruksi yang melindungi dinding, jendela, pintu, terhadap cahaya matahari juga berfungsi sebagai pelindung terhadap hujan.

Menurut Lippsmeier (1994:39), curah hujan merupakan jumlah air hujan yang turun pada suatu daerah dalam waktu tertentu. Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya curah hujan adalah :

- 1) Bentuk medan
- 2) Arah lereng medan
- 3) Arah angin yang sejajar dengan garis pantai
- 4) Jarak perjalanan angin di atas medan datar

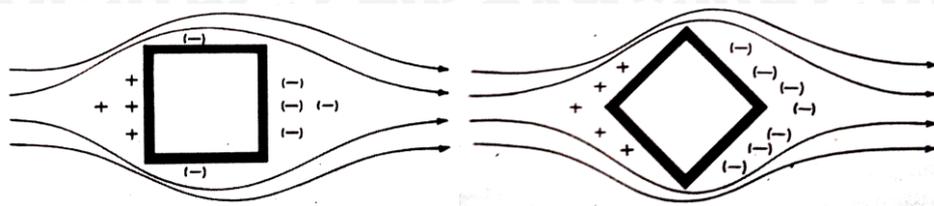
Proses terjadinya berawal dari evaporasi pada permukaan air laut sungai atau danau. Pada saat penguapan, uap air bercampur dengan udara. Uap air yang jenuh membentuk awan yang semakin dingin pada bagian atas. Uap air didinginkan dan mengalami perubahan wujud menjadi air kembali.

Posisi sebuah bangunan terhadap kemiringan, meliputi arah aliran air di permukaan harus benar-benar diperhatikan, jika tidak terdapat saluran kanal atau bangunan lain yang disediakan untuk aliran air itu. Penyusunan barisan rumah sejajar terhadap kemiringan lebih baik daripada tegak lurus, dengan syarat air disalurkan pada saluran yang baik. Jalan yang mengikuti arah kemiringan akan mempercepat kecepatan aliran air dan memperbesar kekuatan erosinya. Orientasi bangunan sebaiknya tegak lurus terhadap arah angin tetapi ini memiliki kekurangan, sebab tanpa pelindung yang tepat air hujan yang dibawa angin akan mudah masuk ke dalam ruangan (Lippsmeier 1994:40)

e. Angin

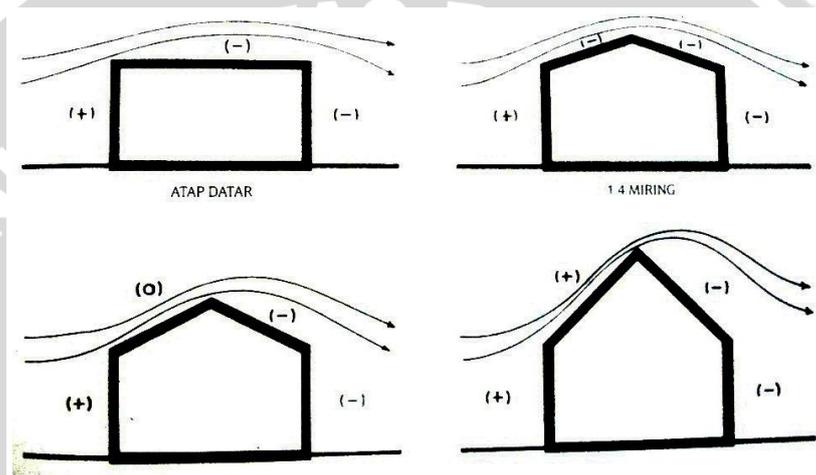
Angin ialah gerak udara yang sejajar dengan permukaan bumi. Udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah (Tjasjono 2000). Angin badai tropis terjadi di sebagian besar daerah khatulistiwa yang tidak berangin dan dari sini bergerak ke selatan atau utara. Angin badai selalu disertai hujan, sehingga dapat menimbulkan banjir yang merupakan penyebab utama kerusakan pada bangunan. Bangunan harus mampu bertahan terhadap kekuatan angin yang berhembus dari segala arah selama berlangsungnya angin badai. Konstruksi yang direncanakan dan dibangun dengan baik merupakan persyaratan utama (Lippsmeier 1994). Prinsip prinsip aliran angin di antaranya adalah :

- Ketika angin menghantam bagian dari asal angin bertiup pada suatu bangunan, ia akan memadatkan dan menciptakan tekanan positif (+). Pada saat yang sama udara akan terhisap dari sisi yang terhindar dari angin, sehingga menciptakan tekanan negatif (-). Udara akan dibelokkan ke sekitar bagian tersebut yang secara umum juga akan menciptakan tekanan yang negatif.



Gambar 2.12. Aliran udara yang mengalir di sekitar bangunan
 Sumber: Lechner, N., 2007

- Tipe tekanan yang tercipta di bagian atas atap akan bergantung pada faktor landainya itu sendiri. Area-area tekanan di sekitar bangunan ini akan menentukan bagaimana udara mengalir melalui bangunan tersebut (Gambar 2.12.).



Gambar 2.13. Aliran udara yang mengalir di atas atap
 Sumber: Lechner, N., 2007

Di daerah tropis bahaya angin ribut sering bersamaan dengan bahaya gempa bumi. Pada perhitungan konstruksi, cukup diambil gaya yang lebih besar karena gaya horizontal dari angin badai memiliki pengaruh yang hampir sama dengan gempa. Di samping itu masih banyak kriteria perancangan yang harus diperhatikan, antara lain:

- lokasi bangunan diupayakan menghindari topografi atau bentuk permukaan tanah yang dapat menimbulkan efek saluran, sehingga menambah kecepatan angin;
- pembagian ruangan dalam bangunan sebaiknya banyak dan berukuran kecil untuk meningkatkan stabilitas;
- tembok dengan blok-rongga harus diperkuat dengan kolom beton bertulang dan balon-cincin;
- menghindari atap datar atau atap dengan kemiringan kecil serta konsol yang terlalu besar;
- pengamanan bahan penutup atap, misalnya pelat gelombang terhadap angin dengan top denagan kaitan sekrup atau kawat;

- f. lubang pada bangunan dibuat sekecil mungkin dari kestabilan dinding;
- g. peralatan penutup untuk lubang luar dengan daun jendela lipat atau geser, jalusi, dan lain-lain;
- h. selubung sebaiknya licin dan rata agar angin hanya menerjang bidang sekecil mungkin;
- i. pembuatan detail yang teliti, penggunaan bahan serta pengerjaan yang baik pada selubung dengan beranda, balkon, pelindung matahari, dan lain-lain.

Tekanan angin membawa hujan melewati rintangan-rintangan, sehingga dianjurkan untuk memberi perhatian khusus pada kekedapan terhadap air (Lippsmeier 1994).

Angin juga erat kaitannya dengan pasir dan debu. Kondisi tekanan udara yang ditimbulkan oleh angin yang menerjang bentuk bangunan tertentu atau antara formasi bangunan dapat digunakan sebagai pencegahan gangguan pasir dan debu.

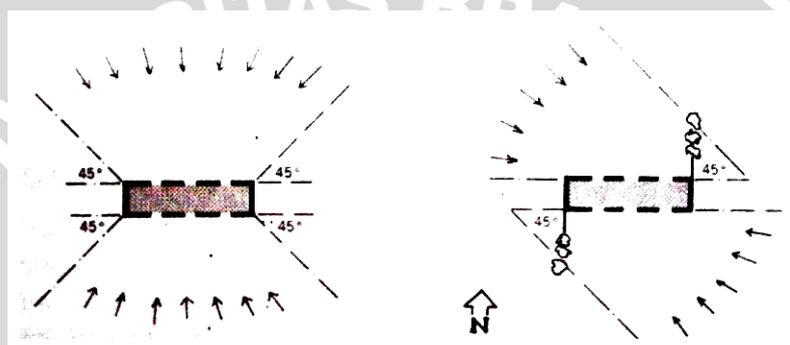
Perlindungan terhadap debu lebih sukar karena berbeda dengan pasir. Debu dapat mencapai setiap ketinggian bangunan. Untuk mengurangi besarnya pasir dan debu yang masuk dalam bangunan, pekarangan terbukti menguntungkan apabila lebarnya relative terhadap arah angin tidak melebihi dua kali tinggi bangunan.

Pasir bergerak di atas permukaan tanah, bergulir atau memantul sampai setinggi 1,10 m. Perlindungan terbaik adalah dengan membuat permukaan yang lunak di sekeliling bangunan, dimana pasir yang mengumpul harus dibersihkan. Dinding penahan pasir paling sedikit harus mempunyai ketinggian 1,60 m. Lubang-lubang harus diusahakan sekecil mungkin dan dapat ditutup.

Vegetasi yang cukup dapat menghindarkan sebagian besar gangguan pasir dan debu. Tembok rumah-rumah yang berdiri rapat, jalan berputar, dan lubang-lubang kecil pada selubung bangunan merupakan sarana untuk perlindungan terhadap pasir dan debu, selain itu juga bisa digunakan sebagai perlindungan terhadap matahari, angin panas dan penyerapan (Lippsmeier 1994).

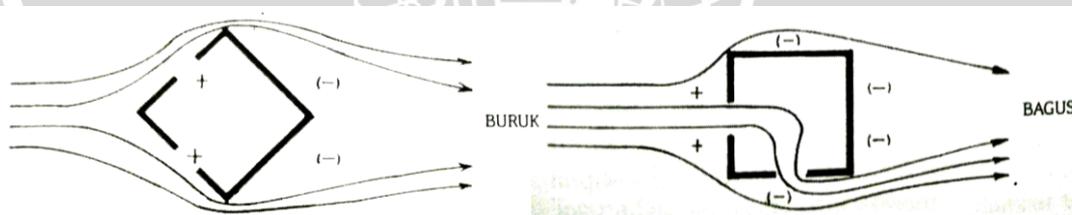
Selain itu, keberadaan angin juga berpengaruh pada jenis bukaan yang terdapat pada fasade. Bukaan yang dimaksud dapat berupa penggunaan lubang ventilasi ataupun penggunaan jendela aktif, sebagai fungsi penghawaan bagi bangunan. Penerapan penghawaan dalam ruang juga disesuaikan dengan dasar prinsip kenyamanan. Prinsip ini diterapkan melalui persentase daerah jendela yang dapat digerakkan (jendela aktif) sebesar $\pm 20\%$ dari area lantai (tetap mempertimbangkan keberadaan area fasade). Persentase daerah jendela tersebut juga disesuaikan dengan lubang – lubang yang membagi sama pada dinding (Lechner, 2007).

Tekanan udara pada sisi yang berhadapan dengan arah angin akan menjadi besar jika permukaan berada pada sudut yang tepat dari arah angin datang. Jika sudut angin datang adalah 45° , maka akan menambah kecepatan udara rata-rata di dalam bangunan dan dapat memberi distribusi aliran udara dalam bangunan. Pada kebanyakan iklim, kebutuhan akan naungan pada musim panas dan matahari musim dingin disebut sebagai orientasi timur – barat suatu bangunan. Pada Gambar 2.11. menunjukkan jangkauan arah angin yang bekerja dengan baik pada orientasi tersebut. Meskipun ketika arah angin berada pada timur-barat, biasanya orientasi matahari merupakan prioritas karena angin bisa dirubah arahnya dengan lebih mudah dibandingkan arah matahari.



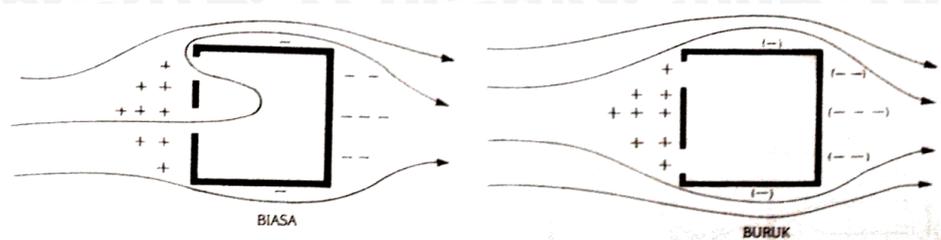
Gambar 2.14 Jangkauan arah angin yang dapat diterima dalam orientasi
sumber: *Lechner, N., 2007*

Ventilasi jendela pada dinding yang berbatasan dapat menjadi faktor yang baik ataupun buruk, tergantung pada distribusi tekanannya yang bervariasi dengan arah angin.



Gambar 2.15 Ventilasi jendela bergantung dari distribusi tekanan terhadap arah angin
sumber: *Lechner, N., 2007*

Ventilasi yang berasal dari jendela pada sebuah sisi bangunan dapat menghasilkan variasi hasil baik maupun kurang baik, tergantung pada lokasi jendela tersebut terhadap arah angin. Karena tekanan yang lebih besar berada pada pusat dinding yang berada di arah angin bertiup dibanding tepi-tepinya, maka akan terdapat perbedaan tekanan akibat penempatan jendela yang tidak simetris, sementara tidak akan terdapat perbedaan tekanan untuk skema yang simetris.



Gambar 2.16 Penempatan ventilasi jendela yang tidak simetris dan simetris terhadap arah angin
sumber: Lechner, N., 2007

2.2.3. Konstruksi Khas Penutup Luar (Selubung Bangunan) Untuk Daerah Tropika Basah

Atap, dinding dan lantai merupakan penutup luar dari sebuah bangunan yang merupakan komponen-komponen yang memenuhi bentuk bangunan. Selain itu menurut Lippsmeier (1994:74-90), atap, dinding dan lantai pada umumnya mempunyai fungsi sebagai:

1. Stabilitas bangunan;
2. Pelindung terhadap hujan, debu dan angin keras;
3. Pelindung tahan api;
4. Pelindung terhadap radiasi matahari langsung, dingin dan kebisingan;
5. Pengamanan terhadap gangguan manusia dan hewan.

Perancangan harus memperhitungkan kondisi-kondisi iklim yang sangat ekstrim. Efek radiasi matahari yang intensif, angin kering yang membawa debu, tingginya kelembaban, besarnya perbedaan temperatur harian dan fenomena-fenomena lainnya dapat dikontrol atau dikurangi dengan perancangan dan penggunaan bahan yang baik pada penutup luar.

Daerah tropika basah menuntut metode konstruksi ringan dan terbuka. Di daerah tropika lembab, penurunan temperatur pada malam hari hanya sedikit, sehingga pendinginan oleh emisi panas-dingin hampir tidak mungkin terjadi. Sebab itu diutamakan pemakaian bahan-bahan bangunan dan konstruksi yang ringan. Penerimaan radiasi panas harus dihindarkan melalui peneduhan dan permukaan yang dapat memantulkan cahaya. Bila perlu, untuk atap dan dinding dipakai bahan-bahan pengisolasi panas. Hal ini masih diragukan, karena isolasi panas dapat mencegah pendinginan pada malam hari walaupun sedikit. Panas yang masuk melalui lubang-lubang ataupun yang ditimbulkan oleh penghuni dan peralatan di dalam ruangan harus disingkirkan melalui ventilasi silang secara alamiah, artinya diperlukan lubang-lubang besar (Lippsmeier 1994).

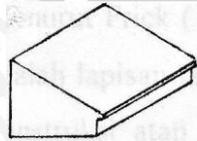
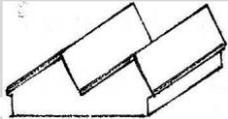
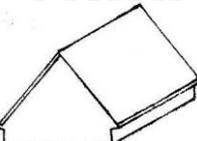
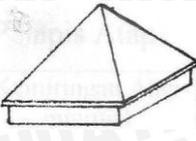
1. Atap

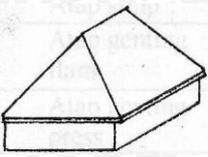
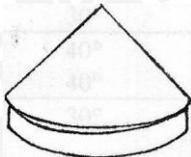
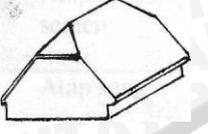
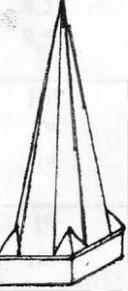
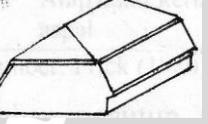
Atap merupakan bagian terpenting dari sebuah bangunan, Berdasarkan bidang orientasinya, atap adalah bagian bangunan yang paling banyak terkena cahaya, dan merupakan bagian yang paling bertanggung jawab terhadap kenyamanan ruangan dan juga terhadap kerusakan akibat gempa dan angin topan (Lippsmeier 1994:81). Untuk melindungi bangunan dari panas matahari dan hujan, maka digunakan atap. Atap berfungsi unuk menangkal sinar matahari maupun hujan dan membentuk pembayangan untuk bukaan dinding. Atap merupakan pelindung bangunan dari panas dan hujan.

Menurut Mangunwijaya (2000:279) dari segi fisika bangunan, tugas utama atap adalah tugas payung, yakni pelindung terhadap panas dan silau matahari serta pelindung terhadap kebasahan/kelembaban dan hempasan yng disebabkan oleh hujan.

Di daerah tropis, atap adalah salah satu bagian yag terpenting dari suatu bangunan. Pengaruh luar terhadap atap menentukan pilihan penyelesaian yang terbaik terhadap suhu (sinar matahari, cuaca, air hujan dan kelembaban udara) serta keamanan terhadap bahaya kebakaran sehingga atap memenuhi kebutuhan. Atap adalah unsur bangunan yang pertama kali terpengaruh perubahan cuaca, baik panas (sinar matahari) maupun dingin (air hujan).

Macam-macam bentuk atap pada bangunan tergantung terutama pada bentuk denah bangunannya dan keinginan pemilik bangunan atau perasaannya. Bentuk atap disesuaikan dengan bentuk denahnya. Tabel 2.1 di bawah ini menunjukkan berbagai bentuk atap.

Bentuk Atap	Keterangan	Bentuk Atap	Keterangan
	a. Atap lesenar		g. Atap gergaji
	b. Atap pelana		h. Atap kemah (limas)

	c. Atap perisai		i. Atap kerucut
	d. Atap perisai buntung		j. Atap menara
	e. Atap mansard perisai buntung		k. Atap menara topi uskup
	f. Atap pelana lengkung		

Tabel 2.1 Bentuk – Bentuk Atap
sumber : Frick (1980)

Pada daerah hangat-lembab dengan curah hujan tinggi, jenis atap yang baik digunakan adalah atap miring. Bisa berupa pelana, limasan atau panggang-pe dari pelat atau lembaran monolitik, atau dari sebuah sistem balok, kaso dan pengikat, atau dari rangka ruang. Kemiringan atap yang cocok di atas 30° . Fungsi utama kemiringan atap adalah mengalirkan air hujan sebelum mermbes ke dalam bahan bangunan. Makin kecil daya rembes bahan atap, makin kecil pula sudut miring atap yang dapat dibuat. Setiap bahan atap memiliki sudut miring optimum tertentu.

Menurut Frick (1980), material atap terdiri dari pelapis dan penutup atap. Pelapis atap adalah lapisan tambahan kedap air. Penutup atap adlah lapisan kedap air

teratas pada konstruksi atap (seperti serat, daun dan rumput alam, genting, kaca, pelat semen beserat, atau seng gelombang dan sebagainya), dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

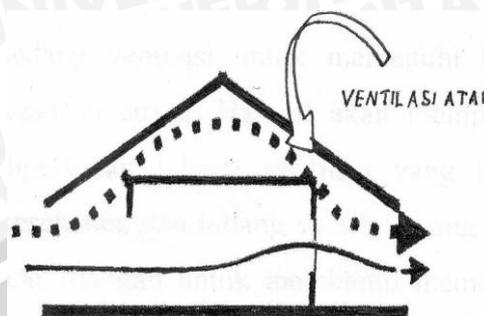
Jenis Atap	Cara Pemasangan	Kemiringan Atap minimal	Bobot miring m ² Tanpa konstruksi
Atap rumbia	Diikat	30°	10 kg/m ²
Atap sirap	Sirap ulin	30°	15 kg/m ²
Atap genting flam	Model kecil	40°	30 kg/m ²
	Model besar	40°	35 kg/m ²
Atap genting press	-	30°	41 kg/m ²
Atap genting beton	Monier	17,5°	45 kg/m ²
Atap asbes semen	Gelombang besar	8.5°	17 kg/m ²
	Gelombang kecil	8.5°	15 kg/m ²
Atap Seng	Gelombang BWG 22	10°	6 kg/m ²
	Papak BWG 22	3°	6 kg/m ²
	Papak alu 1mm	3°	3 kg/m ²
Atap seng gelombang khusus	Tanpa sambungan	1°	7,5 kg/m ²
	Dengan sambungan	10°	7,5 kg/m ²
Atap datar kertas aspal	Rangkap dua	1,5°	7 kg/m ²
	Rangkap tiga	1,5°	12 kg/m ²

Tabel 2.2. Bahan Pelapis Atap
sumber : Frick (1980)

Bahan penutup atap diusahakan dapat menyerap dan mengeluarkan panas dalam bangunan (berperan sebagai isolasi panas) dan ruangan yang ada di bawah atap harus bebas hujan. Oleh karena itu sebaiknya pada atap memiliki dua lapisan yang terpisah oleh suatu rongga udara. Misalnya, bahan penutup luar atap menggunakan genting, sedang pada lapisan bawahnya diberi langit-langit dari papan kayu (Mangunwijaya, 2000:286).

Ruang di bawah atap dan di atas plafond bias juga berfungsi sebagai ventilasi. Dengan adanya ventilasi atap ini maka memungkinkan udara segar masuk lebih banyak ke dalam bangunan atau rumah. Ventilasi atap bisa terdapat di gewel atap untuk atap pelana, yang biasanya berbentuk huruf L, ataupun di tiap sisi antara perbatasan atap dengan dinding. Ruang di bawah atap juga memungkinkan

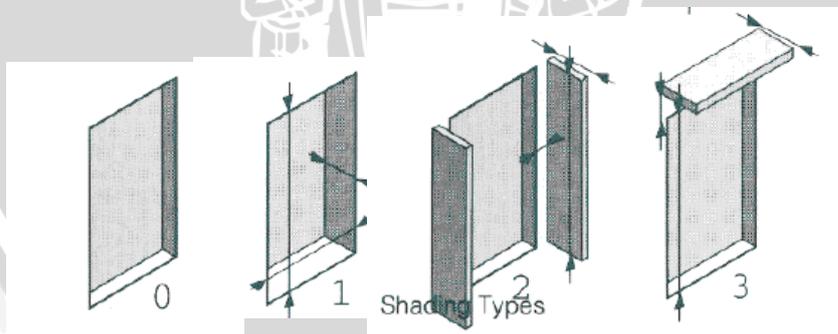
terjadinya pergantian udara di daerah atap sehingga dapat menunjang keawetan bahan-bahan pembentuk atap karena udara segar selalu mengalir masuk dan juga menjaga kestabilan suhu dan kelembaban dalam ruangan.



Gambarl 2.17. Ventilasi Atap
sumber : Dokumen pribadi

2. Teritisan (Sun Shading)

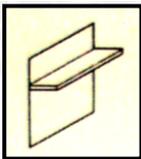
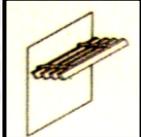
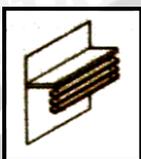
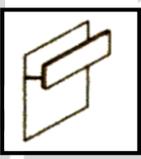
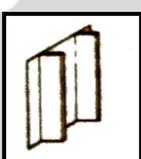
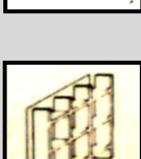
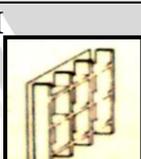
Fasade/Selubung bangunan beradaptasi dengan cuaca karena adanya ornamen di atas tembok, yaitu teritisan (*sun shading*). Teritisan adalah salah satu elemen yang penting pada bangunan tropis. Elemen ini kerap ditemui dalam bentuk teras di depan atau samping rumah. Elemen ini bisa berupa atap tambahan yang berdiri atau bisa juga merupakan perpanjangan dari atap utama (tanpa dinding). Fungsi teritisan ada 3, yaitu menghalangi sinar matahari secara langsung, menghalangi tampias air hujan, dan mengurangi suhu di dalam ruang. Untuk ukuran teritisan, semakin lebar teritisan, dapat membuat ruang semakin sejuk dan air hujan tidak akan tampias.



Gambar 2.18. *Shading Device*

Sumber: http://www.esru.strath.ac.uk/Courseware/Design_tools/NORMA/how_to_use.htm

Berikut adalah macam-macam teritisan beserta penempatan orientasi terbaik pada dinding bangunan.

<i>Peneduh</i>	<i>Nama</i>	<i>Orientasi Terbaik</i>
I 	Overhang (panel horizontal)	Selatan, Barat, Timur
II 	Overhang (louvers horizontal pada bidang horizontal)	Selatan, Barat, Timur
III 	Overhang (louvers horizontal pada bidang vertikal)	Selatan, Barat, Timur
IV 	Overhang (panel vertikal)	Selatan, Barat, Timur
V 	Sirip vertikal	Utara, Barat, Timur
VI 	Sirip vertikal miring	Barat, Timur
VII 	Eggrate	Barat, Timur
VIII 	Eggrate dengan sirip miring	Barat, Timur

Tabel 2.3 Macam-Macam Peneduh
sumber : *Lechner (2007: 242)*

3. Dinding

Dinding akan menjadi panas bila tidak dilindungi dari radiasi matahari dan akan meneruskan panas ini ke dalam ruangan. Dinding utara dan selatan tidak begitu banyak menerima radiasi karena sudut jatuh cahaya cukup besar. Pada waktu-waktu tertentu dinding timur dan barat mendapat beban panas yang jauh lebih besar, sehingga pelindung matahari seperti teritisan atap atau jalusi masih sulit mengatasinya. Untuk mengatasinya dapat diberikan tanaman untuk mencegah pemantulan pada dinding, selain itu tembok pagar sebaiknya berwarna cerah (Lippsmeier 1994).

Dinding pada daerah tropika basah hanya berfungsi untuk mencegah hujan dan angin (terlepas dari fungsi-fungsi lain di luar pertimbangan iklim). Di sekitar dinding perlu diberi peneduh. Tanpa peneduh, temperatur ruangan cepat meningkat jauh di atas temperatur sekitarnya. Dinding sebaiknya memiliki rongga untuk jalannya sirkulasi udara yang lancar, dan sebaiknya pada lapisan luar dibuat kedap air untuk mengurangi perembesan air ke dalam bangunan. Semua jenis penyerap panas harus dihindarkan dan selain itu bidang dinding sebaiknya dapat dibuka selebar mungkin untuk mendapatkan ventilasi silang yang diperlukan, seperti pemberian lubang-lubang dinding dengan teritisan, daun jendela, jalusi, dan lain sebagainya. Dinding ringan dengan bahan isolasi panas biasanya dipakai untuk ruangan berpenyejuk udara, terutama yang terkena cahaya matahari langsung (Lippsmeier 1980 & Mangunwijaya 2000). Bangunan juga harus menggunakan material yang mampu mereduksi panas dengan finishing warna yang cerah namun tidak menyilaukan, misaknya putih, krem dan abu-abu (Prasetya 2005).

4. Bukaannya/ventilasi

Fungsi ventilasi adalah untuk memenuhi kebutuhan kesehatan dan kenyamanan termal. Ventilasi untuk memenuhi kesehatan tidak tergantung kepada keadaan cuaca. Hal ini akan mempengaruhi perancangan lubang ventilasi, dimana diperlukan lubang ventilasi yang mutlak harus ada untuk memenuhi kebutuhan kesehatan, dan lubang ventilasi yang bukaannya dapat diatur sesuai dengan kondisi di luar ruangan untuk membantu memenuhi kebutuhan kenyamanan termal. Ventilasi juga merupakan tempat masuk atau keluarnya aliran udara. Aliran udara ke dalam bangunan dapat diupayakan dengan cara memberi bukaan selebar-lebarnya pada dinding eksterior. Dengan demikian angin dapat bergerak

leluasa dalam ruangan. Teritisan, pohon dan tirai merupakan sarana yang baik untuk menghalangi penyinaran langsung tersebut.

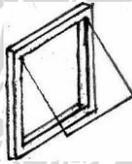
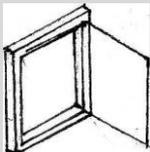
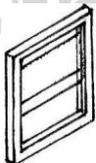
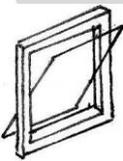
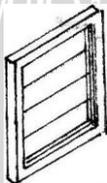
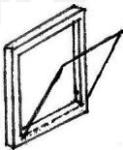
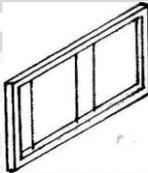
Untuk memperlancar penghawaan dalam bangunan maka perlu diberikan bukaan-bukaan yaitu berupa 3 lubang pada dinding yang berbatasan dengan ruang luar. Ketiga lubang pada dinding yang berbatasan dengan ruang luar (dinding eksterior) itu adalah lubang atas (ventilasi atas), lubang tengah dan lubang bawah (ventilasi bawah).

- a. Lubang atas merupakan jenis bukaan yang berada di bagian atas dinding (kurang lebih 20cm-40cm di atas plafond). Dengan adanya bukaan atas diharapkan bisa menghalau dari atap sebelum panas menyebar ke seluruh ruangan di bawahnya.
- b. Lubang tengah dapat berupa pintu dan jendela. Pintu dan jendela merupakan sarana utama untuk mengaliri udara dari dan ke dalam bangunan, untuk itu harus dipilih secara teliti terutama karakteristiknya untuk kebutuhan pengendalian udara dan cahaya matahari. Lubang tengah sebaiknya terletak setara tinggi tubuh manusia.
- c. Lubang bawah merupakan salah satu bentuk ventilasi yang digunakan apabila suatu bangunan (rumah) tidak banyak memiliki tempat untuk memasang jendela. Ventilasi bawah berbentuk sederetan bukaan sebesar sekitar 15 x 40 cm (tergantung besarnya ruangan, semakin besar ruangan semakin besar juga bukaan yang dibutuhkan) yang terletak sekitar 20 cm di atas lantai.

Dalam iklim tropis lembab, pada siang hari sering terjadi laju aliran udara yang melebihi kebutuhan ventilasi untuk kesehatan, tetapi meskipun demikian tidak mampu untuk memenuhi kebutuhan kenyamanan termal, karena banyaknya panas yang harus dipindahkan ke luar ruangan terlalu besar.

Jendela merupakan salah satu jenis bukaan pada bangunan yang berfungsi sebagai lubang cahaya dan lubang udara dalam gedung. Sebagai bingkai kaca, jendela juga merupakan perlindungan terhadap angin, hujan, udara dingin atau panas, kebisingan serta perlindungan dari penjahat. Berhubungan dengan sejarah penjajahan Belanda, maka konstruksi jendela menuruti teknologi Belanda, jendela dan pintu tidak dapat langsung dipasang pada dinding, tetapi membutuhkan kusen sebagai konstruksi pembantu antara tembok dan jendela (Frick 1980). Teori arsitektur menyebutkan bahwa luas bukaan untuk keperluan sirkulasi udara pada sebuah bangunan sebaiknya berkisar antara 40 - 80% dari luas dinding secara

keseluruhan. Ada juga teori lain yang menyebutkan bahwa luas bukaan sebaiknya sebesar 10 - 20% dari luas lantai. Besar jendela disesuaikan dengan ukuran dinding luar dan tujuan pemakaian ruang yang akan diterangi. Umumnya jumlah total dari seluruh bidang jendela pada sebuah ruang, sebaiknya berkisar antara $1/6 - 1/8$ dari luas lantai di ruangan itu dan sebaiknya tiap jendela dilengkapi dengan lubang hawa di sebelah atasnya yang besarnya sekurang-kurangnya $1/3$ kali dari luas bidang jendela. Menurut data SNI, banyaknya lubang cahaya ideal dalam suatu ruang dinyatakan oleh nilai WWR (*Wall Window Ratio*). WWR adalah perbandingan luas jendela dengan luas seluruh dinding luar pada orientasi yang ditentukan. Dari ketentuan ini nilai idealnya adalah 20% dari luas dinding keseluruhan. Macam-macam bentuk jendela dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Bentuk Jendela	Keterangan	Bentuk Jendela	Keterangan
	a. Jendela kaca mati		e. Jendela gantung
	b. Jendela hidup (1 sayap)		f. Jendela geser vertikal
	c. Jendela hidup putar		g. Jendela nako
	d. Jendela jatuh		h. Jendela geser horizontal

Tabel 2.4 Bentuk – Bentuk Jendela
sumber : Frick (1980)

a) **Jendela Kaca Mati**

Jenis jendela ini biasa digunakan pada ruangan yang sifatnya tertutup atau pada ruangan ber-AC. Umumnya jendela kaca mati memakai kusen atau bertumpu langsung pada dinding yang didukung lem perekatnya (sealant) untuk meredam getaran. Kaca yang digunakan memiliki ketebalan 6mm-10mm. Jendela kaca mati juga berfungsi sebagai pemisah ruangan dan media dekorasi.

b) **Jendela Hidup 1 Sayap**

Keuntungan pemakaian antara lain:

- Ketika daun jendela terbuka, udara dan cahaya masuk secara maksimal.
- Pandangan keluar jendela dapat maksimal.
- Kemudahan pekerjaan dan pemasangan dikarenakan sistem engsel yang sederhana.

Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum menerapkan jendela satu sayap sebagai berikut:

- Arah bukaan daun jendela agar tidak mengganggu sirkulasi atau aktivitas di sekitarnya.
- Ambang batas bawah dan atas jendela sebagai acuan untuk menetapkan jarak pandang jendela.

c) **Jendela Hidup Putar/Pivot Atas Bawah**

Sama halnya dengan jendela pivot tengah, jendela pivot atas bawah ini memberikan keuntungan udara dan cahaya masuk yang optimal. Perbedaannya hanya pada tinggi pandangan, jendela ini tidak menghalangi pandangan karena bersifat openable atau bebas kusen.

d) **Jendela Jatuh/Jungkit Atas**

Jenis jendela ini biasa diterapkan pada rumah tinggal era 80-an sampai sekarang. Jendela jungkit atas memiliki satu bukaan sehingga udara yang mengalir hanya satu arah.

e) **Jendela Gantung/Jungkit Bawah**

Bukaan yang berada di bawah bidang jendela menyebabkan udara masuk menunggu udara hasil perputaran dari lantai yang berada di luar ruang. Hal tersebut menyebabkan kapasitas aliran udara yang masuk cenderung sedikit. Kerugiannya ruang dalam mudah dimasuki debu atau partikel lainnya karena terhembus angin dari bawah lantai luar.

f) Jendela Geser Vertikal

Jendela ini biasa diterapkan pada area service seperti dapur. Namun jendela ini dapat dikreasikan dengan model jendela lainnya. Jendela geser vertikal mengunci otomatis pada saat jendela terbuka. Bahan kusen yang biasa dipakai adalah aluminium.

g) Jendela nako

Jenis jendela ini sederhana tetapi cukup baik untuk menghasilkan pergerakan udara yang optimal. Jendela nako ini dapat menghasilkan pertukaran udara hampir 95%. Dengan jendela nako yang berupa "bilah-bilah" yang dapat diubah-ubah posisinya, aliran udara dapat diarahkan seperti yang dikehendaki. Jendela ini juga dapat digunakan untuk daerah yang kecepatan anginnya tinggi. Bilah-bilah nako dapat menjadi penahan angin, sehingga kecepatan angin berkurang.



Gambar 2.19 Jendela Nako

sumber : <http://www.phoenicianblinds.com.au/images/blinds-shutters.jpg>

h) Jendela Geser Horizontal

Jendela geser horizontal umumnya digunakan dengan tujuan agar ruang dalam tidak terganggu oleh bukaan daun jendela sehingga lebih maksimal. Selain itu udara segar dan cahaya alami matahari dapat masuk dengan efektif. Hal-hal yang perlu diperhatikan berkaitan dengan pemakaian jendela geser horizontal, antara lain:

- Jendela geser menggunakan *track* dengan bola atau hanya bergeser dengan bantuan tumpuan besi (aluminium) sehingga dapat menimbulkan suara berderit ketika daun jendela digerakkan.
- Jendela ini biasa digunakan pada rumah tinggal dengan konsep terbuka, dengan pemasangan teralisnya secara horizontal (terkait dengan cara membuka dan menutup jendela).

i) Jendela Tralis Besi hollow/Kayu (Louvre Window)

Jendela ini berfungsi meminimalisir cahaya matahari yang masuk berlebihan, sehingga cocok diterapkan untuk ruangan yang memiliki privasi tinggi, tetapi udara sehat dan cahaya tetap bisa masuk kedalam ruang. Bahan untuk jendela jenis ini biasa terbuat dari kayu kaso yang di-coating atau besi *hollow* 3 cm x 8 cm. Jarak antara tralis 4 cm - 5 cm. Tralis bisa disekrup di dinding atau dibuat engsel.



Gambar 2.20 Louvre Windows

sumber : <http://indiahometips.com/images/windows/louvre-windows.jpg>

j) Jendela Jalusi Kayu/ Aluminium (Blade Louvre)

Udara dan cahaya luar bisa masuk ke dalam ruang berkisar 10 – 15%. Bahan jendela terbuat dari kayu pipih yang dipasang atau disusun miring ke bawah sehingga ruang dalam tidak terlihat dari luar ruangan. Ditambah dengan lapisan kasa nyamuk pada bagian dalam sebagaiantisipasi nyamuk dan debu agar tidak dapat masuk ke dalam ruang. Selain dari bahan kayu, jendela ini bisa dibuat menggunakan bahan aluminium fabrikasi (*aluminium blade louvre*). Jendela ini biasa digunakan untuk bukaan buangan mesin, lubang bawah *basement*, ataupun estetika bangunan.



Gambar 2.21. Louvre Windows

sumber: <http://indiahometips.com/images/windows/louvre-windows.jpg>

k)Jendela Topi Beton

Jendela tipe ini memiliki nilai estetika sekaligus menghindari tampias hujan dan dan terik panas matahari. Jendela ini biasa digunakan pada rumah tinggal bergaya modern atau minimalis. Untuk perawatan, jenis jendela ini rentan terkena debu. Hal tersebut disebabkan oleh bentuk topi beton yang mengelilingi jendela sehingga angin yang berputar di sekitarnya turut membawa debu dari bawah. Untuk mengurangi masuknya debu dan serangga yang terlalu berlebihan, keberadaan lubang angin dapat dilengkapi dengan penggunaan kasa serangga (Mangunwijaya, 2000; Lippsmeier, 1994; dan Lechner 2007).



Gambar 2.22 Jendela Topi Beton Keliling

sumber: <http://rumahkayubekas.files.wordpress.com/2007/12/esskajendeladapur.jpg>

l) Jendela Pivot Atau Putar Tengah

Jenis jendela ini sebaiknya digunakan untuk ruang dalam yang luas, karena jendela ini dapat mengalirkan udara ke dalam ruangan dengan cepat. Jendela ini akan tampil lebih menarik jika dipadukan dengan bukaan-bukaan jendela lainnya. Daun jendela tidak dapat terbuka lebar dan menumpu pada engsel sehingga rata-rata jendela lebih awet.



Gambar 2.23 Jendela Putar Tengah

sumber: http://img.archiexpo.com/images_ae/photo-g/wooden-center-pivot-window-127113.jpg

Bahan bangunan untuk kusen dan sayap jendela, yaitu:

a. Kayu

Kayu merupakan bahan bangunan untuk kusen, bingkai jendela maupun bingkai sayap jendela. Hendaknya digunakan kayu yang kering, lurus, mudah dilem dan mudah divernis atau di cat. Kayu yang dipilih harus padat dan kerasa (mutu kelas I), tahan rayap, sulit dinyalakan dan aman jika terjadi kebakaran. Kayu merupakan bahan bangunan ekologis karena dapat dibudidayakan. Kayu yang digunakan terutama untuk sayap jendela harus kering (Frick 2002).

b. Aluminium

Selain kayu, aluminium merupakan bahan bangunan untuk kusen, bingkai jendela maupun sayap jendela. Material ini tahan hujan dan air (tetapi bisung jika hujan) dan penghantar panas tinggi. Kemampuan pemantulan sangat baik, tetapi menimbulkan kesilauan. Aluminium sangat tahan untuk daerah tropis karena lapisan oksida yang terbentuk sendiri pada permukaannya, tetapi semakin lemah oleh reoksidasi yang terus menerus setelah kerusakan mekanis atau kimiawi (benda-benda di udara, badai pasir, kadar garam dari udara dan air). Kondisi jelek mengakibatkan permukaan aluminium menjadi kasar jika terlambat pembersihannya.

c. Kaca

Kaca sebagai pengisi sayap jendela terkena energi matahari dalam bentuk cahaya dan panas. Kaca berfungsi sebagai perangkap panas karena frekuensi panas dapat menembus kaca dan memanasi gedung dalam, tetapi bahan yang dipanasi akan berfrekuensi gelombang panjang yang tidak dapat tembus kaca lagi. Guna menghindari tembus energi panas maka dapat digunakan kaca yang menyerap panas atau kaca yang memantulkan panas (Frick 2002).

Pada perencanaan lubang ventilasi selain peletakan pintu dan jendela, perletakan lubang angin juga perlu diperhatikan. Lubang angin yang terlalu tinggi misalnya yang terletak di bawah langit-langit tidak akan memberikan aliran udara yang cukup di dalam ruangan dapat dipergunakan daun jendela yang kedudukannya dapat diatur (Soegijanto 1998).

Pada bukaan dindingnya sebaiknya terdapat kisi-kisi berupa jalusi yang berguna menangkal sinar matahari masuk namun masih memungkinkan aliran udara masuk ke dalam ruangan (Prasetya 2005).

5. Lantai

Lantai berfungsi sebagai penutup ruangan bagian bawah, oleh karenanya pertimbangan-pertimbangan akustik atau sebagai pelindung terhadap panas dan

dingin juga perlu mendapatkan perhatian, hal ini tentunya akan sangat berpengaruh pada pemilihan bahan yang digunakan. Lantai ubin cocok untuk daerah tropika, karena kedap air dan keras, selain itu juga dapat menyerap panas, sehingga ruangan yang ada akan terasa dingin (Mangunwijaya 2000:332).

2.3. Kenyamanan termal

2.3.1. Pengertian

Kenyamanan di dalam rumah datang dari keadaan dan pengaturan fisik rumah, dapat juga datang dari penghayatan seseorang yang lebih menyentuh senar-senar jiwa manusia (Mangunwijaya, 2000:91). Hal tersebut berkaitan dengan sifat fisik manusia untuk mendapatkan rasa nyaman terutama kenyamanan termal. Kenyamanan termal dapat tercapai bila terjadi keseimbangan antara suhu udara, aliran udara, kelembaban dan radiasi matahari yang sesuai dengan kebutuhan manusia dalam beraktivitas.

Fanger mendefinisikan kenyamanan termal sebagai kondisi seseorang yang mengekspresikan rasa puas atau nyaman terhadap lingkungan termalnya (Fanger,1972). Kenyamanan termal dapat didefinisikan sebagai rasa nyaman dari seseorang terhadap lingkungannya karena terciptanya keseimbangan antara pertukaran panas tubuh dan lingkungannya (ASHRAE 1992).

Sifat fisik manusia untuk tanggap terhadap suhu memiliki rentang nilai yang relatif kecil. Konsekuensi logis dari konsep tersebut adalah di luar rentang suhu tersebut, manusia merasa terganggu kenyamanannya, merasa kepanasan atau kedinginan. Oleh sebab itulah manusia membutuhkan perlindungan sesuai dengan kondisi iklim setempat. Perlindungan tersebut dapat ditempuh dengan berbagai cara baik secara aktif maupun pasif. Kondisi kenyamanan termal dicapai jika terjadi keseimbangan antara bahang atau panas yang dikeluarkan manusia pada lingkungan dengan panas yang diserap manusia dari lingkungan sekitar.

Tubuh manusia hanya menggunakan kira-kira 20% dari panas yang dibangkitkan di dalam tubuh, 80% yang tersisa harus dibebaskan ke lingkungan sekitarnya, bersamaan itu berlangsung pertukaran termal dengan lingkungan sekitar (Snyder James dan Anthony J. Catanese, 1984: 470). Snyder dan Anthony (1984: 470) menjelaskan bahwa suhu permukaan kulit kira-kira 92⁰ F. Jika suhu dingin maka tubuh akan menggunakan energi dari dalam tubuh. Sedangkan, jika suhu panas maka tubuh akan menyerap panas dari luar tubuh. Berdasarkan pendapat tersebut dapat kita

simpulkan bahwa kenyamanan termal dari setiap pribadi sangat berbeda antara yang satu dengan yang lain. Hal itu dapat dipengaruhi oleh usia, kesehatan, jenis kelamin, tempat dimana ia tinggal dan pakaian.

Kenyamanan termal merupakan salah satu masalah yang harus ditanggapi oleh para arsitek dalam merancang bangunan. Mengkondisikan keadaan di dalam bangunan sesuai dengan tuntutan pemakai bangunan dengan mendayagunakan segala potensi bangunan adalah salah satu tugas arsitek. Potensi bangunan tersebut mendukung adanya penghawaan alami dan buatan agar tercapai kenyamanan termal bagi pengguna bangunan. Menurut Snyder dan Anthony (1984: 471), ada empat faktor yang bisa digunakan perancang sebagai sarana mengkoordinasi lingkungan termal bangunan (dan penggunaan energi yang dihasilkan) dengan kebutuhan-kebutuhan kenyamanan si pemakai. Hal tersebut meliputi iklim tempat proyek, dinding atau selebung bangunan, penggunaan bangunan dan perubahan suhu secara mekanis dan alami.

2.3.2. Faktor -faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal

Menurut Juhana (2001:43) kenyamanan termal tidak dapat diartikan sebagai suatu besaran yang tetap. Pernyataan tersebut mengacu kepada beberapa penelitian yang dilakukan oleh Szokolay (1980), Egan (1975) maupun Santoso (1986). Nilai kenyamanan termal merupakan ambang batas relatif yang menunjukkan kondisi iklim tertentu, lingkungan sekitar, jenis kelamin, kelompok usia, aktivitas dan lain sebagainya. Kondisi tersebut diperjelas dengan memperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhi kenyamanan termal sebagaimana yang dikemukakan Hardiman dalam Juhana (2001) dalam tabel dibawah ini.

Faktor Fisiologis	Faktor Perantara	Faktor Fisik (lingkungan)
Makanan	Pakaian	Temperatur udara
Ras bangsa	Aktivitas	Temperatur dinding
Umur	Penyesuaian	Kelembaban
Jenis kelamin	Musim	Gerakan udara
Kondisi tubuh	Jumlah	Tekanan udara
Situsai lingkungan	penghuni	Komposisi udara
	Psiko faktor	Listrik udara
		Pengaruh akustik
		Pengaruh mata

Tabel 2.5. Faktor – Faktor Kenyamanan Termal
sumber : Hardiman dalam Juhana, 2001

Tingkat kenyamanan yang dirasakan oleh manusia sangat dipengaruhi oleh kehilangan panas dalam tubuh yang disebabkan oleh konveksi, konduksi, evaporasi dan radiasi (Edgan dalam Juhana,2001:44). Nilai konveksi sekitar 40 %, evaporasi 20 %, radiasi matahari 40% sedangkan konduksi memberikan pengaruh nilai yang sangat kecil. Jumlah kehilangan panas tersebut akan menentukan respon seseorang terhadap lingkungannya, sehingga dapat merasakan kondisi yang nyaman atau tidak nyaman dari lingkungan.

Faktor – faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kenyamanan antara lain temperatur udara, radiasi matahari, pergerakan udara dan kelembaban. Kombinasi dari faktor kehilangan panas tubuh serta faktor lingkungan tersebut akan membentuk ambang nilai kenyamanan yang dapat dirasakan manusia.

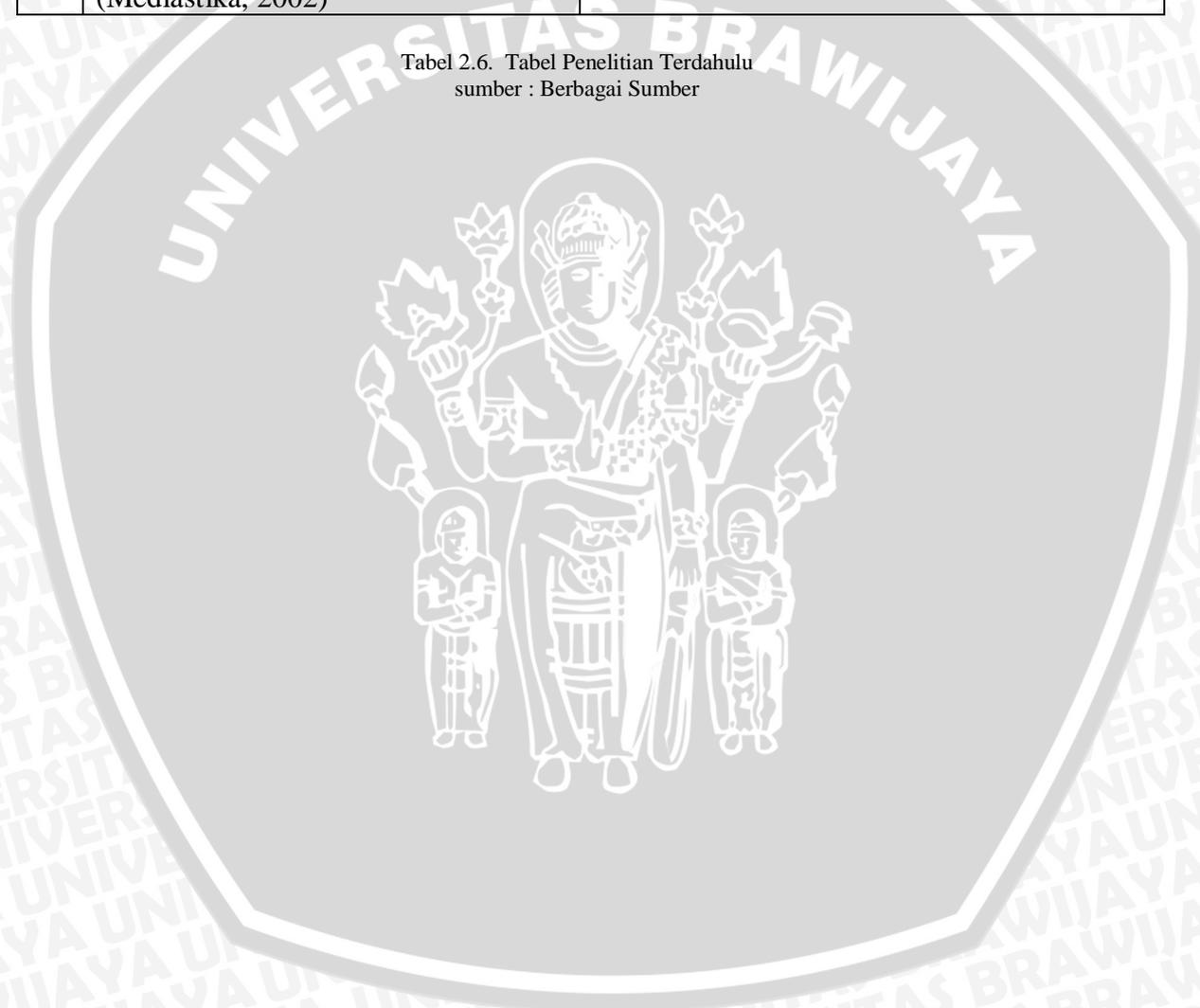
Tujuan dari setiap perencanaan dan perancangan adalah untuk memberikan kondisi lingkungan buatan yang nyaman dan aman, namun terdapat banyak kendala dalam mentafsirkan kondisi kenyamanan yang dimaksud. Kendala tersebut terutama adalah kondisi jiwa atau psikologis yang tidak dapat dinilai secara obyektif. Kendala tersebut dapat diminimalkan dengan merencanakan dan merancang lingkungan seindah dan senyaman mungkin dengan tolak ukur faktor lingkungan dan iklim sekitar (Lippsmeier,1994:36).

2.4. Tinjauan Penelitian Sebelumnya

Dalam menyusun suatu penelitian, tidak terlepas dari hal yang berkaitan dengan apa yang telah diteliti terlebih dahulu sebagai sumber referensi dan rujukan dalam dalam lingkup penelitian “Evaluasi Fasade Sebagai Salah Satu Aspek Kenyamanan Termal Pada Rusunawa UMM”. Berikut ini akan diringkas dalam tabel temuan – temuan yang mendukung penelitian.

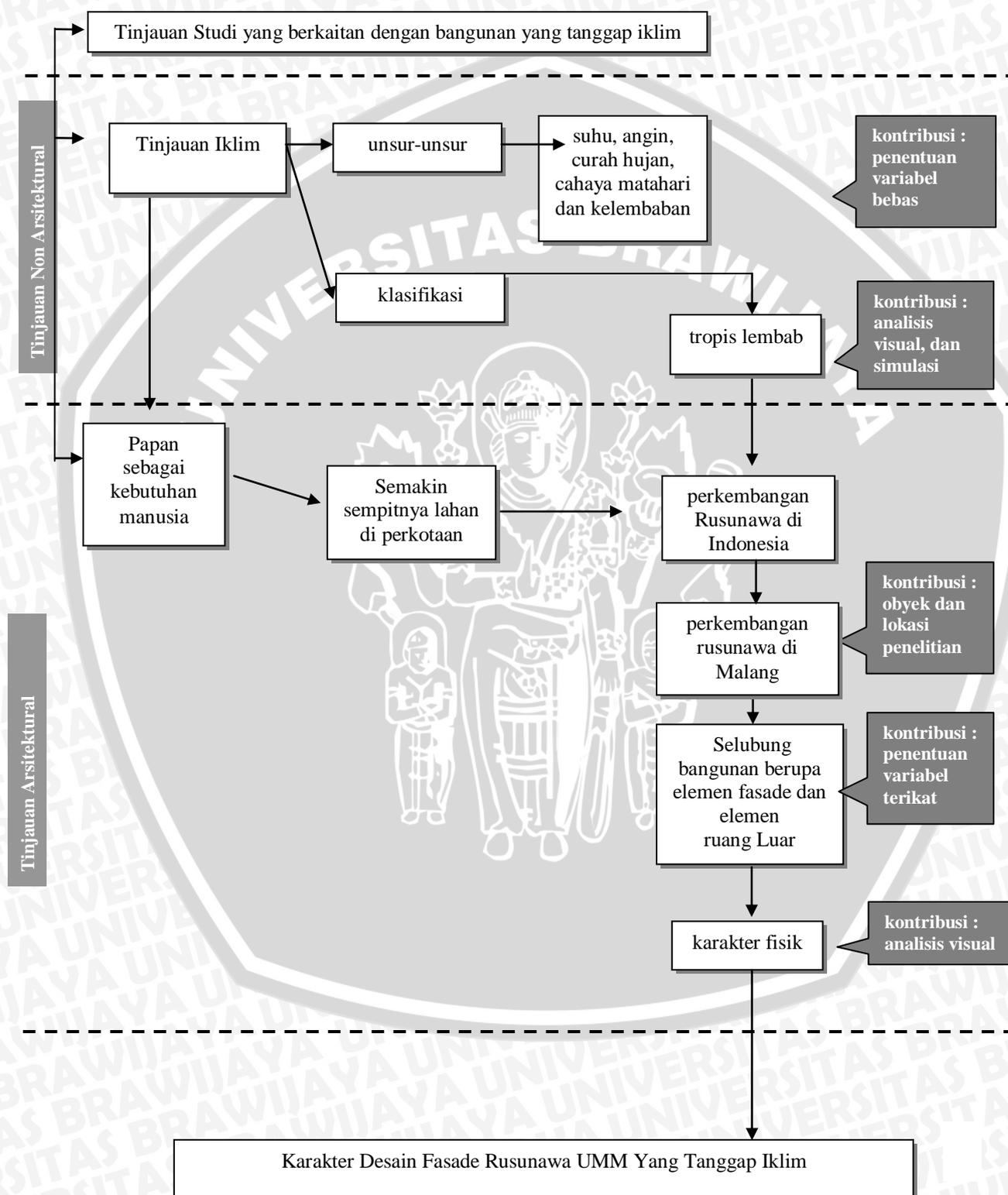
No	Penelitian Terdahulu	Temuan yang Mendukung Penelitian
1.	Pengaruh Bentuk Bangunan pada Lingkungan <i>Thermal</i> Kota (Studi Kasus Kota Bandung) (Wonorahardjo & Koerniawan, 2008)	<ul style="list-style-type: none"> •Sedapat mungkin sisi panjang bangunan menghadap Utara-Selatan dan sisi pendeknya menghadap Timur-Barat (semakin pendek = temperatur udara kawasan semakin rendah) •Pengaruh orientasi bangunan terhadap temperatur udara kawasan dapat dikurangi bila digunakan bahan bangunan yang berkapasitas kalor rendah terutama pada sisi Timur – Barat bangunan.
2.	Desain Jendela Bangunan Domestik untuk Mencapai “ <i>Cooling Ventilation</i> ” (Kasus Uji: Rumah Sederhana Luas 45 m ² di Yogyakarta) (Mediastika, 2002)	Kesimpulan yang dihasilkan tidak terlalu jauh berbeda dari kesimpulan pada uji manual, yaitu bahwa untuk memperoleh tingkat ventilasi <i>cooling</i> (30 ach) diperlukan luas jendela sekitar 50% luas lantai.

Tabel 2.6. Tabel Penelitian Terdahulu
sumber : Berbagai Sumber



2.5. Kerangka Teori

Berikut dipaparkan mengenai diagram kerangka teori sebagai acuan dalam proses pengolahan selanjutnya dalam memecahkan rumusan masalah.



Gambar 2.24. Diagram Kerangka Teori
Sumber: data olahan pribadi

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Umum dan Tahapan Penelitian

Pengolahan dan pemahaman mengenai metode umum dalam studi ini akan membantu dalam menemukan tahapan kajian yang digunakan. Berikut adalah metode umum dan tahapan kajian.

3.1.1. Metode Umum Penelitian

Metode penulisan makalah skripsi yang berjudul “Evaluasi Fasade Sebagai Salah Satu Aspek Kenyamanan Termal Pada Rusunawa UMM” ini adalah metode deskriptif. Menurut Nasution (2004:9) penelitian deskriptif adalah memberikan deskripsi tentang gambaran yang lebih luas tentang situasi atau fenomena. Situasi dapat berupa kondisi fisik bangunan berupa variabel selubung bangunan berupa elemen fasade yang tanggap iklim disertai dengan teori pendukung.

Penelitian dilakukan pada sekitar bulan April sampai Mei tahun 2010. Metode yang dilakukan pada pembahasan adalah metode berpikir secara deduktif (analisis)-induktif (sintesa) yaitu menjabarkan bahasan umum menuju bahasan khusus atau menghubungkan antara lapangan/empiris dengan teori kemudian ditarik simpulan dari masalah yang ada tentang karakter fisik bangunan rusunawa.

Teknik penelitian dilakukan dengan observasi/survei lapangan, foto dokumen pribadi, simulasi dan studi pustaka.

3.1.2. Tahapan Operasional Penelitian

Berikut adalah tahapan penelitian yang dilakukan dalam metode ini adalah:

a. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah ini penting dalam menentukan dugaan sementara atau hipotesis. Tahap ini dilakukan untuk menekankan fakta yang dilandasi oleh latar belakang sebagai dasar penentuan pokok permasalahan. Hipotesis pada penelitian ini adalah dengan pergeseran iklim kota Malang menyebabkan penambahan/perubahan elemen selubung/fasade bangunan rusunawa yang tanggap iklim demi tercapainya kenyamanan bagi penghuninya. Selain itu perlunya sebuah karakter visual selubung bangunan berupa elemen fasade pada rusunawa terhadap iklim tropis lembab sebagai acuan desain rumah susun yang tanggap iklim

b. Pengumpulan Data

Data yang dihimpun adalah data-data yang mengacu pada pokok permasalahan. Data tersebut bersifat primer yang didapat langsung dari observasi/survey lapangan, wawancara dan dokumentasi, sedangkan data sekunder didapat dari studi pustaka. Data tersebut diolah dan dianalisis sehingga sampai pada proses sintesis. Penjelasan lebih jauh diungkapkan pada tahap jenis dan metode pengumpulan data.

c. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis berdasarkan aspek bangunan tropis (analisis visual) dan aspek iklim (analisis simulasi dan pengukuran). Hasil dari analisis data ini berupa karakter bangunan rusunawa tanggap iklim tropis lembab di Kota Malang dijadikan sebagai acuan dalam desain.

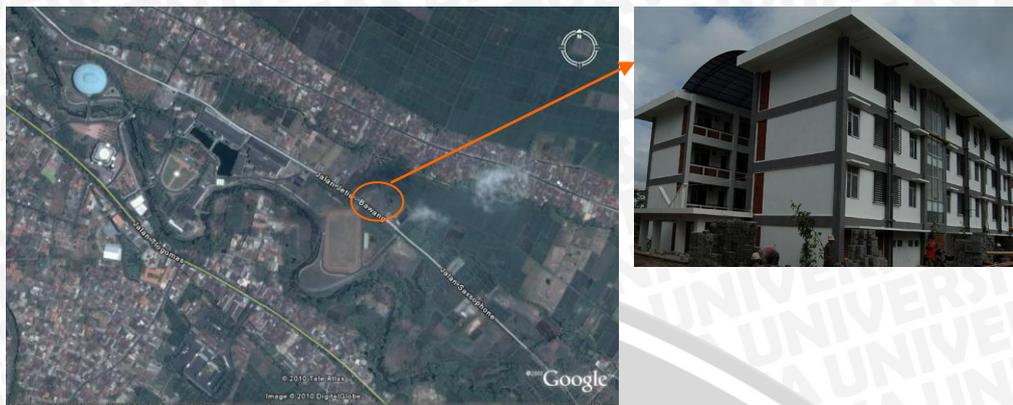
d. Sintesis

Sintesis merupakan solusi dari pemecahan permasalahan yang dapat diolah menjadi konsep-konsep atau kriteria-kriteria khususnya bangunan rusunawa yang tanggap iklim, berupa rekomendasi untuk desain bangunan rusunawa yang tanggap iklim pada penelitian selanjutnya.

3.2. Lokus dan Fokus Penelitian

3.2.1. Lokus

Objek kajian ini berada di Rusunawa UMM terletak di Jl. Karya Wiguna-Tegalondo Malang, Jawa Timur. Kota Malang terletak di ketinggian antara 399-662,5 meter di atas permukaan laut dengan temperatur rata-rata 23,9 derajat Celcius, dengan geografis wilayah 112,06° - 112,07° Bujur Timur dan 7,06° - 8,02° Lintang Selatan. Curah hujan rata-rata tiap tahun mencapai 1.833 milimeter dan kelembaban udara rata-rata sampai 72 % . Berada di selatan equator membuat matahari lebih banyak condong ke utara. Lokasi kawasan Rusunawa UMM berada pada lintang 7°56' LS dan bujur 112°36' BT



Gambar 3.1. Objek Penelitian
Sumber: google earth

Berdasarkan data iklim tahunan kota Malang tahun 2009 (Fakultas Pertanian UB, 2009) diperoleh tabulasi data klimatologi rata-rata per bulan sebagai berikut:

Bulan	Temperatur (°C)					Kec. Angin (km/jam)		
	07.00	12.00	18.00	Rata - rata	Max	Min	Rata - rata	Max
Januari	21,7	28,6	23,3	23,8	29,4	21,4	1,5	1,9
Februari	22,2	28,4	23,8	24,1	29,0	21,9	1,8	2,6
Maret	22,0	29,6	24,6	24,5	29,8	21,7	2,0	2,6
April	22,5	30,0	24,9	25,0	30,0	22,1	1,9	2,8
Mei	22,0	29,9	24,3	24,6	30,1	21,2	1,8	2,4
Juni	21,5	30,0	25,4	24,6	30,2	20,7	2,2	3,0
Juli	19,6	30,0	24,7	23,4	30,1	17,8	3,7	5,0
Agustus	19,4	29,5	23,9	23,1	29,7	17,2	3,8	5,5
September	21,6	29,8	24,4	24,4	30,0	19,3	4,1	5,8
Oktober								
November	21,8	29,5	24,5	24,4	29,6	20,9	2,5	3,6
Desember	21,2	29,5	24,2	24,1	29,6	20,6	1,9	3,2

Tabel 3.1. Temperatur Udara dan Kecepatan Angin Kota Malang 2009

sumber : Fakultas Pertanian UB

3.2.2. Fokus Penelitian

Penelitian didasarkan pada unsur fasade berdasarkan kajian bangunan yang tanggap iklim (bangunan tropis). Unsur tropis yang diangkat sebagai tema dasar penelitian, memberikan kontribusi terhadap pemilihan dan pembahasan lebih lanjut, yaitu: berdasarkan pada empat arah mata angin. Empat arah mata angin tersebut adalah arah utara, selatan, barat dan timur. Keempat arah ini berkontribusi dalam peletakkan elemen-elemen fasade (dalam bangunan), yaitu atap, teritisan, dinding dan bukaan, selain ituelemen ruang luar (luar bangunan), yaitu orientasi bangunan

terhadap arah mata angin, penutup tanah dan vegetasi, hubungan dengan bangunan sekitar.

3.3. Jenis Data dan Metode Pengumpulan Data

3.3.1 Jenis Data

Sehubungan dengan pengumpulan data yang berkaitan dengan penelitian mengenai rusunawa yang tanggap iklim dibagi menurut jenis data dan metode pengumpulannya di bawah ini:

1. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh melalui survei lapangan/pengamatan secara langsung. Adapun data primer yang diperlukan adalah :

Data fisik rusunawa

Data fisik bangunan berupa fasade dengan diperhatikan pada elemen-elemen selubung bangunan berupa atap, dinding, lantai, tritisan dan bukaan. Data diperoleh dari survei langsung ke lokasi penelitian, hasil yang didapat berupa sketsa dan foto dokumentasi. Data ini dipergunakan sebagai data awal selubung bangunan.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari instansi dan literatur. Data yang diperoleh dari instansi adalah sebagai berikut :

1) Data geografis lingkungan

Berupa data tata letak bangunan dan ruang luar, luas wilayah, batas-batas dan data tentang iklim di Kota Malang.

2) Gambar kerja bangunan

Untuk mengetahui luas bangunan, komposisi, zoning dan bentuk selubung bangunan sebagai variabel yang dianalisa dan diidentifikasi.

Data sekunder diperoleh dari literatur baik teks book, jurnal, buku-buku penelitian, dan internet. Data yang dibutuhkan antara lain :

- Data tentang iklim tropis secara umum dengan keterkaitan dengan bangunan
- Data tentang karakteristik bangunan tanggap iklim di Indonesia.
- Data tentang konstruksi khas penutup luar (selubung/fasade bangunan) untuk daerah tropis basah.

3.3.2. Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam mengumpulkan data yang diperlukan adalah dengan metode survei, yang dibagi menjadi dua jenis, yaitu survei data primer dan data sekunder.

1. Survei Data Primer

Survei primer adalah metode pengumpulan data yang dilakukan dengan melihat secara langsung ataupun berinteraksi langsung dengan objek yang diamati. Survei primer yang dilakukan adalah:

- Observasi langsung

Data – data lapangan yang digunakan untuk penelitian ini dikumpulkan melalui data observasi langsung pada objek rusunawa UMM. Observasi dilakukan pada bangunan rusunawa terutama pada elemen yang secara langsung mempengaruhi selubung bangunan yang meliputi atap, dinding, bukaan, lantai, orientasi bangunan dan luas ruang terbuka hijau. Pengamatan ini dilakukan dengan cara kualitatif dan kuantitatif. Pengamatan secara kuantitatif yaitu dengan pengukuran langsung kepada objek, yaitu pengukuran, lebar teritisan, lebar bukaan, dan lain sebagainya. Pengamatan ini akan menghasilkan sketsa maupun foto. Hasil dari pengamatan akan digunakan sebagai data awal untuk bahan analisa.

- Wawancara

Wawancara dilakukan untuk mengetahui kondisi kekurangan dan kelebihan dari bangunan rusunawa UMM dari sudut pandang kualitas fisik bangunan dan pelaku dalam hal ini penghuni bangunan sebagai narasumber. Wawancara dilakukan kepada kedua staf tata usaha yang berjaga secara bergantian yaitu Pak Pur dan Pak Zamalan. Dari hasil wawancara diharapkan didapat data berupa gambaran atau penjelasan tentang kondisi yang berhubungan dengan tingkat kenyamanan penghuni.

2. Survei Data Sekunder

Survei sekunder adalah survei yang dilakukan untuk memperoleh data yang didapatkan dari perpustakaan dan instansi yang berkaitan dengan objek penelitian. Pengumpulan data sekunder dapat diperoleh dari studi kepustakaan atau literatur. Studi kepustakaan dapat diperoleh dari buku-buku (*teks book*), makalah, dll. Survei sekunder juga dapat diperoleh dari informasi melalui internet yang berkenaan

dengan iklim tropis, bangunan tropis dan bangunan rusunawa, sehingga diperoleh data-data sekunder sebagai bahan penunjang analisa terhadap objek.

Perolehan data sekunder juga bisa di dapat dai organisasi/instansi terkait yang berhubungan dengan objek penelitian, dalam hal ini bagian perencanaan kampus atau pihak kontraktor. Data tersebut berupa gambar kerja bangunan rusunawa.

3.4. Populasi dan Sampel

Menurut Arikunto (1997:108), populasi adalah keseluruhan dari objek penelitian. Populasi merupakan sasaran penelitian untuk mendapatkan dan mengumpulkan data. Karena keterbatasan waktu dan dianggap kurang praktis maka tidak memungkinkan untuk mengamati keseluruhan individu yang menyusun sebuah populasi. Pemilihan sejumlah individu dari keseluruhan populasi sebagai sebuah sampel disebut sampling.

Populasi dari penelitian ini adalah rusunawa UMM Malang. Objek yang digunakan sebagai sampel dipilih berdasarkan kelengkapan, kejelasan, serta kemudahan dalam pengambilan data. Pengambilan sampel didasarkan pada purposive sampling yaitu pengambilan sampel yang memiliki tujuan dan dipilih berdasarkan kebutuhan proses evaluasi dan dianggap dapat mewakili suatu populasi yang secara umum homogen (Sugiyono, 2006). Sampel pada penelitian ini adalah sampel ruang. Pemilihan sampel ini didasarkan pada pada letak masing-masing ruang terhadap keseluruhan, yaitu ruangan di lantai 1 – 4 yang mewakili 4 sisi fasade yang menghadap arah mata angin. Hal ini dilakukan untuk membuktikan korelasi antara fasade yang mengalami keterimaan panas berdampak pada suhu ruang yang ada di dalamnya dengan cara pengukuran lapangan menggunakan alat termometer digital.

3.5. Variabel Penelitian

Variabel adalah objek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian (Arikunto, 1997). Variabel-variabel yang akan diamati dalam penelitian ini meliputi variabel terikat dan variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah variabel pembentuk fasade bangunan sebagai alat utama (variabel yang akan dikaji), sedangkan variabel bebas adalah unsur iklim.

JENIS VARIABEL	VARIABEL	SUB VARIABEL	INDIKATOR
VARIABEL BEBAS	IKLIM	Matahari	tingkat penerimaan panas
		Suhu	Besaran
		Kelembaban	Tingkat kelembaban
		Curah hujan	Tampias air hujan
		Angin	Pergerakan udara dalam ruang
VARIABEL TERIKAT	BANGUNAN	Atap	Bentuk, bahan, kemiringan
		Tritisan	Bentuk, bahan, dimensi
		Dinding	Ketebalan, bahan
		Bukaan	Dimensi, bahan
	RUANG LUAR	Orientasi bangunan	Arah hadap, bentuk denah
		Penutup tanah dan vegetasi	Prosentase ruang terbuka hijau
		Hubungan dengan bangunan sekitar	Jarak antar bangunan

Tabel 3.2. Variabel Penelitian
sumber : Data Olahan Pribadi

Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa tidak semua variabel bebas berpengaruh terhadap variabel terikat. Variabel ini digunakan untuk memastikan kebenaran atau kesalahan hipotesis, yang diketahui sebagai definisi operasional (Arikunto, 1997 : 101). Selain variabel bebas dan terikat adapula variabel kontrol yang digunakan untuk mengontrol dari dua variabel sebelumnya berupa alat pembuktian iklim dan kepustakaan tentang bangunan di daerah beriklim tropis lembab. Variabel ini tidak dipengaruhi oleh variabel bebas dan terikat tetapi mengendalikannya, mengontrol dan memberikan pembuktian visual dan statement keduanya. Pada kajian yang akan dilakukan akan mengkaji reaksi antara variabel bebas dengan terikat.

3.6. Metode Analisis Data

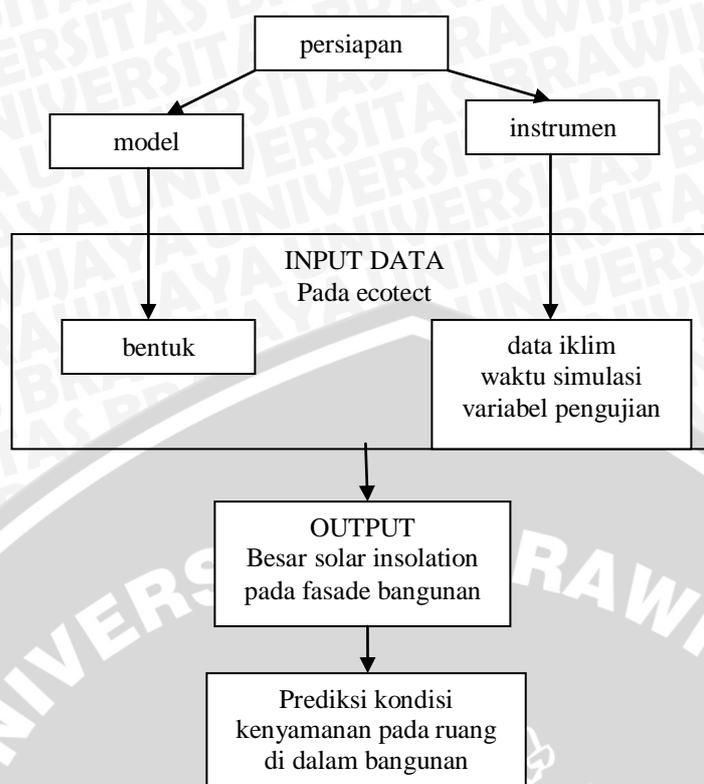
Metode analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisa deskriptif kuantitatif yaitu merupakan serangkaian kegiatan analisa data dalam objek

penelitian yang diwujudkan dalam narasi dan pensimulasian obyek melalui simulasi komputer.

Data-data yang telah dikumpulkan diklasifikasikan menurut elemen objek penelitian. Dalam analisis lebih lanjut, mulai menggambarkan atau menampilkan fakta - fakta yang berkaitan dengan arsitektur tanggap iklim pada bangunan obyek penelitian, mulai memunculkan pernyataan hasil klasifikasi data, serta menampilkan hasil simulasi *solar insolation* menggunakan software Ecotect. Terdapat tiga metode analisa data yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Analisa visual, yaitu obyek yang telah diamati secara visual dianalisa elemen fisiknya, bagaimana elemen-elemen fisik bangunan dapat mengantisipasi iklim. Analisis visual dikaitkan dengan teori, dari situ dapat ditarik kesimpulan mengenai bagaimana karakter elemen fasade bangunan rusunawa mahasiswa yang tanggap iklim. Analisa elemen fasade bangunan terhadap iklim tropis ini akan menghasilkan karakter visual bangunan tanggap iklim di kota Malang. Analisa dilakukan dengan menggunakan bantuan atau alat berupa foto-foto dokumentasi, sketsa, tabel dan gambar kerja bangunan.
2. Analisa Simulasi, yaitu analisa kenyamanan termal dan cahaya dalam bangunan yang didasarkan atas simulasi perlakuan bangunan terhadap iklim menggunakan media komputer dan program khusus (Ecotect). Analisis ini sebagai alat pembuktian bahwa penghuni merasa nyaman atau kurang dengan menguji obyek penelitian. Alat ini dapat digunakan sebagai pengganti dari pengujian lapangan. Menurut Nugroho (2004), program ini telah teruji validitasnya dengan hasil yang sama saat pengujian di lapangan. Proses simulasi sendiri memerlukan dua unsur dalam prosesnya yaitu :
 - a. Model, adalah obyek yang akan diuji baik dua ataupun tiga dimensi. Dalam simulasi yang akan dilakukan adalah obyek rusunawa mahasiswa UMM.
 - b. Kelengkapan instrumen simulasi, adalah persiapan yang akan dialami oleh model, yang terdiri atas data iklim yang digunakan, waktu pengujian dan variabel penelitian. Data iklim yang digunakan adalah kota Malang.

Simulasi dilakukan pada bulan Maret, Juni dan Desember. Alasan pemilihan bulan-bulan ini adalah merupakan bulan dimana posisi garis edar matahari berada tepat di tengah (khatulistiwa), paling utara dan paling selatan. Sehingga dari ke tiga bulan ini diketahui bagaimana variasi atau perbedaan solar insolation pada fasade bangunan. Setelah itu dilakukan simulasi pada sepanjang tahun untuk mengetahui rata-rata *solar insolation* yang terjadi pada fasade bangunan. Adapun alur simulasi pada penelitian ini adalah sebagaimana pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram alur simulasi ecotect.
Sumber: data olahan pribadi

3. Analisa Simulasi Modeling Sketcup, yaitu untuk mengetahui pola pembayangan yang nampak pada ada tidaknya berkas sinar matahari langsung di dalam bangunan dan pola pembayangan menaungi lubang cahaya pada dinding luar bangunan
 4. Analisa Pengukuran, yaitu mengukur suhu dan kelembaban ruangan sampel menggunakan alat ukur termometer digital. Pengukuran dilakukan pada pukul 08.00, 12.00 dan pukul 16.00. Pertimbangan dilakukan pengukuran pada saat tersebut berdasarkan posisi matahari disaat berada di timur, tegak lurus dan barat bangunan.
- Hasil analisa visual berupa identifikasi arsitektur tanggap iklim pada bangunan rusunawa UMM, sedangkan hasil analisa simulasi dan pengukuran memberikan penguatan dan pembuktian dari hasil analisa-analisa sebelumnya.

3.7. Instrumen Penelitian

Untuk mempermudah pengumpulan dan analisa data secara relevan, maka dalam kajian ini diperlukan adanya alat-alat yang mendukung. Adapun alat-alat tersebut adalah sebagai berikut :

1. Kamera

Alat ini digunakan untuk mendokumentasikan secara visual kondisi lokasi Bangunan dan selubung/elemen bangunan.

2. Alat Tulis

Untuk mencatat proses dan hasil penelitian.

3. Teori pada tinjauan pustaka

Sebagai parameter analisis visual.

4. Software ecotect

Sebagai alat analisis simulasi

5. Software sketcup

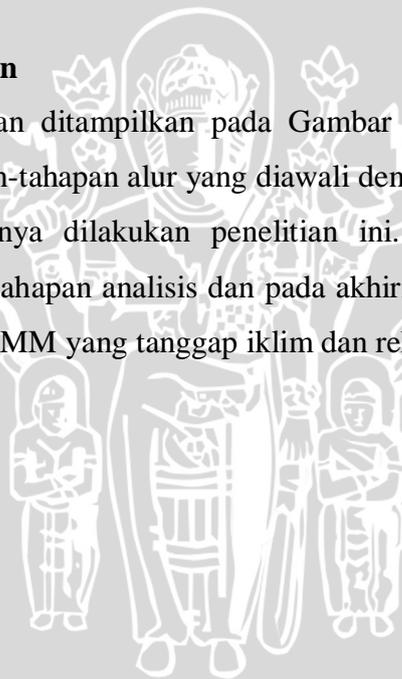
Sebagai alat analisis simulasi modeling

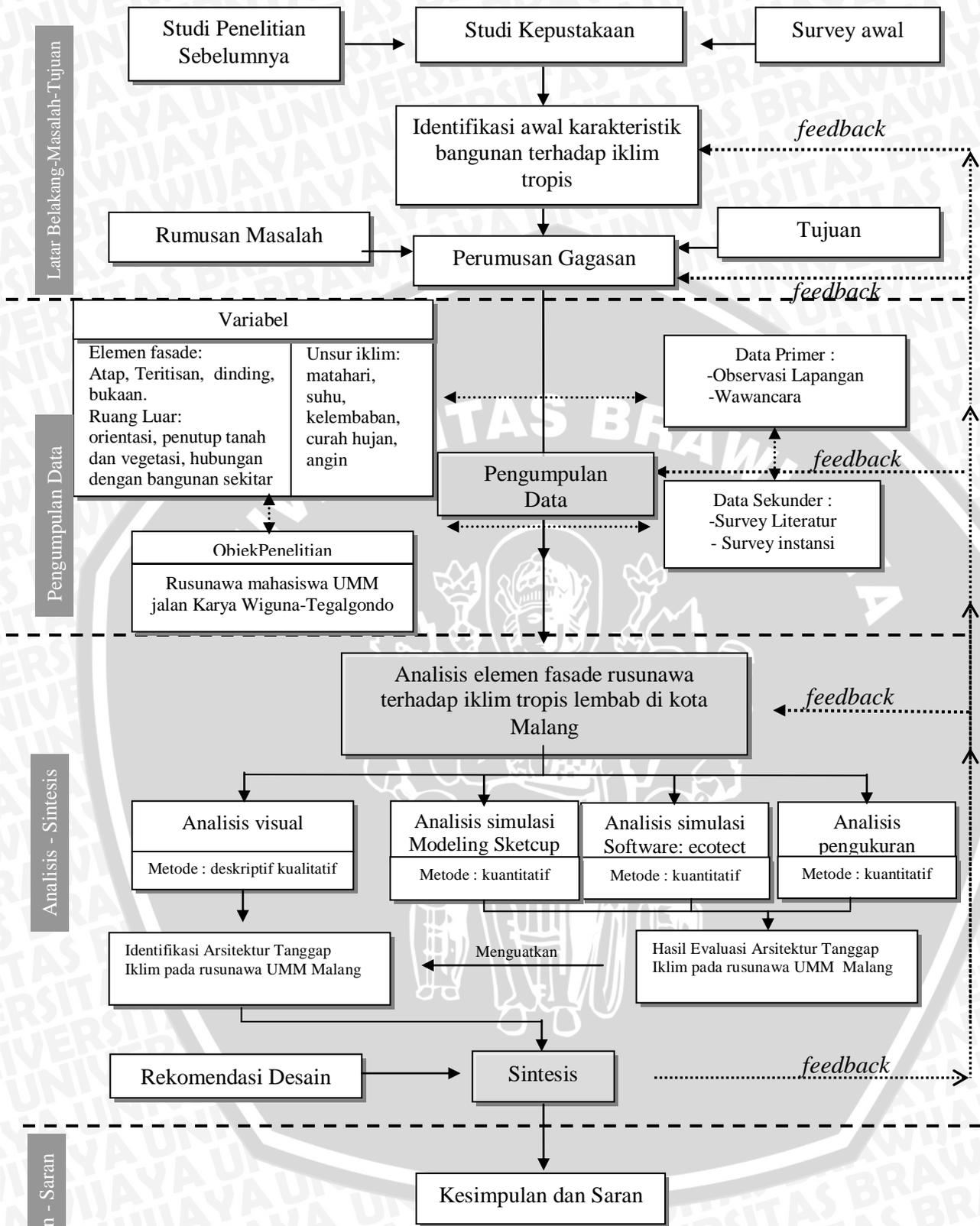
5. Termometer digital, untuk mengukur suhu ruang.

6. Meteran, untuk mengukur dimensi elemen-elemen bangunan.

3.8. Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian ditampilkan pada Gambar 3.3. di bawah. Diagram ini menjelaskan mengenai tahapan-tahapan alur yang diawali dengan munculnya permasalahan yang menjadi dasar pentingnya dilakukan penelitian ini. Permasalahan-permasalahan tersebut diselesaikan melalui tahapan analisis dan pada akhirnya diperoleh karakter desain fasade rusunawa mahasiswa UMM yang tanggap iklim dan rekomendasi desain.





Gambar 3.3. Diagram alur penelitian
 Sumber : Data olahan pribadi



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

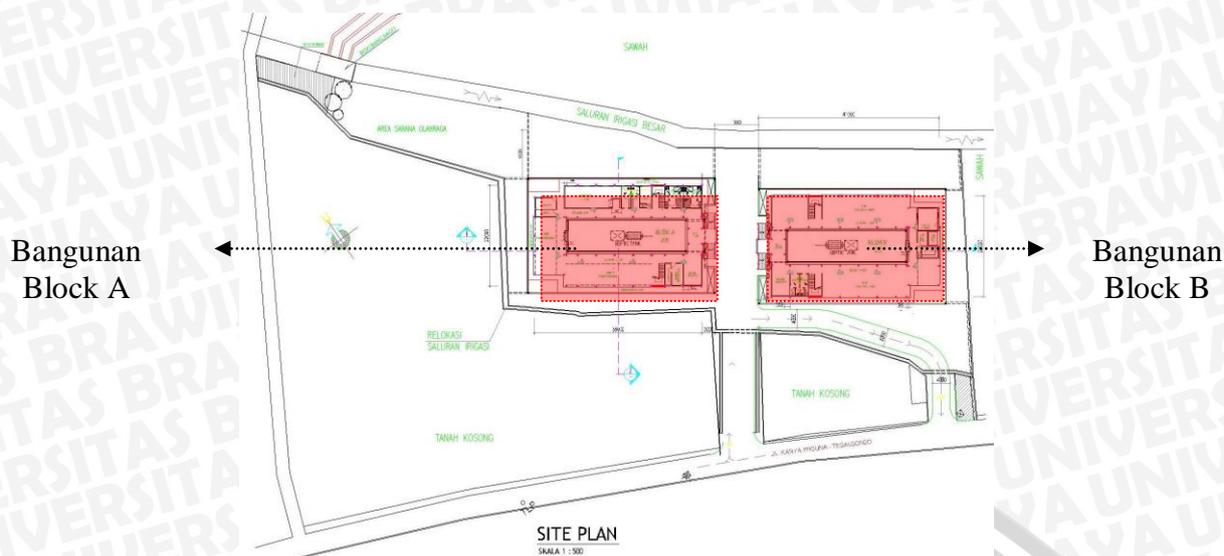
4.1. Tinjauan Umum Rusunawa UMM

Asrama bagi mahasiswa Universitas Muhammadiyah Malang merupakan kebutuhan yang sangat mendesak. Untuk itu, UMM menjalin kerjasama dengan Kementerian Negara Perumahan Rakyat (Menpera) Republik Indonesia telah membangun Rumah Susun Sederhana Sewa (Rusunawa). Proses pembangunan Rusunawa dimulai pada bulan Maret 2008 dan berakhir bulan Desember 2008. Baru pada tanggal 11 Agustus 2009 rusunawa ini diresmikan oleh Menteri Negara Perumahan Rakyat (Menpera), Mohammad Yusuf Asy'ari.



Gambarl 4.1. Lokasi Bangunan
sumber : Data Olahan pribadi

Rusunawa UMM terletak di Jl. Karya Wiguna-Tegalondo. Rusunawa ini di bangun di atas lahan seluas 4.000 meter persegi yang terletak di sebelah utara kompleks Kampus III UMM. Bangunan terdiri dari 2 blok, yaitu block A dan block B yang masing-masing berukuran 38 x 22 M. Blok A berkapasitas 240 orang dan Blok B dengan kapasitas 192 orang. Masing-masing blok terdiri dari 1 bangunan berlantai 4. Tempat hunian mahasiswa ditempatkan pada lantai 2 sampai dengan 4. Untuk lantai 1 dimanfaatkan sebagai tempat fasilitas umum. Rancangan struktur bangunan rusunawa ini merupakan yang terbaik dan di jadikan referensi bagi rusunawa-rusunawa mahasiswa di daerah lain.



Gambar 4.2. Tata Massa Bangunan
sumber : Data Olahan pribadi

Kamar hunian berukuran 5,2 x 4,2 M dengan kamar mandi dalam. Fasilitas kamar terdiri dari tempat tidur, almari pakaian, dan meja-kursi belajar. Fasilitas lain di luar kamar antara lain: dapur, sarana peribadatan, hall, tempat parkir, taman, internet, dan lain-lain.

Rusunawa UMM mempunyai 2 fungsi. Blok B akan dimanfaatkan untuk hunian sementara bagi mahasiswa baru peserta program Pelatihan Pengembangan Kepribadian dan Kepemimpinan (P2KK) dengan frekuensi 2 kali per bulan. Blok A dialokasikan sebagai tempat tinggal mahasiswa baru yang berminat menyewa, khususnya bagi mahasiswa putri yang berasal dari luar daerah.

Dengan dibangunnya Rusunawa ini, sebagian kebutuhan tempat tinggal mahasiswa UMM akan terpenuhi, walaupun baru dapat dimanfaatkan sebagian kecil mahasiswa. Rusunawa dengan dilengkapi sarana penunjang yang memadai diharapkan dapat menjadi kompleks mahasiswa yang inklusif dan berfungsi maksimal sesuai untuk menunjang proses studi mahasiswa.

4.2. Analisa Visual

Analisa visual didasari oleh pendapat Smardon (1986), karakter objek arsitektural adalah susunan dari keberagaman maupun intensitas ciri-ciri sebuah objek arsitektural berupa bentuk, garis, warna dan tekstur yang membuat objek tersebut memiliki kualitas khusus yang dapat dibedakan dengan objek lain. Jadi, obyek yang dianalisis bagian demi bagian dari elemen bangunan untuk diketahui nilai adaptasi terhadap iklim setempat. Sedangkan dalam proses analisis tersebut, pendapat tersebut diperkuat oleh Arnheim

(1977), karakter suatu bangunan dapat ditemukan dengan cara menganalisis elemen-elemen visual yang tersusun pada rancangan fasadnya.

Dengan dasar tersebut, analisis visual dibagi menjadi dua bagian. Pertama, analisis deskripsi visual yaitu hasil gambar dijelaskan kondisi eksisting per elemen fasade bangunan seperti pada variabel pada bab sebelumnya. Kedua, analisis visual terhadap unsur iklim merupakan analisis visual yang dibandingkan dengan teori tentang hubungan eksisting elemen bangunan terhadap iklim. Karakter suatu bangunan dapat ditemukan dengan cara menganalisis elemen-elemen visual yang tersusun pada rancangan fasadnya.

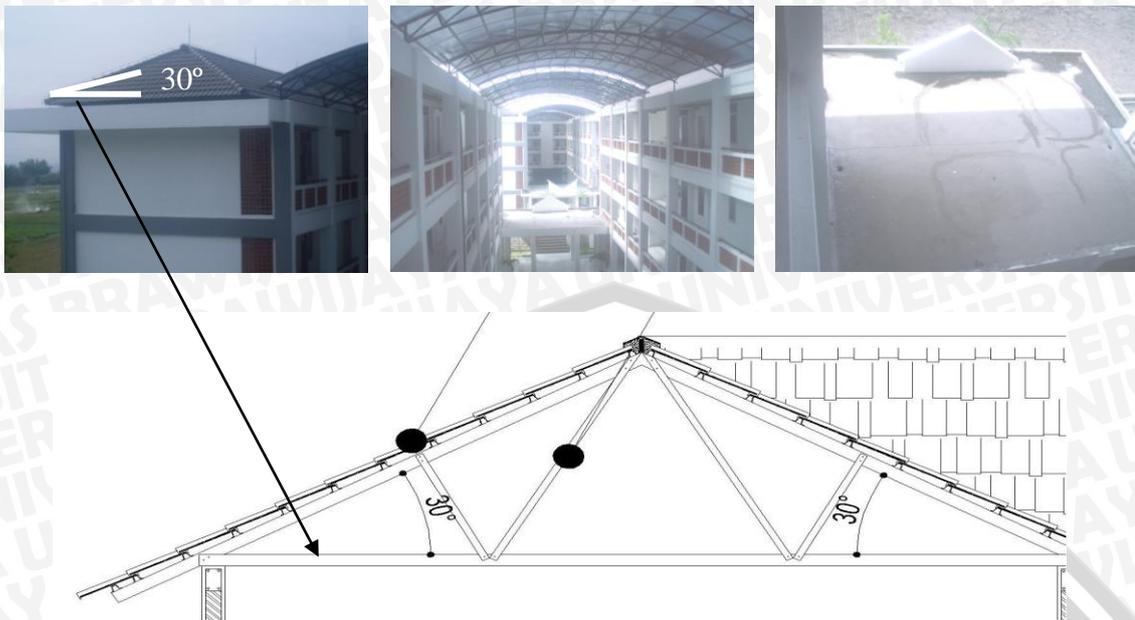
4.2.1. Analisa Deskripsi Visual

- Terhadap Elemen fasade Bangunan

1. Atap

Bangunan rusunawa ini terdiri dari 2 block tipikal yang terdiri dari block A dan block B. Kedua block rusunawa ini menggunakan atap utama dan atap penunjang. Atap utama yaitu berbentuk atap perisai/limasan dengan rangka kuda-kuda baja ringan dan penutup atapnya adalah genteng beton berwarna hitam, sedangkan atap penunjangnya menggunakan atap lengkung yang merupakan *secondary roof* pada fasade bagian dalam. Atap lengkung ini menggunakan rangka baja ringan dengan penutup lapisan fiberglas dan polycarbonat. Pembagian material penutup atap lengkung ini adalah fiberglas transparan gelap di kedua tepinya, sedangkan bagian tengah menggunakan polycarbonat yang tidak transparan. Atap lengkung ini terdapat di bagian tengah yang merupakan void sebagai ruang transisi. Selain itu, terdapat atap penunjang lagi yang terletak pada main entrance menggunakan kanopi berbahan beton.

Kemiringan atap utama mencapai 30°. Pada atap utama di bawahnya terdapat plafond setinggi 2,8 m dari permukaan lantai. Jarak ruang di bawah atap (attic/loteng) ialah setinggi 2,20 m. Material plafond menggunakan kalsi board setebal 5,4 mm.



Gambar 4.3 Atap Bangunan
sumber : Data Olahan pribadi

2. Teritisan

Bangunan rusunawa ini memiliki teritisan pada seluruh sisi bangunan terutama pada bukaan pintu dan jendela. Teritisan tersebut seluruhnya berbahan beton dan berbentuk horizontal. Semua sisi bangunan memiliki lebar teritisan yang sama. Lebar teritisan tersebut terdiri dari 5 macam yaitu:

- teritisan jendela unit hunian lantai 2 dan 3 lebarnya 60 cm
- teritisan terusan atap (*overstek*) lebarnya 150 cm
- teritisan bukaan jendela dan pintu lantai 1 lebarnya 100 cm.
- teritisan terusan atap datar lebarnya 60 cm
- teritisan yang berupa selasar pada sisi dalam bangunan lebarnya 150 cm.

Teritisan sisi selatan yang menghadap jalan akses utama dan sisi utara yang menghadap sawah (block A dan B) memiliki ukuran teritisan jendela lantai 2 dan 3 selebar 60 cm, sedangkan lantai 1 selebar 100 cm. Teritisan terusan atap lebarnya 150 cm, sedangkan teritisan sisi dalam bangunan yang berupa selasar lebarnya 150 cm.



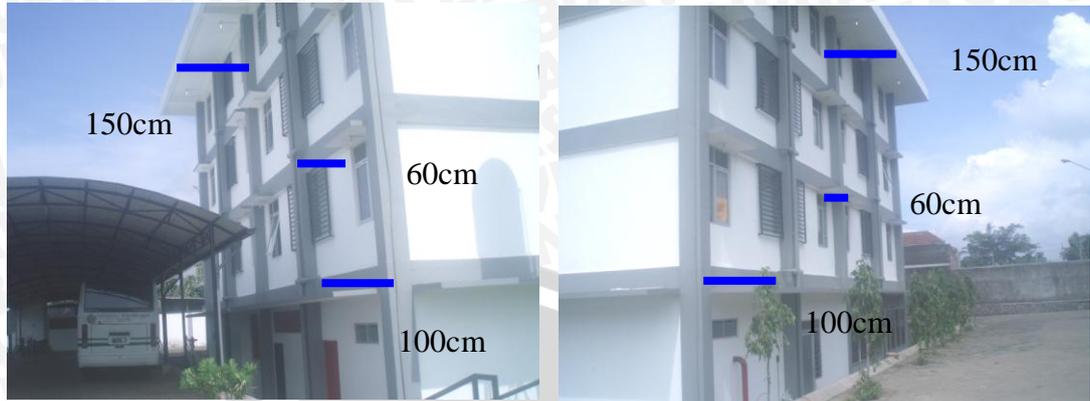
Gambarl 4.4 Teritisan Selatan dan Utara Bangunan
sumber : Data Olahan pribadi



Gambarl 4.5 Teritisan Selatan dan Utara (sisi dalam)
sumber : Data Olahan pribadi

Teritisan pada bagian barat block A dan bagian timur block B memiliki ukuran teritisan jendela lantai 2 dan 3 selebar 60 cm, sedangkan lantai 1 selebar 100 cm. Teritisan terusan atap (overstek) lebarnya 150 cm.

Teritisan di sebelah barat block B dan sebelah timur blok A memiliki ukuran teritisan jendela lantai 2 dan 3 selebar 60 cm, sedangkan lantai 1 selebar 100 cm. Teritisan terusan atap lebarnya 150 cm. Pada bagian tengah sisi bagian timur block A dan sisi bagian barat block B yang merupakan *main entrance* merupakan terusan atap datar memiliki lebar 60 cm. Teritisan dengan ukuran tersebut telah dapat melindungi pengguna bangunan dari radiasi matahari dan tampias air hujan.



Gambarl 4.6 Teritisan Timur dan Barat Bangunan
sumber : Data Olahan pribadi

Fasade	Teritisan sisi bangunan	Ukuran
Sisi Luar Bangunan	Selatan	100 cm, 60 cm dan terusan atap 150 cm
	Utara	100 cm, 60 cm dan terusan atap 150 cm
	Timur	100 cm, 60 cm dan terusan atap 150 cm
	Barat	100 cm, 60 cm dan terusan atap 150 cm
Sisi Dalam Bangunan	Utara	terusan atap dan selasar 150 cm
	Selatan	terusan atap dan selasar 150 cm

Tabel 4.1 Ragam Teritisan Pada bangunan Block A dan B
Sumber: Data Olahan pribadi

3.Dinding

Pada bangunan ini dinding tersusun dari material batu bata dengan ketebalan ½ bata, finishing menggunakan plesteran semen dan di cat dengan warna dinding cerah (putih) dan kombinasi abu-abu tua pada variasi balok yang menonjol pada fasade. Ketinggian dinding per lantai, untuk lantai 1 tingginya adalah 3,4 m dan untuk lantai 2-4 tingginya adalah 3 m.



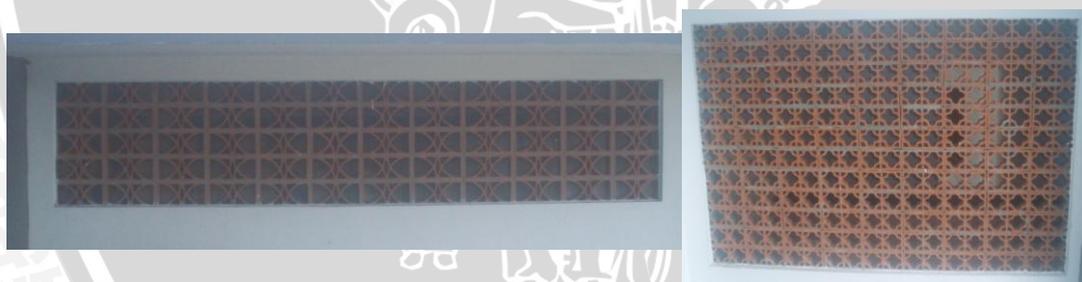
Gambarl 4.7 Material dinding bangunan
sumber : Data Olahan pribadi

4. Bukaan

Bangunan ini mempunyai banyak bukaan, baik pintu, jendela, maupun ventilasi hampir pada semua sisi-sisinya. Pada lantai 1 yang merupakan ruang fasilitas umum (publik) memiliki banyak variasi sedangkan lantai 2-4 yang merupakan unit hunian semuanya sama (tipikal). Material yang dipakai pada kusen pintu dan jendela menggunakan aluminium sedangkan daun pintu dan jendela menggunakan material kayu, plat besi dan aluminium. Hampir semua bukaan jendela dilengkapi dengan tirai kelambu yang dapat dibuka tutup untuk meredam kesilauan.

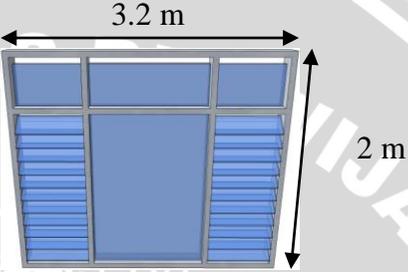
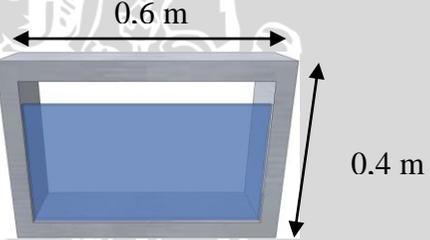
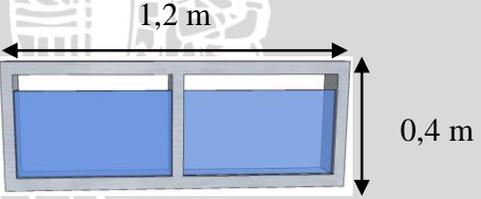


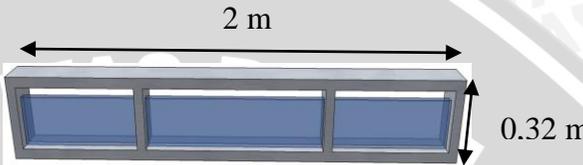
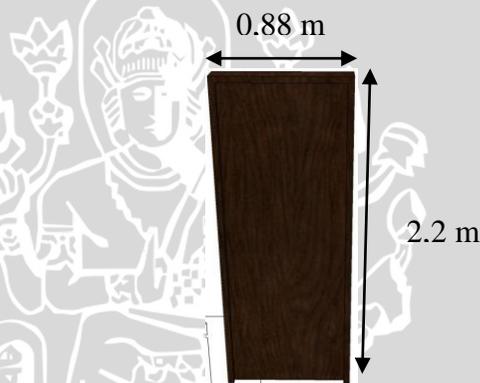
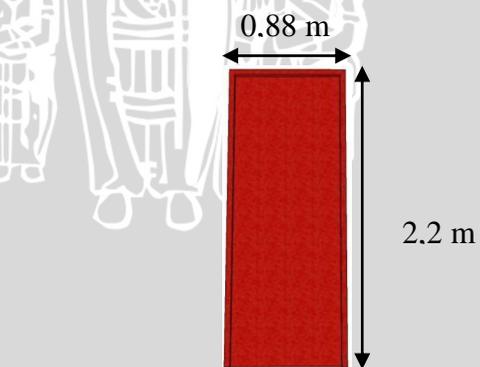
Gambar 4.8 Bukaan tipe kerawang sisi utara dan selatan
sumber : Data Olahan pribadi



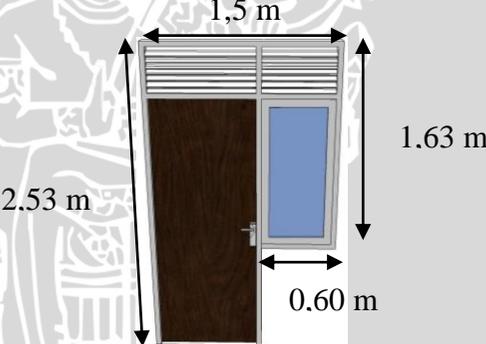
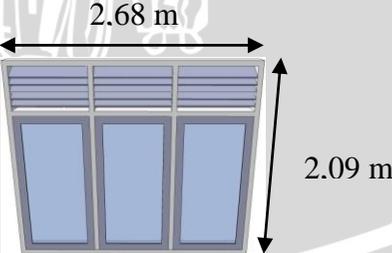
Gambar 4.9 Bukaan tipe kerawang sisi timur
sumber : Data Olahan pribadi

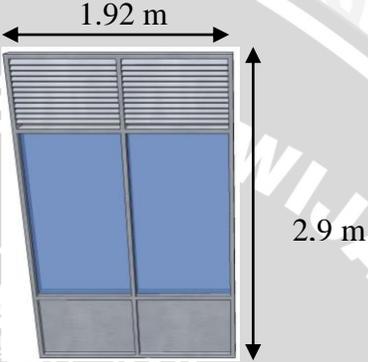
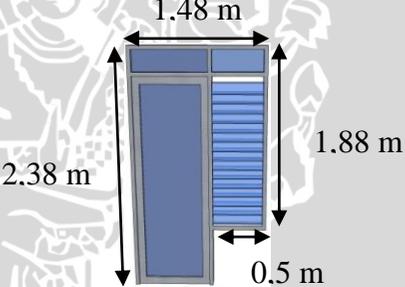
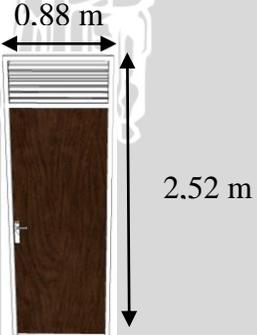
Salah satu bukaan untuk ventilasi yang berupa kerawang yang terletak di bagian sisi selatan, utara, dan timur bangunan. Bukaan ini memungkinkan udara untuk selalu dapat bertukar. Bukaan ini diletakkan pada sudut bangunan karena didalamnya terdapat selasar untuk sirkulasi dalam bangunan.

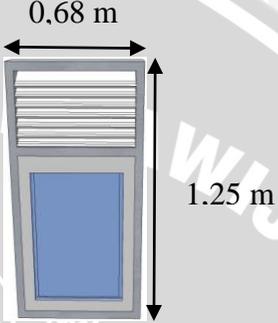
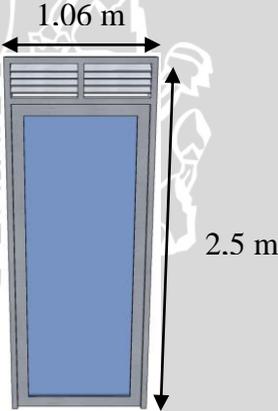
Gambar	Jenis Bukaannya	Ukuran	Lokasi
	Jendela mati dan krepnyak/nako dengan ventilasi atas		Utara, selatan (ruang service lantai 1)
	Bovenlight		Utara, selatan, selatan sisi dalam dan utara sisi dalam (KM)
	Dobel boventlight		Utara (KM), timur dan barat (ruang pompa)

	<p>Tripel bovenlight</p>		<p>Utara sisi dalam (musholla), selatan sisi dalam (ruang pertemuan), timur (gudang)</p>
	<p>Pintu bukaan tunggal</p>		<p>Timur (gudang)</p>
	<p>Pintu bukaan tunggal</p>		<p>Timur (ruang pompa)</p>

	<p>Jendela bukaan bawah dan krepyak/nako dengan ventilasi atas</p>		<p>Utara, selatan, barat, timur (unit hunian)</p>
	<p>Jendela bukaan samping dengan ventilasi atas</p>		<p>Utara, selatan, barat, timur (unit hunian)</p>
	<p>Jendela mati dan bukaan bawah</p>		<p>Utara dan selatan (area tangga)</p>

	<p>Pintu bukaan tunggal dan jendela krepyak/nako dengan ventilasi atas</p>		<p>Utara sisi dalam dan selatan sisi dalam (ruang service lantai 1)</p>
	<p>Pintu bukaan tunggal dan jendela bukaan bawah dengan ventilasi atas</p>		<p>Utara dan selatan sisi dalam (unit hunian)</p>
	<p>Jendela bukaan bawah dengan ventilasi atas</p>		<p>Utara, selatan dan selatan sisi dalam (ruang service lantai 1)</p>

	<p>Jendela mati dengan ventilasi atas</p>		<p>Selatan dan barat (kantin)</p>
	<p>Pintu bukaan tunggal dan jendela krepyak/nako dengan ventilasi atas</p>		<p>Barat (dapur kantin), selatan sisi dalam (gudang)</p>
	<p>Pintu bukaan tunggal dengan ventilasi atas</p>		<p>Utara sisi dalam dan selatan sisi dalam (ruang service lantai 1)</p>

	<p>Jendela bukaan bawah dengan ventilasi atas</p>		<p>Selatan sisi dalam (ruang pengelola)</p>
	<p>Pintu bukaan tunggal dengan ventilasi atas</p>		<p>Selatan sisi dalam (gudang)</p>

Tabel 4.2 Ragam Bukaan Pada bangunan Block A dan B
 Sumber: Data Olahan pribadi

- Ruang Luar

1. Orientasi Bangunan

Denah kedua block bangunan ini berbentuk persegi panjang memanjang ke arah timur dan barat dengan void di bagian tengahnya. Orientasi bangunan menghadap ke barat daya tepatnya 35° dari arah selatan.

2. Penutup tanah dan vegetasi

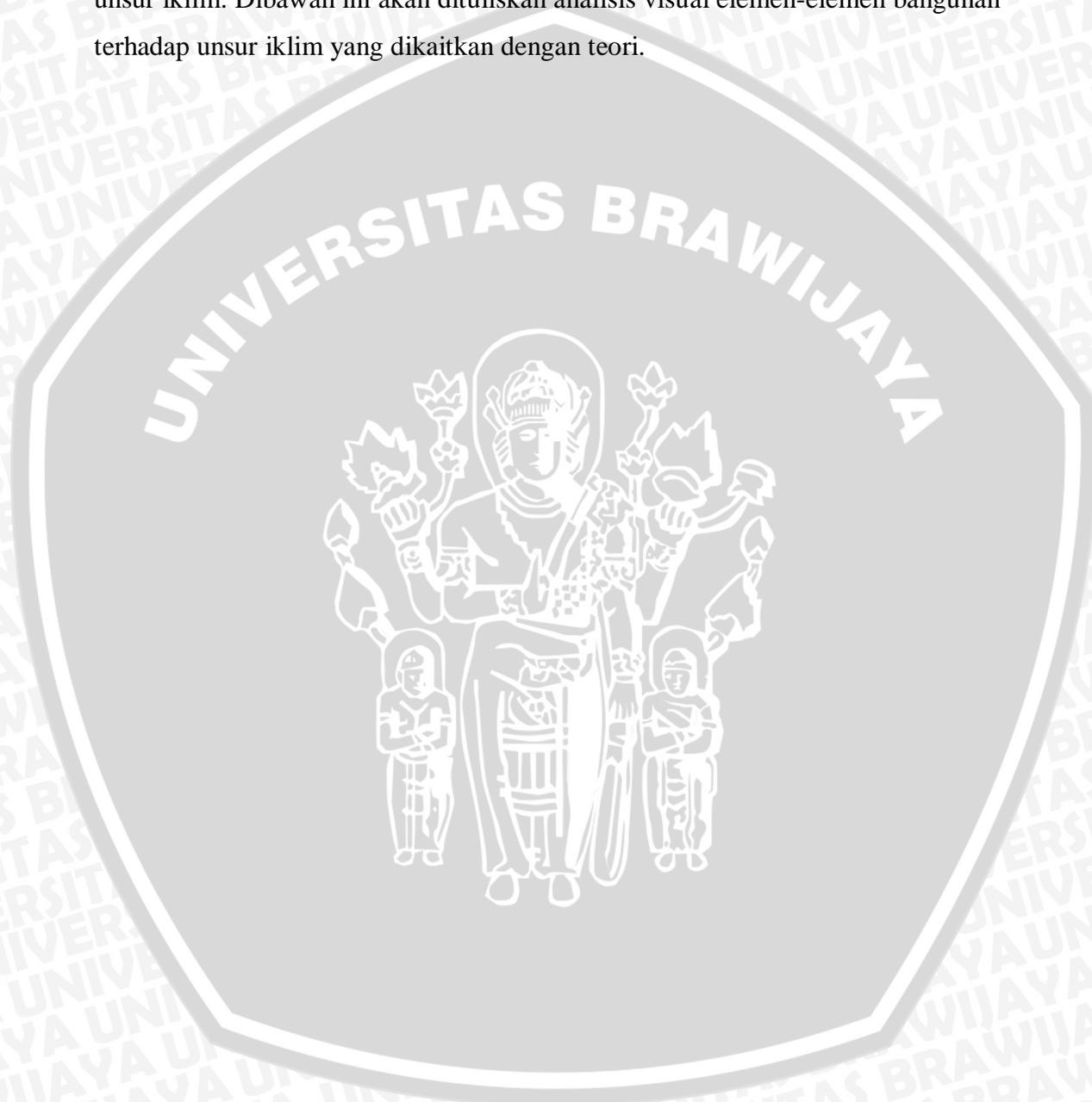
Material lapisan tanah di ruang luar seluruhnya menggunakan paving persegi panjang berukuran 10 x 20 cm. Vegetasi pada bangunan hanya terdapat pada sisi-sisi tertentu saja sebagian ada yang ditanam di pot. Vegetasi yang di tanam hanya tumbuhan kecil yang kurang berfungsi untuk memberi peneduhan pada ruang luar, pemecah angin dan filter dari debu dan radiasi matahari. Terdapat taman yang cukup luas di bagian selatan block A tetapi kurang tanaman peneduh yang dapat memecah angin dan menjadi *filter* cahaya matahari juga memberi naungan bagi pejalan kaki. Bangunan ini sisi sebelah utara dan timur berbatasan dengan sawah, sedangkan sisi selatan dan barat berbatasan dengan jalan dan perkampungan. Hal ini menyebabkan jarak antar bangunan rusunawa ini dan bangunan lainnya cukup jauh. Garis sempadan bangunan sekitar 30 m digunakan untuk taman dan sirkulasi di luar bangunan yang ditutup material paving.

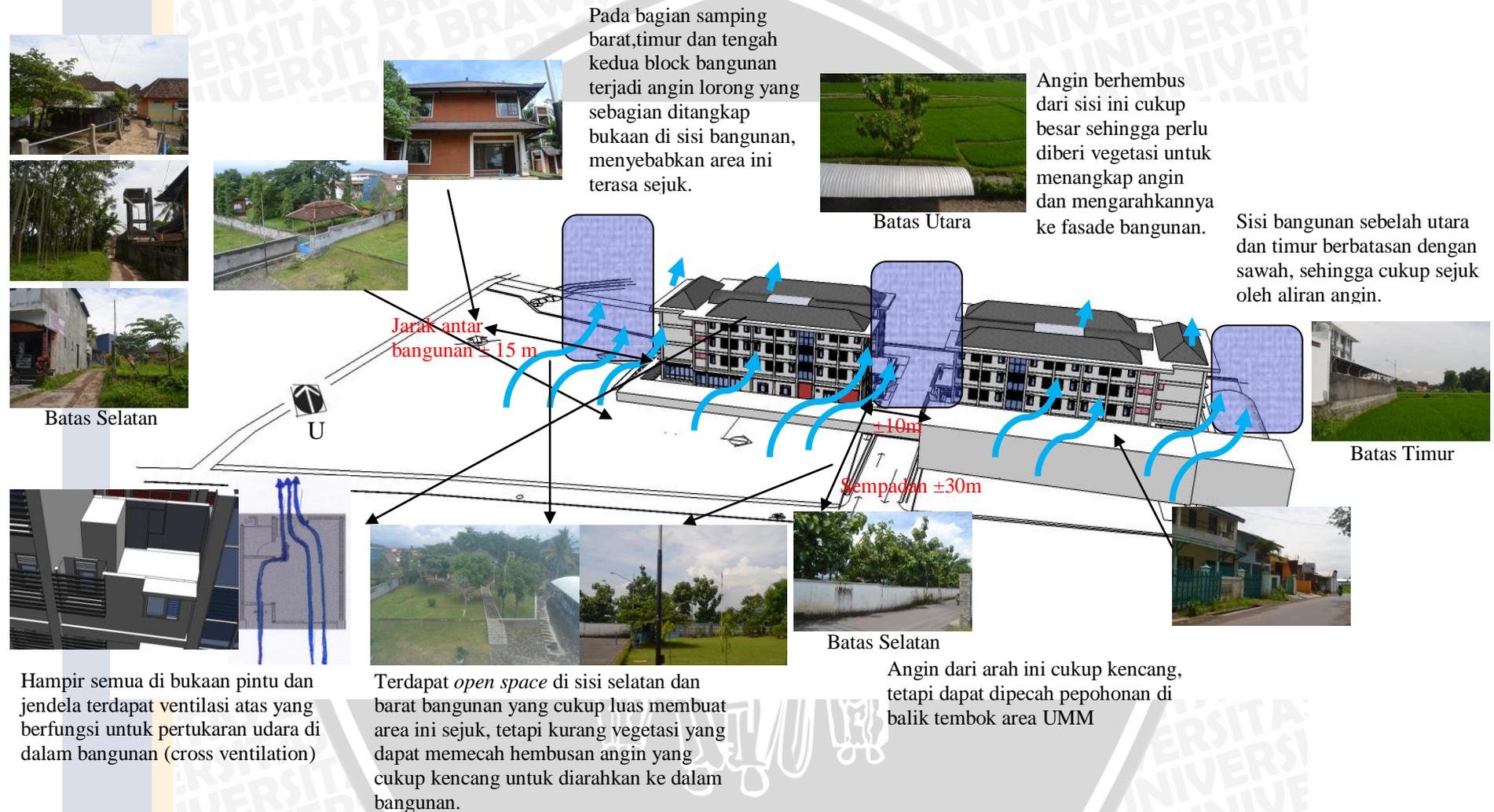
3. Hubungan dengan bangunan sekitar

Jarak kedua block ini adalah 10 m, sedangkan jarak dengan bangunan disekitarnya cukup jauh karena sebelah timur berbatasan dengan sawah dan sebelah barat dengan perkampungan penduduk, tetapi di dalam kompleks bangunan ini di sebelah barat terdapat rumah Bali 1 lantai yang berjarak ± 15 m. Garis sempadan bangunan sekitar 30 m digunakan untuk taman dan sirkulasi di luar bangunan yang ditutup material paving.

4.2.2. Analisa Visual Terhadap Unsur Iklim

Unsur-unsur iklim yang terdapat dalam suatu wilayah seharusnya telah masuk dalam pertimbangan perancangan. Antisipasi terhadap iklim dapat mempengaruhi bentuk dan sistem bangunan. Dari analisis visual sebelumnya hanya dituliskan deskripsi dan masing-masing elemen bangunan dan belum dikaitkan dengan unsur-unsur iklim. Dibawah ini akan dituliskan analisis visual elemen-elemen bangunan terhadap unsur iklim yang dikaitkan dengan teori.





Gambarl 4.11 Analisa bangunan terhadap angin
sumber : Data Olahan pribadi



Pada area bertanda hijau sudah terdapat vegetasi, tetapi masih perlu ditambah lagi agar dapat menangkal sinar matahari langsung dan memberikan efek pembayangan

Pada pagi hari sisi timur dan sebagian sisi utara terkena sinar matahari langsung dan membayangi sisi barat dan selatan bangunan

Pada sore hari sisi barat dan sisi selatan terkena radiasi dan panas matahari yang cukup tinggi dan membayangi sisi timur dan utara bangunan

Pada sisi ini berbatasan dengan rumah 2 lantai, sehingga memberikan efek pembayangan pada jam-jam tertentu.

Gambarl 4.12 Analisa bangunan terhadap matahari sumber : Data Olahan pribadi

- Elemen fasade Bangunan

1. Atap

Dalam teori yang telah dikemukakan pada tinjauan pustaka bab 2, disebutkan bahwa tugas utama atap adalah untuk melindungi bangunan dari panas dan hujan. Atap berbentuk perisai dan pelana sangat cocok untuk daerah tropis, selain itu atap datar berupa dak beton juga dapat digunakan tetapi harus bersudut yang berfungsi untuk mengalirkan air hujan. Kemiringan atap untuk bangunan di daerah tropis adalah $\geq 30^\circ$, bahan penutup atap harus bisa menyerap dan mengeluarkan panas dalam bangunan (berperan sebagai isolasi panas), selain itu perlu diberi teritisan pada daerah/bagian yang banyak mendapatkan sinar matahari. Pada bangunan ini, atap dengan kemiringan 30° sudah dapat berfungsi untuk mengalirkan air hujan, tidak terlalu lama maupun terlalu cepat. Air hujan dari atap dapat langsung dialirkan ke tanah melalui talang-talang cor yang ada di setiap sudut luar bangunan. Atap perisai ini tidak memiliki lubang ventilasi, sehingga udara panas mengumpul disana terutama pada siang hari.



Penutup atap terbuat dari genteng beton berwarna hitam, mempunyai daya serap panas yang tinggi, sehingga menyebabkan suhu panas di dalamnya.

Gambarl 4.13 Atap Perisai Pada Bangunan
sumber : Data Olahan pribadi

Ruang loteng setinggi 2,20 m cukup untuk sirkulasi, tetapi tidak ada bukaan sehingga tidak ada sirkulasi udara segar yang mengalir masuk untuk menjaga kestabilan suhu dan kelembaban dalam ruangan.



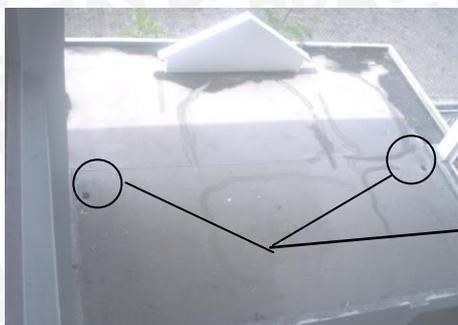
Atap perisai dapat langsung mengalirkan air hujan melalui talang cor dan dialirkan ke bawah lewat pipa

Gambarl 4.14 Tampak Potongan Bangunan
sumber : Data Olahan pribadi

Pada bagian tengah bangunan terdapat void yang menggunakan *secondary roof* berupa atap lengkung yang berbahan polycarbonat dibagian tengah yang tidak tembus cahaya untuk menangkal radiasi matahari pada siang hari, sedangkan di bagian ke dua tepinya memakai fiberglas transparan gelap yang cukup untuk pencahayaan ruang di bawahnya. Ruangan di tengah itu cukup luas untuk beraktivitas bagi penghuninya. Di bawah atap lengkung ini terdapat atap datar yang berfungsi sebagai main entrance bangunan rusunawa ini.



Gambarl 4.15 Atap Lengkung Pada Tengah-Tengah Bangunan
sumber : Data Olahan pribadi



Dua lubang pembuangan air hujan kurang efektif dalam mengalirkan air hujan karena kemiringan permukaan ke arah lubang kurang curam, sehingga masih ada genangan air hujan di tepi atap datar.

Gambar 4.16 Atap Datar Pada Entrance Bangunan
sumber : Data Olahan pribadi

2. Teritisan

Teritisan di daerah tropis merupakan elemen yang khas, karena diharapkan memberikan efek pembayangan selain itu dapat mengurangi panas udara luar dan aliran udara yang akan masuk ke dalam bangunan. (Purwanto 1996 : 129)

Pada bangunan ini terdapat teritisan pada semua sisi, bukaan pintu dan jendela pada selubung/fasade bangunan. Teritisan ini berbentuk datar terbuat dari plat beton. Pada sisi dalam bangunan yang menghadap utara dan selatan dilindung oleh *shading* yang berupa selasar selebar 150 cm. Fungsi selasar di sisi ini sangat terbantu dengan adanya *secondary roof* di tengah void. Selasar juga bisa digunakan untuk mengendalikan suhu udara di dalam bangunan, karena selasar memiliki fungsi selain sebagai penghalang sinar matahari juga sebagai ruang antara luar dan di dalam bangunan. Dengan demikian pengaruh udara di luar bangunan tidak langsung mempengaruhi udara di dalam bangunan (Purwanto 2004).

Pada sisi barat bangunan yang juga menerima paling banyak terkena radiasi matahari memiliki teritisan yang bervariasi. Untuk lantai satu yang banyak bukaan pintu, jendela dan boventlight memiliki teritisan horisontal selebar 100 cm yang masih kurang antisipatif dalam menangkal radiasi matahari sore, oleh karena itu perlu diberikan penambahan variasi dikombinasikan dengan shading vertikal supaya lebih antisipatif dalam menangkal radiasi matahari. Untuk lantai 2 dan 3 pada bukaan jendela unit hunian terdapat teritisan dengan lebar 60 cm yang dapat melindungi dari radiasi sinar matahari dan tampias air hujan. Pada lantai 4 bukaan jendela unit hunian menggunakan teritisan terusan atap/overstek selebar 150 cm yang dapat melindungi dinding dan jendela dari radisai matahari dan tampias air hujan.

Untuk sisi bangunan bagian utara dan selatan yang paling banyak bukaannya terdapat 3 macam teritisan sama seperti sisi bagian barat meskipun tidak terlalu banyak terkena radiasi matahari seperti bagian sisi timur dan barat, tetapi lebih berfungsi untuk mengantisipasi tampias air hujan.

Pada bangunan block B untuk teritisan semua sisi bangunannya sama dengan block A. Perbedaannya di sisi timur bangunan terdapat semacam pergola beratap lengkung dengan material polycarbonat yang tidak transparan yang dipergunakan untuk tempat parkir bus sehingga menutupi sisi bangunan lantai 1 sebelah barat, sehingga kurang pencahayaan alami, tetapi ruang-ruang di sisi itu digunakan untuk ruang pompa dan gudang sehingga tidak terlalu memerlukan pencahayaan alami. Namun pergola itu cukup menguntungkan, dengan banyaknya area yang terbayangi di sisi timur bangunan, sehingga suhunya sangat nyaman.

3.Dinding

Dinding akan menjadi panas bila tidak dilindungi dari radiasi matahari dan akan meneruskan panas ini ke dalam ruangan. Sebagian besar sisi mempunyai rongga berupa bukaan (jendela, pintu, boventlight dan lubang udara). Dinding utara dan selatan tidak begitu banyak menerima radiasi karena sudut jatuh cahaya cukup besar. Pada waktu-waktu tertentu dinding timur dan barat mendapat beban panas yang jauh lebih besar, sehingga pelindung matahari seperti teritisan atap atau jalusi masih sulit mengatasinya. Untuk mengatasinya dapat diberikan tanaman untuk mencegah pemantulan pada dinding, selain itu tembok pagar sebaiknya berwarna cerah (Lippsmeier 1994). Menurut teori yang dikemukakan pada bab 2, dinding sebelah timur dan barat perlu mendapat perlindungan dari sinar matahari. Oleh karena itu teritisan dan tanaman peneduh perlu diberikan. Selain itu besarnya sinar matahari dapat dikurangi dengan menggunakan finishing dinding berwarna cerah, dalam bangunan ini dinding berwarna putih dengan kombinasi abu-abu di tonjolan plat lantai dan sisi tampak depan teritisan. Dinding juga sebaiknya memiliki rongga untuk jalannya sirkulasi udara dan lapisan luar dinding sebaiknya kedap air untuk mengurangi perembesan air ke dalam bangunan.

Dinding yang terbuat dari batu bata dan finishing plesteran mampu melindungi dari perembesan air dan besarnya radiasi matahari yang mengenai bangunan. Penggunaan finishing cat berwarna cerah dan tanaman di sekitar bangunan juga dapat mengurangi jumlah sinar matahari yang mengenai dinding, sehingga temperatur udara di dalam ruangan tidak meningkat. Selain itu tingkat kelembaban juga dapat naik. Bukaan pada dinding dapat mengalirkan udara dari luar ke dalam ruangan, sehingga sirkulasi udara dapat optimal. Warna cat putih tulang pada bangunan ini hanya mampu menyerap sinar matahari 10% sehingga cukup silau.

Perlindungan pembukaan dinding terhadap matahari dapat juga dicapai dengan penggunaan loggia (serambi yang tidak menonjol, melainkan mundur ke dalam bangunan) sehingga jendela tidak terkena sinar matahari.



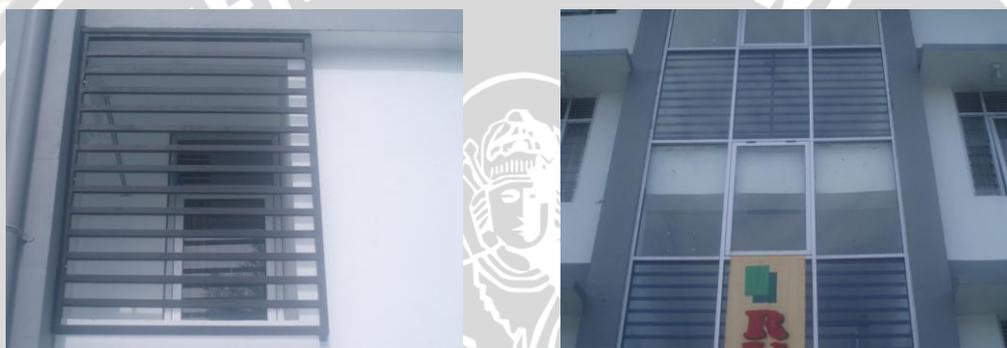
Gambar 4.17 Jendela Dengan Penggunaan Loggia dan Ditutup Teralis
sumber : Data Olahan pribadi

4. Bukaan

Pada dinding terdapat elemen bukaan. Bukaan itu terdiri dari 4 macam, yaitu pintu, jendela, bovenlight, dan lubang angin. Hampir di semua sisi bangunan terdapat bukaan, sehingga memaksimalkan angin yang akan masuk ke dalam bangunan. Elemen bukaan itu ada yang terbuat dari kayu, aluminium dan kaca. Bukaan yang paling banyak terdapat pada sisi memanjang yaitu utara dan selatan. Di sisi ini banyak terdapat jenis bukaan jendela bukaan bawah aluminium-kaca dan krepyak. Bukaan dengan krepyak lebih cocok untuk daerah tropis karena udara akan selalu mengalir. Dengan jarak antar bangunan yang cukup lebar angin dapat mengalir mengitari bangunan karena ruang terbuka cukup luas.

Lubang ventilasi sesuai dengan teori yang telah dikemukakan pada bab 2, sebaiknya memiliki bukaan yang dapat diatur sesuai dengan kebutuhan kenyamanan termal dan lubang ventilasi diusahakan tidak terlalu tinggi, karena tidak akan memberikan aliran udara yang cukup di dalam ruangan. Daun jendela harus bisa disesuaikan dengan tinggi tubuh manusia untuk mengarahkan aliran udara ke dalam ruangan, sehingga akan terasa nyaman. Banyaknya bukaan yang ada di bangunan membuat sirkulasi udara lancar dan tidak panas. Temperatur dan kelembaban udara di dalam ruangan juga lebih terjaga. Panas yang masuk melalui lubang-lubang ataupun yang ditimbulkan oleh penghuni dan peralatan di dalam ruangan harus disingkirkan melalui silang secara alamiah, artinya diperlukan lubang-lubang besar (Lippsmeier 1994). Bukaan kaca juga lebih mengoptimalkan sinar matahari yang masuk ke dalam

ruangan, sehingga pencahayaan alaminya membuat ruangan di dalam tidak gelap. Teritisan yang ada di atas bukaan dapat melindungi dan mengurangi dari tampias air hujan, sehingga tidak masuk ke dalam bangunan. Pada seluruh jendela di unit hunian dan jendela hidup dilengkapi dengan tirai untuk mengantisipasi kesilauan, sedangkan untuk jendela mati dan pintu dari alumunium menggunakan kaca riben gelap, sedangkan bovenlight menggunakan kaca es. Penggunaan kaca ini bertujuan untuk mengurangi cahaya yang berlebihan terutama saat menjelang sore hari, serta untuk membatasi pandangan dari luar bangunan menuju dalam ruangan juga untuk memfilter cahaya yang masuk ke dalam ruangan. Pada bukaan di areal tangga ada lapisan teralis besi untuk melindungi bukaan dari angin. Pada unit hunian bagian luar jendela dijadikan sebagai tempat jemuran pakaian agar tidak terbawa angin.



Gambarl 4.18 Jendela Yang Diberi Teralis
sumber : Data Olahan pribadi

Untuk sirkulasi udara di dalam bangunan juga terdapat bukaan tipe kerawang yang terletak pada ruang tunggu di lantai 1 dan pada ujung-ujung selasar, dapur dan ruang setrika di lantai 2-4. Bukaan tipe kerawang ini terdapat hampir di seluruh sisi bangunan kecuali pada sisi barat bangunan block A.

- Ruang Luar

1. Orientasi Bangunan

Menurut (Frick, 2006:40) orientasi bangunan ditempatkan diantara lintasan matahari dan angin. Sebagai kompromi letak bangunan berarah antara timur ke barat, dan terletak tegak lurus terhadap arah angin. Orientasi utama bangunan pada axis 5° dari timur. Orientasi pada bangunan ini sudah tepat dengan teori yaitu denahnya memanjang ke arah timur dan barat dan menghadap ke timur laut. Rusunawa ini berorientasi menghadap ke selatan, dengan bentuk denah persegi panjang. Sisi panjangnya berada pada sisi utara dan selatan, hal ini berarti sisi pendeknya (fasade) mendapat penyinaran yang paling lama. Menurut Edgan dalam Kurniawan (2001),

arah yang terbaik untukantisipasi panas adalah memanjang dari timur ke barat. Hal ini dari sisi pencahayaan sangat menguntungkan karena sisi pendek bangunan paling banyak terkena radiasi matahari merupakan sisi yang tidak terlalu banyak bukaan, sedangkan sisi panjang bangunan yang terdapat banyak bukaan yang tegak lurus dengan arah angin dapat terkena angin dan memungkinkan terjadinya ventilasi silang pada bangunan, tetapi dengan menghadapkan sisi panjang bangunan tegak lurus dengan arah angin memiliki kekurangan, sebab tanpa pelindung yang tepat, hujan yang dibawa angin akan mudah masuk ke dalam ruangan (Lippsmeier, 1994:35). Hal ini dapat di atasi dengan memberikan teritisan pada setiap bukaan di dinding. Jadi arah angin sangat menentukan orientasi bangunan (Lippsmeier 1994). Di daerah lembab diperlukan sirkulasi udara yang terus menerus. Karena itu di daerah tropis lembab dinding luar sebuah bangunan terbuka untuk sirkulasi udara lebih besar daripada yang dibutuhkan untuk pencahayaan.

2. Penutup tanah dan vegetasi

Ruang terbuka di sekeliling bangunan menggunakan material paving. Pemilihan material penutup ini sangat tepat sehingga masih dapat menyerap air hujan dan radiasi matahari ke dalam tanah, juga masih bisa ditanami tumbuhan. Bila dibandingkan dengan aspal yang tidak bisa menyerap air hujan dan memantulkan radiasi matahari, dapat menyilaukan dan menyebabkan berkurangnya lahan untuk ditanami vegetasi. Ruang terbuka yang ditutup paving digunakan untuk sirkulasi di luar bangunan dan tempat parkir kendaraan. Di depan bangunan block A sebelah selatan terdapat taman yang cukup luas untuk area peresapan sehingga dapat di tanami vegetasi tetapi sekarang ini masih kurang tumbuhan bertajuk dan berdaun lebar yang dapat digunakan untuk memecah angin yang menerjang bangunan. Vegetasi di sini meskipun ada tetapi belum sepenuhnya dapat memberi peneduhan di area luar, pemecah angin dan filter debu dan radiasi cahaya matahari, karena vegetasi di sisni belum memenuhi kriteria tumbuhan yang berfungsi seperti di atas. Terutama di utara yang berbatasan dengan jalan selatan yang berbatasan dengan sawah anginnya cukup besar dan perlu di tanami vegetasi yang sesuai. Vegetasi yang cukup dapat menghindarkan sebagian besar gangguan pasir dan debu. Tembok rumah-rumah yang berdiri rapat, jalan berputar, dan lubang-lubang kecil pada selubung/fasade bangunan merupakan sarana untuk perlindungan terhadap pasir dan

debu, selain itu juga bisa digunakan sebagai perlindungan terhadap matahari, angin panas dan penyerapan (Lippsmeier, 1994).



Gambarl 4.19. Area taman sebelah selatan bangunan
sumber : Data Olahan pribadi

3. Hubungan dengan bangunan sekitar

Jarak kedua block ini adalah 10 m, sedangkan jarak dengan bangunan disekitarnya cukup jauh karena sebelah timur berbatasan dengan sawah dan sebelah barat dengan perkampungan penduduk, tetapi di sebelah barat bangunan terdapat area hijau dan rumah Bali yang berada di dalam kompleks bangunan ini yang jaraknya sekitar \pm 15m. Hal ini baik untuk sirkulasi udara karena dengan adanya *space* yang cukup lebar akan membuat aliran udara lebih leluasa. Di sisi bagian barat dan tengah kedua block terjadi lorong angin yang menjadikan area ini terasa sejuk. Hal ini baik untuk penghawaan alami melalui bukaan-bukaan yang ada pada fasade bangunan dengan ventilasi silang. Karena sebelah Utara bangunan berbatasan dengan sawah, maka vegetasi sangat berguna untuk memecah angin. Garis sempadan bangunan sekitar 30 m digunakan untuk taman ruang terbuka hijau dan sirkulasi di luar bangunan yang ditutup material paving. Selain itu jarak antar bangunan juga diperhatikan dari ketinggian bangunan tersebut, karena semakin banyak jumlah lantai bangunan maka luas lahan harus semakin besar.

Elemen Fasade Bangunan				Elemen Ruang Luar		
Atap	Teritisan	Dinding	Bukaan	Orientasi Bangunan	Penutup tanah dan vegetasi	Hubungan dengan bangunan sekitar
				<p>Bangunan ini berorientasi ke arah selatan, cocok dengan kondisi daerah tropis yaitu orientasi utara-selatan, dikarenakan arah angin. Bentuk denah juga persegi panjang membujur arah barat-timur.</p>	<p>Memiliki ruang terbuka yang cukup luas dengan garis sempadan bangunan (GSB), 30 meter. Ruang terbuka dimanfaatkan untuk taman di sebelah selatan dan barat tetapi masih kurang peneduhan vegetasi, sedangkan area perkerasan menggunakan material paving persegi panjang yang dipergunakan untuk sirkulasi di dalam komplek bangunan.</p>	<p>Jarak kedua block bangunan ini adalah 10 m, untuk bangunan yang terdekat adalah rumah Bali 1 dan 2 lantai berjarak ± 15 m yang masih satu komplek, setelah itu baru ada perkampungan penduduk.</p>

Tabel 4.3 Tabulasi Analisa Visual Pada Rusunawa UMM

Sumber: Data Olahan pribadi

4.2.3. Kriteria Karakter Fisik Fasade Bangunan Rusunawa Yang Tanggap Iklim

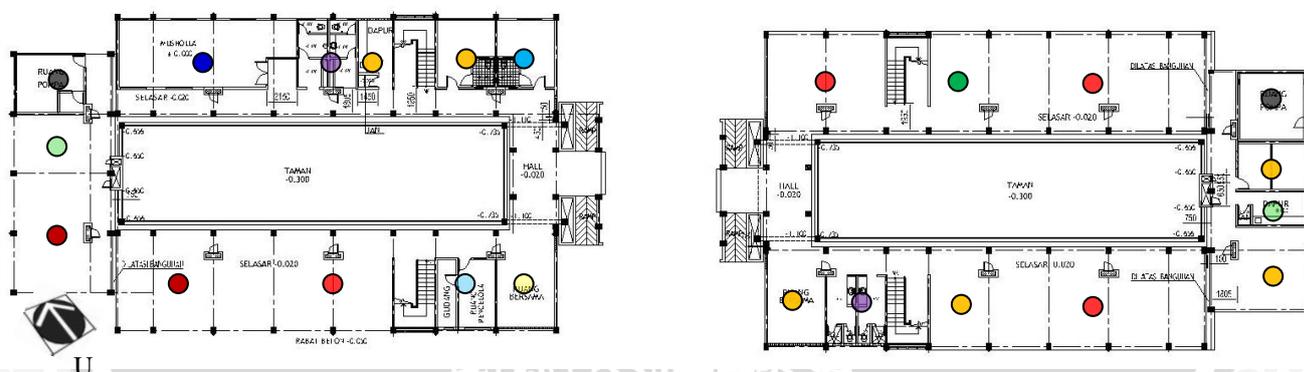
Dari berbagai macam analisis visual terhadap unsur iklim studi kasus bangunan rusunawa UMM, maka didapatkan kriteria karakter fisik fasade bangunan yang tanggap iklim sebagai berikut :

1. Atap menggunakan bentuk perisai/pelana dengan sudut berkisar antara $\geq 30^\circ$ dengan material dari genteng. Semakin tinggi sudut atap maka semakin besar bantalan udara dalam atap sehingga dapat mengurangi panas. Material menggunakan genteng dengan kemiringan sesuai atapnya.
2. Teritisan mengacu ke sepanjang bangunan atau bukaan dengan lebar yang cukup sehingga mengurangi tampias hujan dan radiasi matahari. Untuk model disain teritisan di daerah tropis dimensi teritisan berkisar antara 60-90 cm untuk bukaan jendela, overstek ≥ 1 m dan 15-30cm untuk bouvenlight. Material dari genteng dengan kemiringan tertentu atau dak beton datar dengan sudut relatif kecil.
3. Ketinggian dinding rata-rata 3 – 4 meter konstruksi ringan berbahan batu bata dan ketebalan dinding rata-rata setengah bata (15cm), sehingga kurang lebih cukup memperlambat konveksi panas.
4. Banyaknya bukaan dan variasinya (tergantung gaya dan efektivitas) di sepanjang sisi bangunan. Angin di Indonesia bertiup utara-selatan sehingga penempatan bukaan terbaik pada sisi tersebut. Macam bukaan adalah pintu, jendela, lubang angin, dan bouvenligt. Material dari kaca-aluminium atau kayu.
5. Orientasi bangunan mengikuti sisi jalan yaitu barat-timur sehingga berkembang secara linear dan bisa menghadap ke semua arah. Sebagai antisipasi terhadap iklim, jarak antar bangunan cukup sehingga memberikan kesempatan untuk optimalisasi sinar matahari dan kantong angin.
6. Ruang terbuka hijau yang cukup luas dan halaman tertutupi oleh rumput dan paving pohon sehingga mengurangi polusi udara yang masuk.
7. Pada sisi luar bangunan yang merupakan pembatas terdapat pagar luar yang digunakan untuk antisipasi debu dan membentuk suatu koridor sekeliling bangunan sehingga bangunan menjadi lebih sejuk.

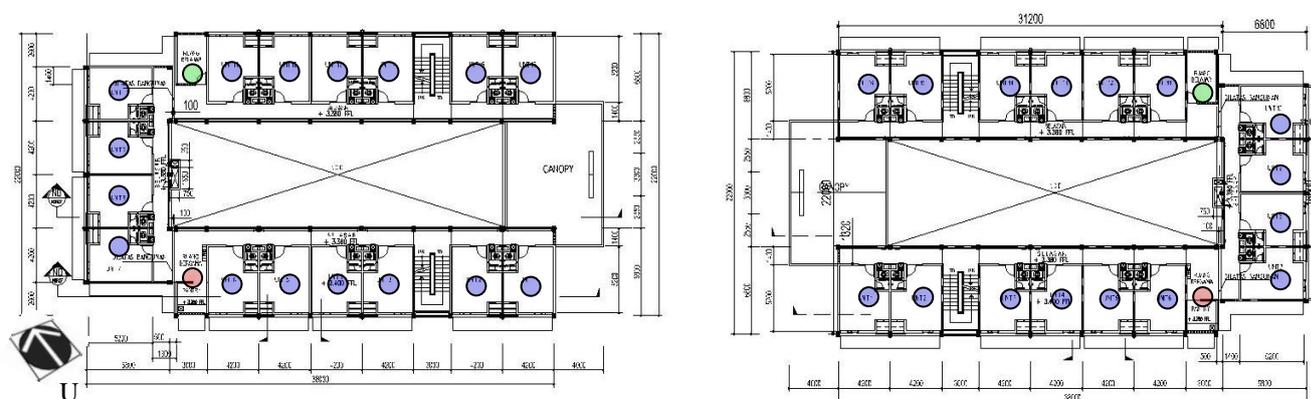
4.3. Analisa Simulasi

4.3.1. Simulasi *solar insolation* fasade rusunawa mahasiswa UMM

Pada simulasi ini dilakukan dua langkah simulasi, yaitu simulasi diagram matahari dan *solar insolation*. Simulasi diagram dilakukan untuk mengetahui untuk mengetahui perilaku pembayangan sepanjang hari dan tahun, terutama pada saat-saat kritis, yakni sesudah jam 8.00 dan sebelum jam 16.00. Simulasi *insolation* dilakukan untuk mengetahui kondisi keterimaan panas matahari (*solar insulation*) pada fasade bangunan Rusunawa mahasiswa UMM. Hal ini dapat berguna sebagai bahan pertimbangan dan evaluasi untuk menempatkan ruang/ komponen fasade yang sesuai dalam upaya menciptakan kenyamanan termal dalam unit hunian. Simulasi dilakukan pada titik-titik ekstrim, yaitu bulan Maret, Juni dan Desember. Alasan pemilihan bulan-bulan ini adalah merupakan bulan dimana posisi garis edar matahari berada tepat di tengah (khatulistiwa), paling utara dan paling selatan. Sehingga dari ke tiga bulan ini diketahui bagaimana variasi atau perbedaan solar insolation pada fasade



Gambar 4.20. Eksisting Denah Lantai 1
sumber : PT. JHS

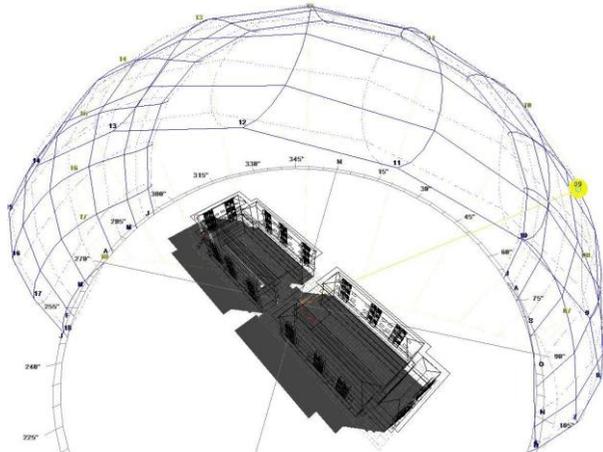


Gambar 4.21. Eksisting Denah Lantai 2-4
sumber : PT. JHS

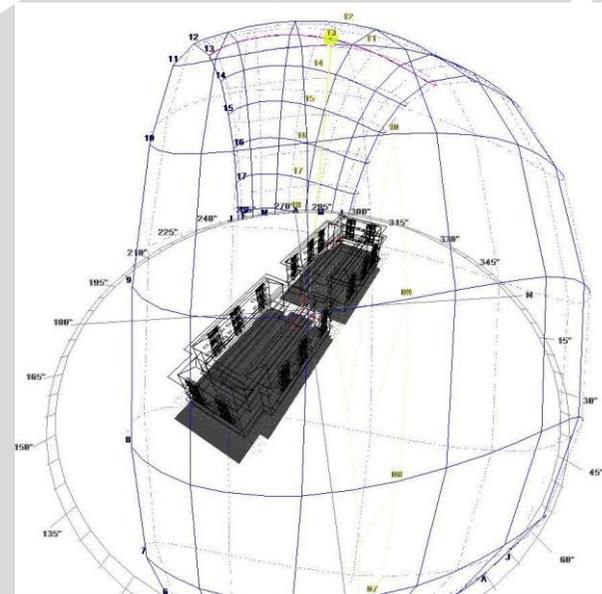
Keterangan:

- | | |
|-------------------|-----------------|
| ● Ruang tunggu | ● Musholla |
| ● Ruang TU | ● KM |
| ● Ruang pertemuan | ● Gudang |
| ● Kantin | ● Ruang manager |
| ● Dapur | ● Unit hunian |
| ● Ruang kesehatan | ● Ruang setrika |
| ● Ruang pompa | |

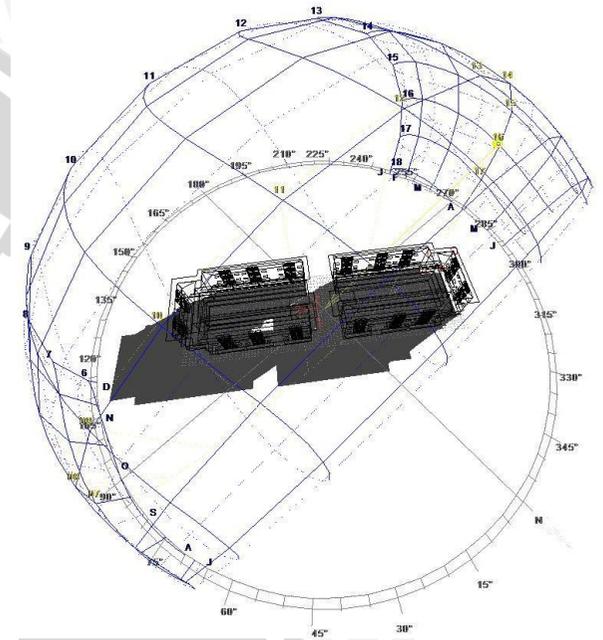
- Simulasi Diagram Matahari



Pada jam 09.00 pagi fasade sisi timur dan utara terkena sinar matahari langsung, sedangkan area yang terbayangi adalah sisi barat dan selatan bangunan, sehingga cukup teduh.



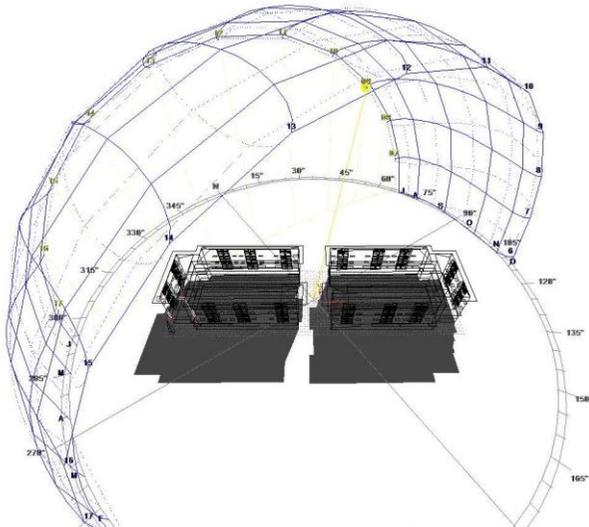
Pada siang hari fasade sisi barat dan utara terkena sinar matahari langsung yang cukup besar, sedangkan sisi timur dan selatan bangunan cukup terbayangi



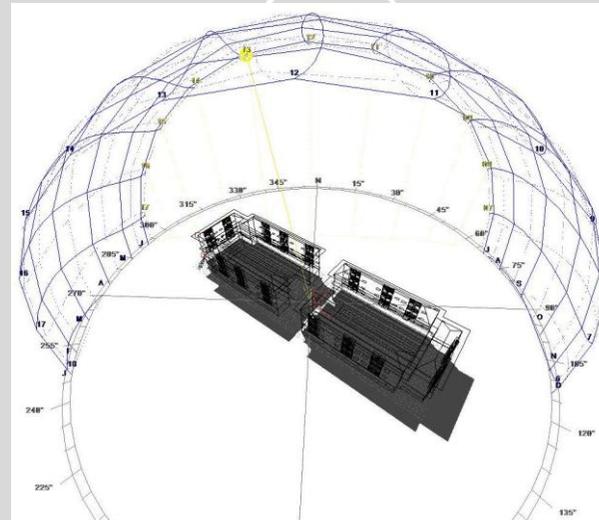
Pada jam 16.00 matahari berada di barat, sehingga fasade sisi barat dan utara terkena langsung sinar matahari, sehingga sisi sedangkan bayangan mendominasi di sisi timur dan utara bangunan.

Gambar 4.22. Pola pembayangan jam 09.00, 13.00, 16.00
Waktu 21 Maret

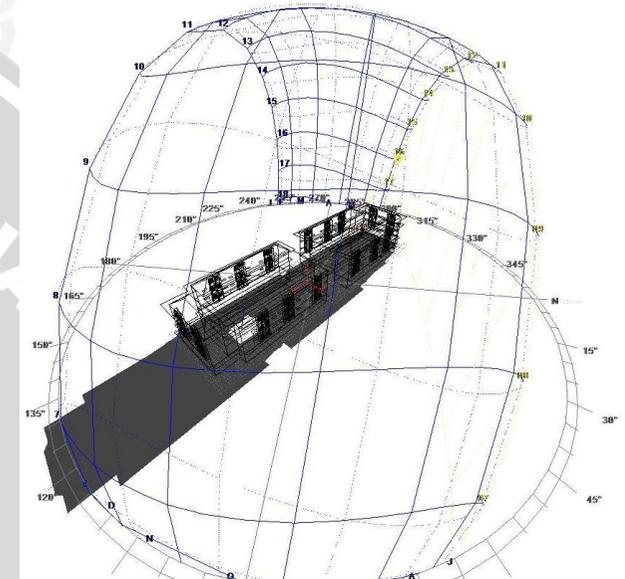
Sumber : Hasil analisis



Pada jam 09.00 pagi fasade sisi timur dan utara terkena sinar matahari langsung, sedangkan area yang terbayangi adalah sisi barat dan selatan bangunan, sehingga cukup teduh.



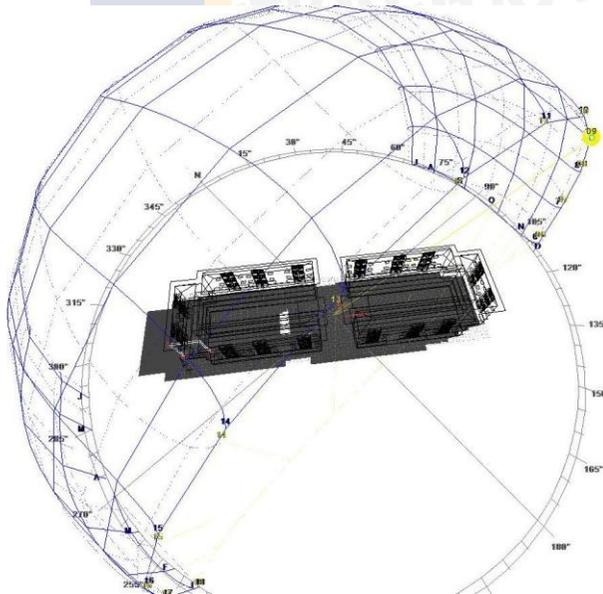
Pada siang hari fasade sisi barat dan utara terkena sinar matahari langsung yang cukup besar, sedangkan sisi timur dan selatan bangunan cukup terbayangi



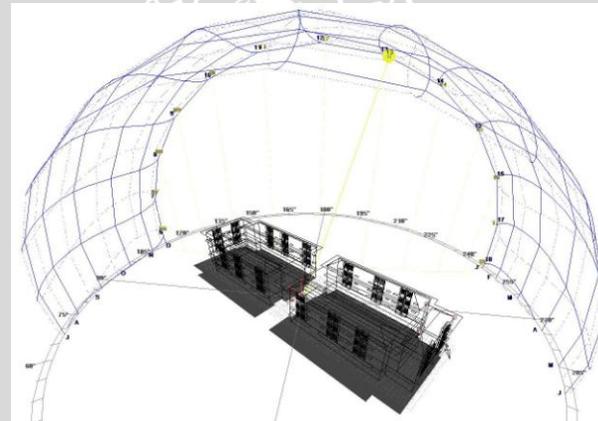
Pada jam 16.00 matahari berada di barat, sehingga fasade sisi barat dan utara terkena langsung sinar matahari, sehingga sisi sedangkan bayangan mendominasi di sisi timur bangunan.

Gambar 4.23. Pola pembayangan jam 09.00, 13.00, 16.00 Waktu 22 Juni

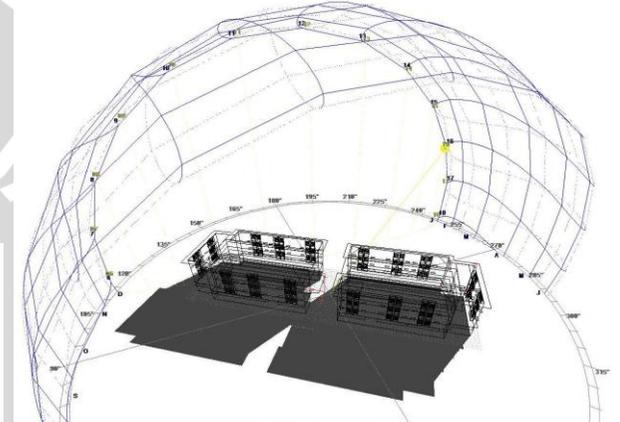
Sumber : Hasil analisis



Pada jam 09.00 pagi fasade sisi timur dan utara terkena sinar matahari langsung, sedangkan area yang terbayangi adalah sisi barat dan selatan bangunan, sehingga cukup teduh.



Pada siang hari fasade sisi barat dan utara terkena sinar matahari langsung yang cukup besar, sedangkan sisi timur dan selatan bangunan cukup terbayangi



Pada jam 16.00 matahari berada di barat, sehingga fasade sisi barat dan utara terkena langsung sinar matahari, sehingga sisi sedangkan bayangan mendominasi di sisi timur dan utara bangunan.

Gambar 4.24. Pola pembayangan jam 09.00, 13.00, 16.00 Waktu 22Desember
Sumber : Hasil analisis

• Simulasi Solar Insolation

a. Bulan Maret

Insolation Analysis

Average Daily Total

Contour Range: 0 - 2000 Wh

In Steps of: 200 Wh

© ECOTECH v5

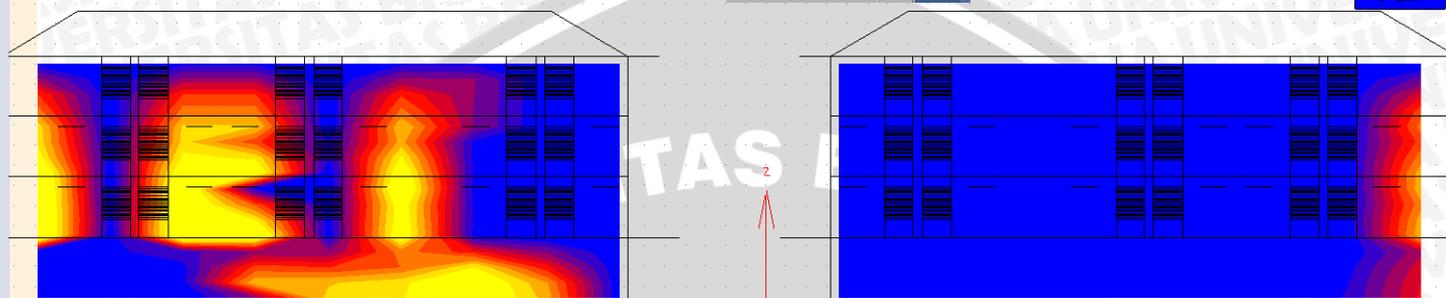
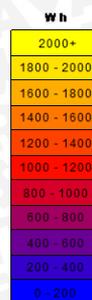
Average value pada sisi fasade yang menghadap Selatan



eksisting pola
pembayangan
pkl 13.00



simulasi model
pola pembayangan
pkl 16.00



Dalam kurun waktu 1 bulan = 478.75 Wh

Insolation Analysis

Average Daily Total

Contour Range: 0 - 2000 Wh

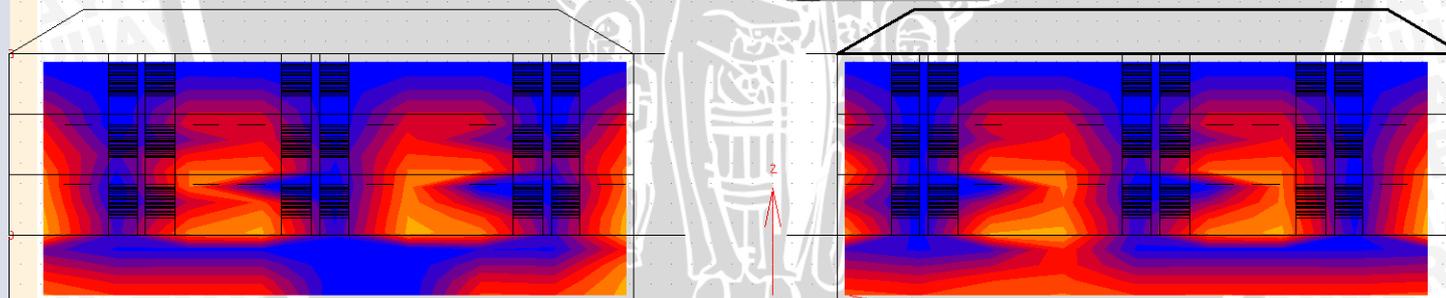
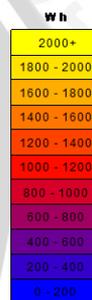
In Steps of: 200 Wh

© ECOTECH v5

Average value pada sisi fasade yang menghadap Utara



simulasi model
pola pembayangan
pkl 09.00



Dalam kurun waktu 1 bulan = 675.96 Wh

Gambar1 4.25. Simulasi Bulan Maret Sisi Selatan dan Utara
sumber : hasil analisis

Pada bulan ini matahari tepat berada di tengah garis edarnya. Hasil simulasi yang didapat memperlihatkan bahwa pada sisi fasade yang menghadap selatan secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan maret rata-rata nilainya mencapai 478.75Wh.

Block A

• lantai 1

Pada dinding ruang tunggu, ruang tata usaha, area tangga, ruang pertemuan dan sebagian kantin terlihat radiasi matahari memiliki nilai yang besar, warna merah

sampai kuning mendominasi dinding. Dinding ruang tata usaha tampak lebih banyak memiliki warna kuning daripada ruang yang lain, nilainya mencapai 2000Wh, sehingga pada bulan ini ruangan ini sangat berpotensi memiliki panas yang berlebih, maka adanya peneduh baik berupa pepohonan maupun penambahan shading akan sangat membantu mengurangi banyaknya radiasi yang menerpa langsung pada dinding ini.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding ruang unit hunian, area tangga dan ruang setrika pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang cukup besar, lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini terlihat dari warna kuning dan merah keoranyean yang mendominasi. Dominasi warna kuning lebih besar terdapat pada dinding unit hunian daripada dinding ruangan yang lain. Nilai radiasi unit hunian di kedua lantai ini lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini berpotensi menyebabkan panas yang berlebih pada ruangan ini. Untuk dinding hunian paling kanan pada lantai 2 - 4 cukup terlindungi, yang berarti nilai radiasinya antara 0 – 200Wh.

Block B

- lantai 1

Pada lantai ini warna biru mendominasi artinya dinding ruangan seperti ruang pertemuan, area tangga, kamar mandi dan gudang cukup terlindungi, tetapi sebagian ruang pertemuan pada sisi paling kanan radiasi terbesar mencapai 1000Wh pada bukaan jendelanya.

- lantai 2 - 4

Pada lantai ini warna biru mendominasi artinya dinding ruangan seperti ruangan unit hunian dan area tangga cukup terlindungi sepanjang bulan ini, tetapi untuk sebagian unit hunian paling kanan dan ruang setrika radiasi terbesar mencapai 1200Wh.

Untuk sisi fasade yang menghadap utara secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan ini rata-rata nilainya mencapai 675.96Wh.

Block A

- lantai 1

Pada dinding ruang manager, gudang, kamar mandi, area tangga dan musholla terlihat radiasi matahari memiliki nilai yang cukup besar, terlihat dari warna merah keoranyean yang mendominasi dinding. Dinding area tangga tampak lebih banyak memiliki warna oranye daripada ruang yang lainnya. Hal ini berarti nilai radiasi matahari pada dinding area ini mencapai 1600Wh.

- lantai 2 - 4

Pada lantai ini dinding unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang cukup besar, lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini terlihat dari warna merah keoranyean yang mendominasi. Dominasi warna oranye lebih besar terdapat pada dinding unit hunian dan area tangga. Nilai radiasinya lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Pada area tangga keberadaan jendela yang cukup lebar memanjang dari lantai 2 – 4 memungkinkan masuknya radiasi secara langsung pada ruangan ini. Hal ini terlihat dari warna oranye yang mendominasi, yang artinya nilai radiasinya mencapai 1600Wh.

Block B

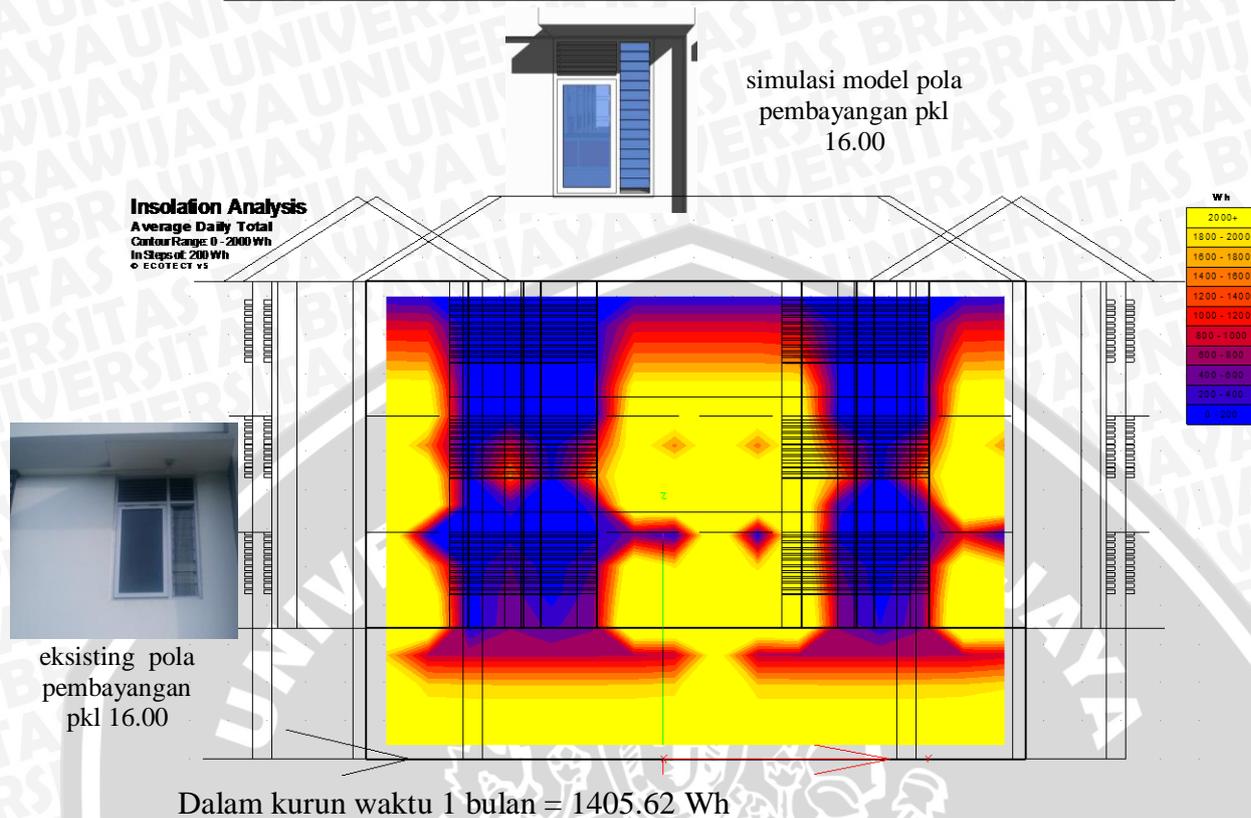
- lantai 1

Pada dinding ruang pertemuan dan area tangga terlihat radiasi matahari memiliki nilai yang cukup besar, warna merah keoranyean mendominasi dinding. Dinding ruang pertemuan tampak lebih banyak memiliki warna oranye daripada area tangga. Hal ini berarti nilai radiasi matahari pada dinding area ini mencapai 1600Wh. Untuk sebagian area tangga dan ruang kesehatan di sebelahnya terlihat warna biru mendominasi yang berarti nilai radiasinya tidak akan lebih dari 200Wh.

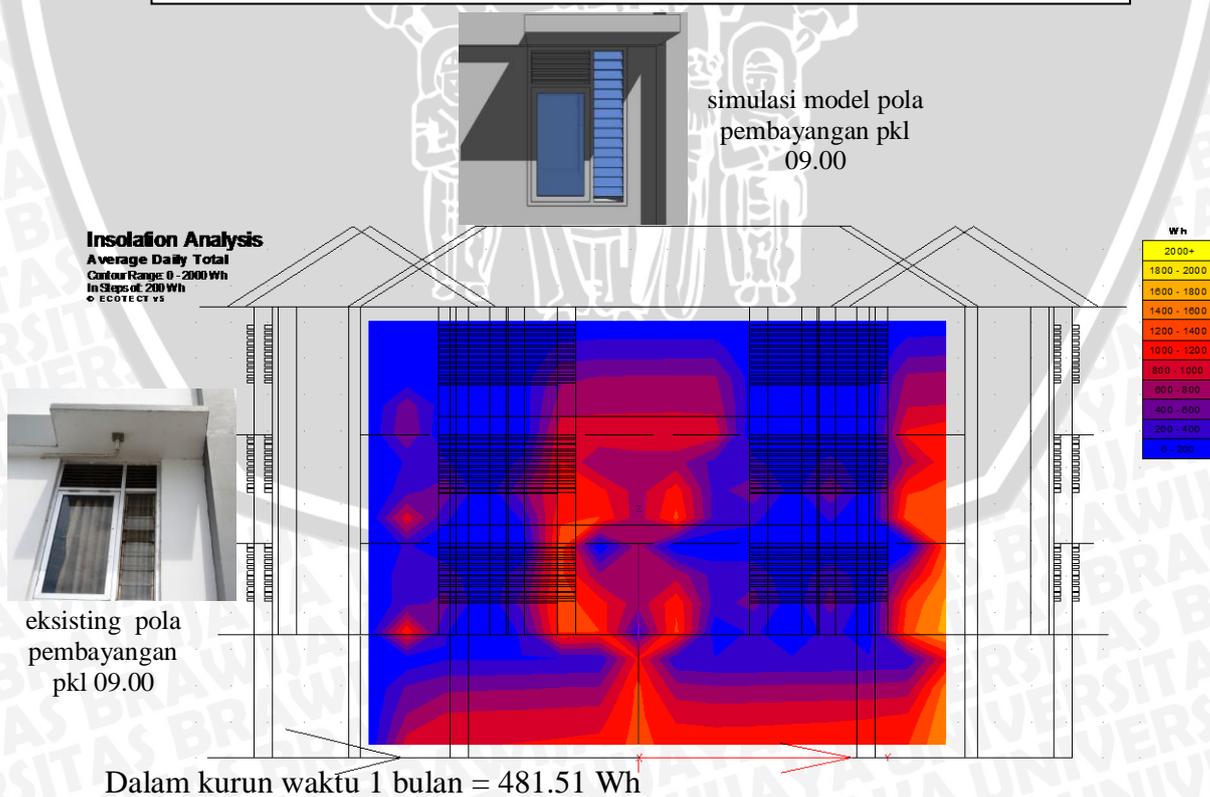
- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang cukup besar, lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini terlihat dari warna merah keoranyean yang mendominasi. Dominasi warna oranye lebih besar terdapat pada dinding unit hunian dan area tangga. Nilai radiasinya lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Pada area tangga keberadaan jendela yang cukup lebar memanjang dari lantai 2 – 4 memungkinkan masuknya radiasi secara langsung pada area ini. Hal ini terlihat dari warna oranye yang mendominasi, yang artinya nilai radiasinya mencapai 1600Wh.

Average value pada sisi fasade yang menghadap Barat



Average value pada sisi fasade yang menghadap Timur



Gambarl 4.26. Simulasi Bulan Maret Sisi Barat dan Timur sumber : hasil analisis



Hasil simulasi yang didapat memperlihatkan bahwa pada sisi fasade yang menghadap barat pada bulan maret rata-rata nilainya mencapai 1405.62Wh.

- lantai 1

Pada dinding kantin, dapur kantin dan ruang pompa terlihat radiasi matahari memiliki nilai yang paling besar, warna kuning dan merah keoranyean mendominasi dinding yang berarti nilai radiasinya mencapai lebih dari 2000Wh, sehingga pada bulan ini ruang-ruang ini sangat berpotensi memiliki panas yang berlebih, dengan adanya radiasi matahari yang sangat tinggi pada fasade dinding ini. Adanya peneduh baik berupa pepohonan maupun penambahan shading akan sangat membantu mengurangi banyaknya radiasi yang menerpa langsung pada dinding ini.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding ruang unit hunian pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang besar, lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4, terlihat dari warna kuning dan merah keoranyean yang mendominasi. Hal ini terlihat dari warna kuning dan merah yang mendominasi yang berarti nilai radiasinya mencapai lebih dari 2000Wh. Hal berpotensi menyebabkan panas yang berlebih pada ruangan ini. , dengan adanya radiasi matahari yang sangat tinggi pada fasade dinding ini. Adanya peneduh baik berupa pepohonan maupun penambahan shading akan sangat membantu mengurangi banyaknya radiasi yang menerpa langsung pada dinding ini.

Untuk sisi fasade yang menghadap timur pada bulan ini rata-rata nilainya mencapai 481.51Wh.

- lantai 1

Pada dinding ruang pompa, gudang dan dapur terlihat radiasi matahari memiliki nilai yang cukup besar, warna merah keoranyean mendominasi dinding. Dinding ruang pompa tampak lebih banyak memiliki warna oranye daripada ruang yang lainnya. Hal ini berarti nilai radiasi matahari pada dinding area ini mencapai 1600Wh.

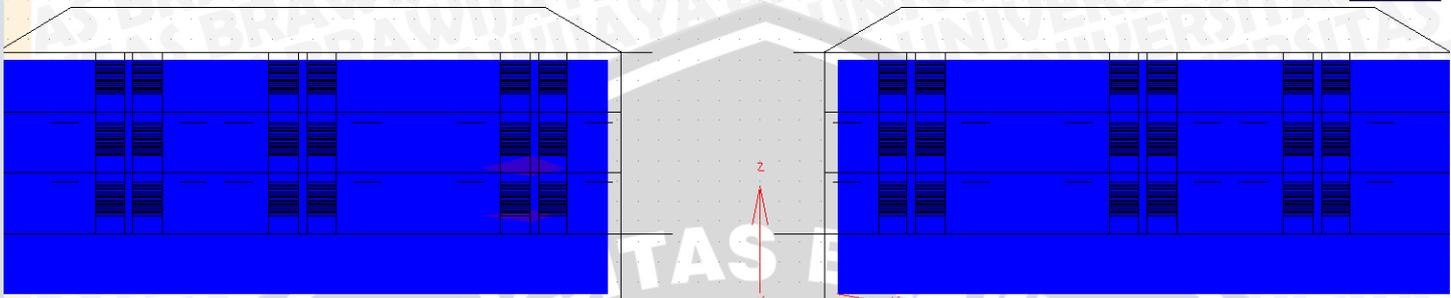
- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding unit hunian pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang cukup besar, lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini terlihat dari warna oranye dan merah yang mendominasi, yang artinya nilai radiasinya mencapai 1600Wh. Pada unit hunian keberadaan jendela yang cukup lebar memungkinkan masuknya radiasi secara langsung pada ruangan ini.

Insolation Analysis

Average Daily Total
 Contour Range: 0 - 2000 Wh
 In Steps of: 200 Wh
 © ECOTECH v5

Average value pada sisi fasade yang menghadap Utara (sisi dalam)

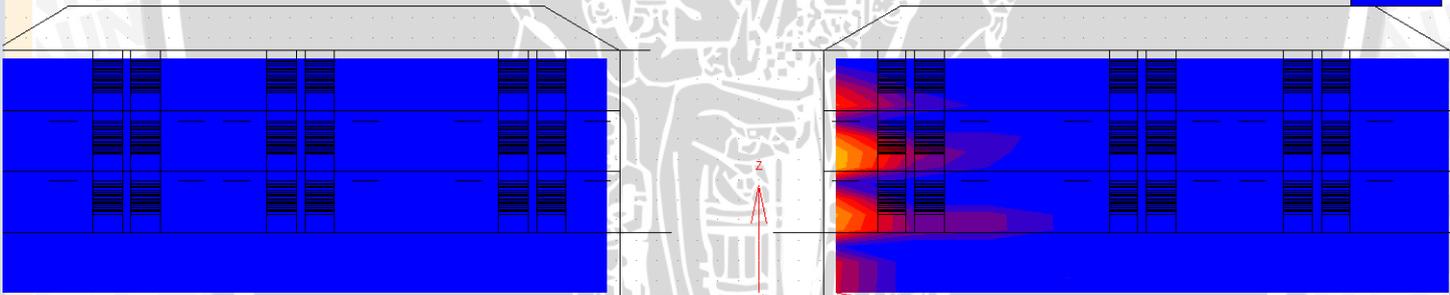


Dalam kurun waktu 1 bulan = 18.66 Wh

Insolation Analysis

Average Daily Total
 Contour Range: 0 - 2000 Wh
 In Steps of: 200 Wh
 © ECOTECH v5

Average value pada sisi fasade yang menghadap Selatan (sisi dalam)



Dalam kurun waktu 1 bulan = 81.79 Wh

Gambarl 4.27. Simulasi Bulan Maret Sisi Dalam Utara dan Selatan

Hasil simulasi yang didapat memperlihatkan bahwa pada sisi fasade yang menghadap utara sisi dalam secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan maret rata-rata nilainya mencapai 18.66Wh.

Block A

- lantai 1

Pada dinding ruang tunggu, ruang tata usaha, area tangga dan ruang pertemuan dan sebagian kantin radiasi matahari sangat kecil pada bulan ini. Warna biru mendominasi dinding yang berarti nilai radiasinya tidak lebih dari 200Wh.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding ruang unit hunian, area tangga dan ruang setrika pada lantai 2 - 4 terlihat lebih sedikit menerima radiasi matahari. Hal ini terlihat dari biru yang mendominasi, tetapi untuk sebagian unit hunian yang paling kanan untuk lantai 2 dan 3 terkena radiasi mencapai 600Wh.

Block B

- lantai 1 - 4

Pada lantai ini warna biru mendominasi artinya dinding ruangan seperti ruang pertemuan, area tangga, kamar mandi, gudang di lantai 1 dan unit hunian, area tangga, ruang setrika di lantai 2 - 4 cukup terlindungi sepanjang bulan ini. Hal ini dikarenakan adanya *secondary roof* yang berupa atap lengkung berlapis polycarbonat dan fiberglas transparan gelap pada fasade sisi dalam ini.

Untuk sisi fasade yang menghadap selatan sisi dalam secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan ini rata-rata nilainya mencapai 81.79Wh.

Block A

- lantai 1 – 4

Pada fasade dinding yang menghadap selatan sisi dalam ini semua ruangan di sini cukup terlindungi sepanjang bulan ini. Hal ini terlihat dari warna biru yang mendominasi, yang berarti nilai radiasinya antara 0 - 200Wh.

Block B

- lantai 1

Pada lantai ini warna biru mendominasi artinya dinding ruangan seperti ruang pertemuan, area tangga dan ruang kesehatan cukup terlindungi sepanjang bulan ini, tetapi pada sebagian ruang pertemuan paling kanan nilai radiasinya mencapai 800Wh.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding ruang unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 – 4, warna biru terlihat mendominasi, tetapi pada tangga dan unit hunian lantai 2 dan 3 nilai radiasinya mencapai 600 – 800Wh dan 1200 – 1400Wh.

Dari perbandingan 6 fasade pada bulan maret ini radiasi terbesar terdapat pada fasade sebelah barat yang seluruh ruangan di fasade ini terkena radiasi terbanyak yang nilainya lebih dari 2000Wh, hal ini disebabkan garis edar matahari yang berada tepat di tengah pada garis khatulistiwa. Untuk fasade yang terkena radiasi matahari paling kecil adalah fasade sisi dalam yang menghadap ke arah utara dengan nilai radiasi tidak lebih dari 400Wh.

b. Bulan Juni

Insolation Analysis
Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of: 200 Wh
© ECOTECT v5

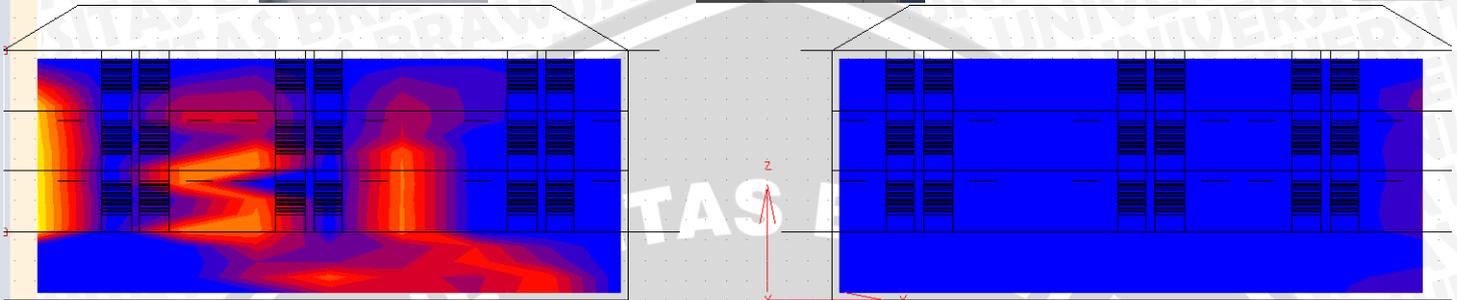
Average value pada sisi fasade yang menghadap Selatan



eksisting pola pembayangan pkl 16.00



simulasi model pola pembayangan pkl 16.00



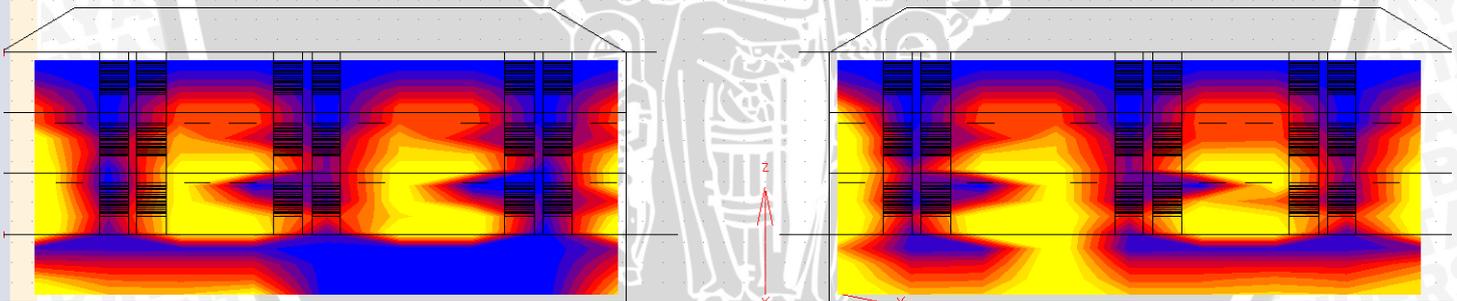
Dalam kurun waktu 1 bulan = 260.16 Wh

Insolation Analysis
Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of: 200 Wh
© ECOTECT v5

Average value pada sisi fasade yang menghadap Utara



simulasi model pola pembayangan pkl 13.00



Dalam kurun waktu 1 bulan = 1065.89 Wh

Gambarl 4.28. Simulasi Bulan Juni Sisi Selatan dan Utara
sumber : hasil analisis

Pada bulan ini matahari berada di sebelah selatan khatulistiwa. Hasil simulasi yang didapat memperlihatkan bahwa pada sisi fasade yang menghadap selatan secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan juni rata-rata nilainya mencapai 260.16Wh.

Block A

- lantai 1

Pada dinding ruang tunggu, ruang tata usaha, area tangga dan ruang pertemuan terlihat radiasi matahari memiliki nilai yang cukup besar mencapai 1400Wh. Hal ini



tampak dari warna merah keoranyean yang mendominasi dinding. Untuk ruang tunggu yang terletak paling kanan dan kantin paling kiri tampak didominasi warna biru, tetapi sebagian dinding ruang ini nilai radiasinya dapat mencapai 800Wh.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding unit hunian, area tangga dan ruang setrika pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang cukup besar, lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini terlihat dari warna kuning dan merah keoranyean yang mendominasi. Dominasi warna kuning lebih besar terdapat pada dinding ruang setrika daripada dinding ruangan yang lain. Nilai radiasi ruangan di kedua lantai ini lebih besar daripada ruang setrika di lantai 4.

Block B

- lantai 1

Pada lantai ini warna biru mendominasi, artinya dinding ruangan seperti ruang pertemuan, area tangga, kamar mandi dan gudang cukup terlindungi, tetapi sebagian ruang pertemuan pada sisi paling kanan radiasi terbesar mencapai 400Wh.

- lantai 2 - 4

Pada lantai ini warna biru mendominasi yang artinya dinding ruangan seperti ruangan unit hunian dan area tangga cukup terlindungi sepanjang bulan ini, tetapi untuk sebagian unit hunian paling kanan dan ruang setrika radiasi terbesar mencapai 400Wh pada bukaan jendelanya.

Untuk sisi fasade yang menghadap utara secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan ini rata-rata nilainya mencapai 1065.89Wh.

Block A

- lantai 1

Pada dinding ruang manager, musholla dan kamar mandi memiliki nilai yang cukup besar, terlihat dari warna kuning dan merah keoranyean yang mendominasi dinding. Dinding musholla dan kamar mandi tampak lebih banyak memiliki warna kuning daripada ruangan yang lain yang berarti nilai radiasi matahari pada dinding ruangan ini mencapai 1800 - 2000Wh. Untuk dinding gudang dan area tangga pada lantai ini cukup terlindungi dengan nilai radiasinya tidak lebih dari 200Wh.

- lantai 2 - 4

Pada lantai ini unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4, terlihat dari

warna kuning dan merah keoranyean yang mendominasi pada dinding. Dominasi warna kuning lebih besar terdapat pada dinding unit hunian dan area tangga. Pada area tangga keberadaan jendela yang cukup lebar memanjang dari lantai 2 - 4 memungkinkan masuknya radiasi secara langsung pada ruangan ini. Nilai radiasi matahari mencapai 2000Wh, nampaknya shading horizontal yang ada pada fasade yang menghadap utara ini masih dapat dilalui panas karena posisi matahari yang berada pada arah utara.

Block B

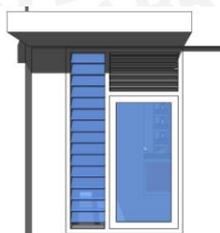
- lantai 1

Pada dinding ruang pertemuan, area tangga dan ruang kesehatan terlihat memiliki nilai radiasi yang cukup besar, warna kuning dan merah keoranyean mendominasi dinding. Dinding area tangga terkena radiasi lebih banyak tampak dari warna kuning yang mendominasi. Hal ini berarti nilai radiasi matahari pada dinding area ini mencapai 2000Wh.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini terlihat dari warna kuning dan merah keoranyean yang mendominasi. Dominasi warna kuning lebih besar terdapat pada dinding unit hunian dan area tangga, berarti nilai radiasinya 2000Wh. Nilai radiasinya lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Pada area tangga keberadaan jendela yang cukup lebar memanjang dari lantai 2 - 4 memungkinkan masuknya radiasi secara langsung pada area ini.

Average value pada sisi fasade yang menghadap Barat

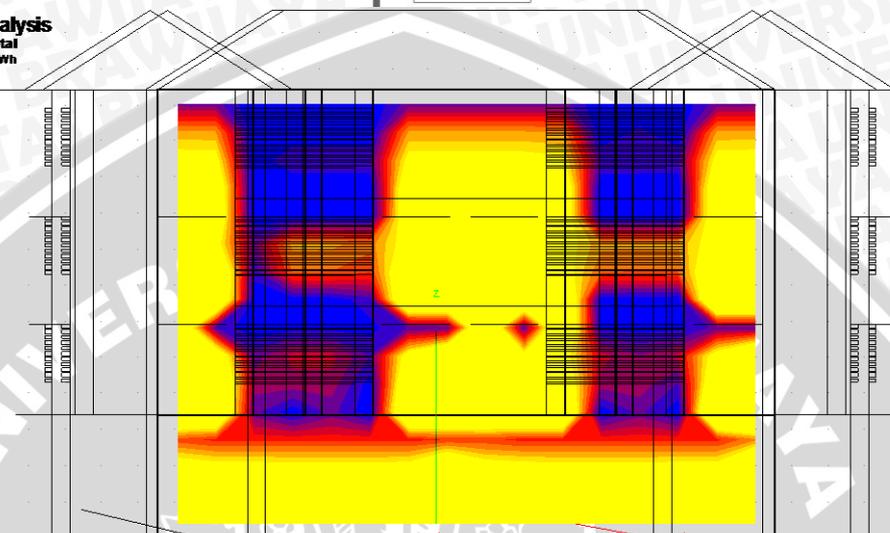


simulasi model pola
pembayangan pkl
16.00

Insolation Analysis
Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of 200 Wh
© ECOTECT VS



eksisting pola
pembayangan
pkl 16.00



Dalam kurun waktu 1 bulan = 1714.37 Wh

Average value pada sisi fasade yang menghadap Timur

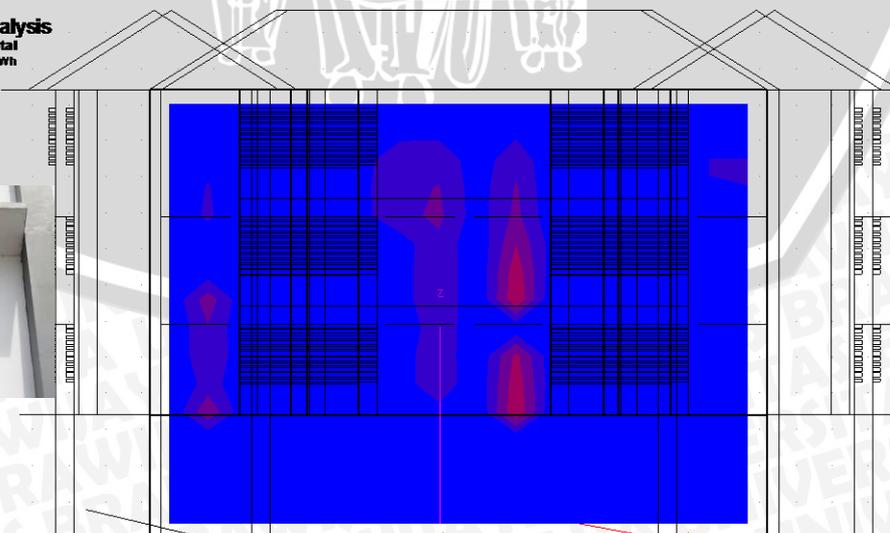


simulasi model pola
pembayangan pkl
09.00

Insolation Analysis
Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of 200 Wh
© ECOTECT VS



eksisting pola
pembayangan
pkl 09.00



Dalam kurun waktu 1 bulan = 81.06 Wh

Gambarl 4.29. Simulasi Bulan Juni Sisi Barat dan Timur
sumber : hasil analisis



Hasil simulasi yang didapat memperlihatkan bahwa pada sisi fasade yang menghadap barat pada bulan juni rata-rata nilainya mencapai 1714.37Wh.

- lantai 1

Pada dinding kantin, dapur kantin dan ruang pompa terkena radiasi yang paling besar. Warna kuning yang mendominasi dinding berarti nilai radiasinya mencapai lebih dari 2000Wh, sehingga pada bulan ini ruang-ruang ini sangat berpotensi memiliki panas yang berlebih, dengan adanya radiasi matahari yang sangat tinggi pada fasade dinding ini. Keberadaan bukaan jendela yang cukup lebar serta pintu pada sisi ini memungkinkan masuknya radiasi matahari secara langsung. Adanya peneduh baik berupa pepohonan maupun penambahan *shading* akan sangat membantu mengurangi banyaknya radiasi yang menerpa langsung pada dinding ini.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding ruang unit hunian pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang paling besar, lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4, terlihat dari warna kuning dan merah keoranyean yang mendominasi, yang berarti nilai radiasinya mencapai lebih dari 2000Wh. Hal ini berpotensi menyebabkan panas yang berlebih pada ruangan ini. Adanya peneduh baik berupa pepohonan maupun penambahan *shading* akan sangat membantu mengurangi banyaknya radiasi yang menerpa langsung pada dinding ini.

Untuk sisi fasade yang menghadap timur pada bulan ini rata-rata nilainya mencapai 81.06Wh.

- lantai 1

Pada dinding ruang pompa, gudang dan dapur terlihat lebih sedikit terkena radiasi matahari, terlihat dari warna biru yang dominan pada dinding ini nilai radiasinya antara 0 - 200Wh. Hal ini dikarenakan tepat di depan fasade ini terdapat semacam atap lengkung peneduh parkir bus yang meneduhi area ini.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding unit hunian pada lantai 2 - 4 cukup terlindungi sepanjang bulan ini, terlihat dari warna biru yang dominan pada dinding ini, tetapi hanya sebagian unit hunian yang nilai radiasinya mencapai antara 600 – 800Wh. Hal ini terlihat dari warna keunguan pada dinding.

Insolation Analysis

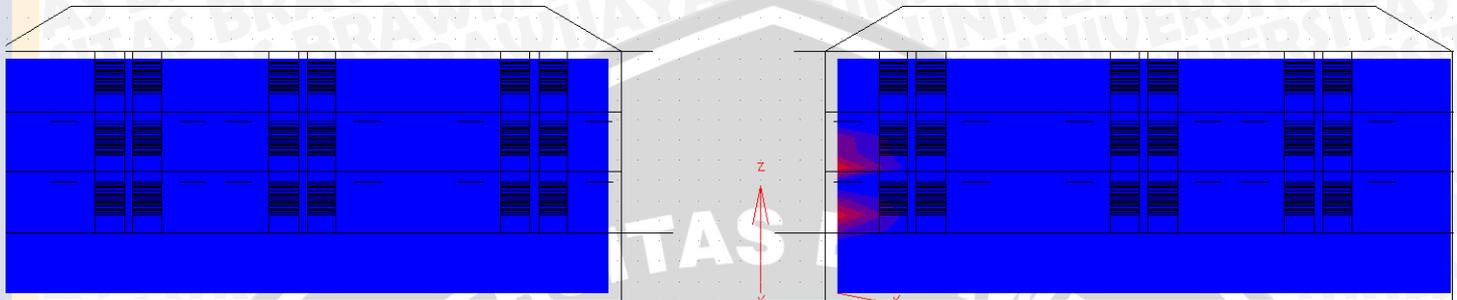
Average Daily Total

Contour Range: 0 - 2000 Wh

In Steps of: 200 Wh

© ECOTECH v5

Average value pada sisi fasade yang menghadap Utara (sisi dalam)



Dalam kurun waktu 1 bulan = 22.62 Wh

Insolation Analysis

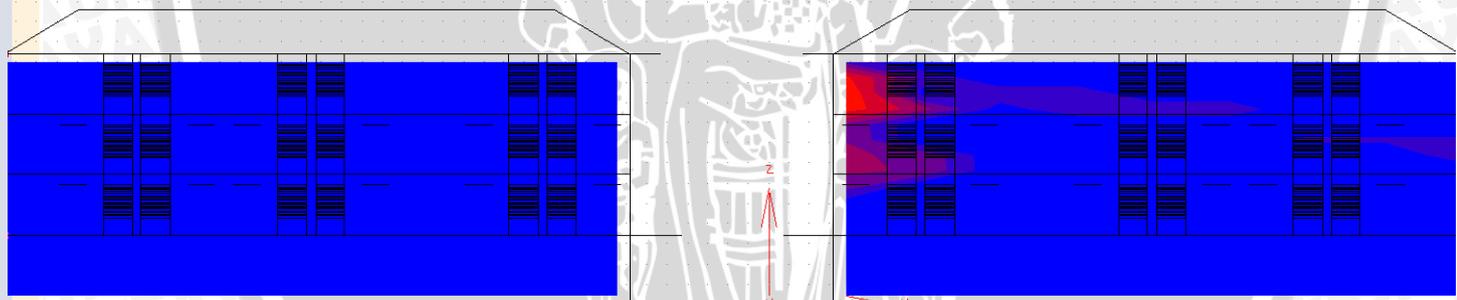
Average Daily Total

Contour Range: 0 - 2000 Wh

In Steps of: 200 Wh

© ECOTECH v5

Average value pada sisi fasade yang menghadap Selatan (sisi dalam)



Dalam kurun waktu 1 bulan = 51.46 Wh

Gambarl 4.30. Simulasi Bulan Juni Sisi Dalam Utara dan Selatan
sumber : hasil analisis

Hasil simulasi yang didapat memperlihatkan bahwa pada sisi fasade yang menghadap utara sisi dalam secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan juni rata-rata nilainya mencapai 22.62Wh.

Block A

- lantai 1 - 4

Pada fasade dinding bagian ini seluruh ruangan yang ada lebih sedikit terkena radiasi matahari, sehingga cukup terlindungi sepanjang bulan ini. Warna biru yang dominan pada dinding berarti nilai radiasinya hanya kisaran 0 - 200Wh.

Block B

- lantai 1

Pada lantai ini terlihat warna biru mendominasi yang artinya semua ruangan di lantai ini cukup terlindungi sepanjang bulan ini. Nilai radiasinya tidak akan lebih dari 200Wh.

- lantai 2 - 4

Pada dinding fasade dinding bagian ini seluruh ruangan yang ada lebih sedikit terkena radiasi matahari, sehingga cukup terlindungi. Warna biru sangat dominan pada dinding, hanya pada unit hunian paling kiri di lantai 2 dan 3 terdapat warna ungu sampai oranye pada dinding yang berarti nilai radiasinya mencapai 1000Wh, tetapi sebagian kecil saja.

Untuk sisi fasade yang menghadap selatan sisi dalam secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan ini rata-rata nilainya mencapai 51.46Wh.

Block A

- lantai 1 – 4

Pada fasade dinding yang menghadap selatan sisi dalam ini semua ruangan di sini terlihat lebih sedikit terkena radiasi matahari sepanjang bulan ini. Hal ini terlihat dari warna biru yang mendominasi, yang berarti nilai radiasinya antara 0 – 200Wh.

Block B

- lantai 1

Pada lantai ini warna biru paling dominan, yang artinya dinding ruangan seperti ruang pertemuan, area tangga dan ruang kesehatan cukup terlindungi sepanjang bulan ini,.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding ruang unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 – 4, warna biru terlihat mendominasi, tetapi pada unit hunian paling kiri dan sebagian di lantai 3 dan 4 nilai radiasinya mencapai 1200Wh dan 400Wh.

Dari perbandingan 6 fasade pada bulan juni ini radiasi terbesar terdapat pada fasade sebelah barat yang seluruh ruangan di sini menerima radiasi paling tinggi yang nilainya lebih dari 2000Wh. Terbesar kedua adalah fasade sebelah utara yang nilai radiasinya mencapai 2000Wh, ini disebabkan oleh garis edar matahari yang berada di sebelah utara.

Untuk fasade yang terkena radiasi matahari paling kecil adalah fasade sisi dalam yang menghadap ke arah utara dengan nilai radiasi tidak lebih dari 400Wh. Untuk fasade sisi dalam yang menghadap utara sepanjang bulan ini cukup terlindungi dengan nilai radiasi terbesar 1000Wh, tetapi hanya sebagian kecil saja.

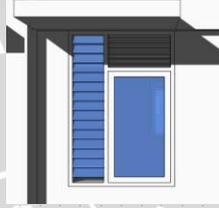
c. Bulan Desember

Insolation Analysis
Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of: 200 Wh
© ECOTECH v5

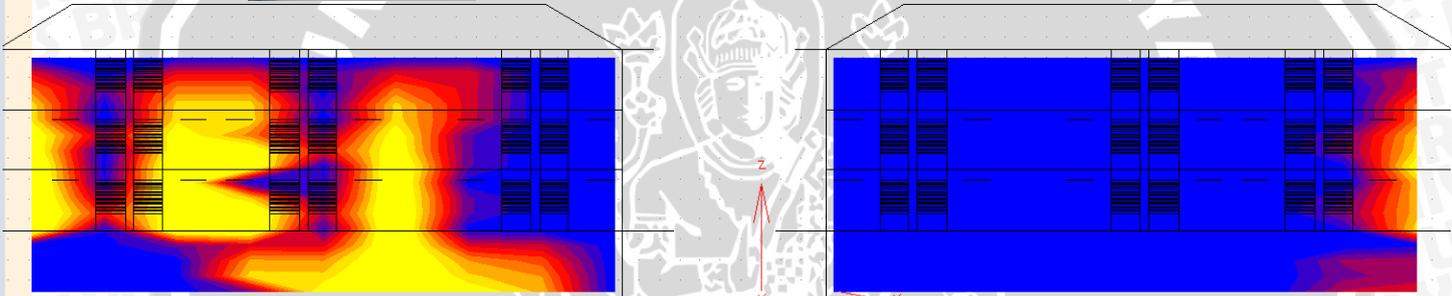
Average value pada sisi fasade yang menghadap Selatan



eksisting pola pembayangan pkl 16.00



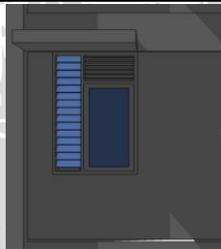
simulasi model pola pembayangan pkl 16.00



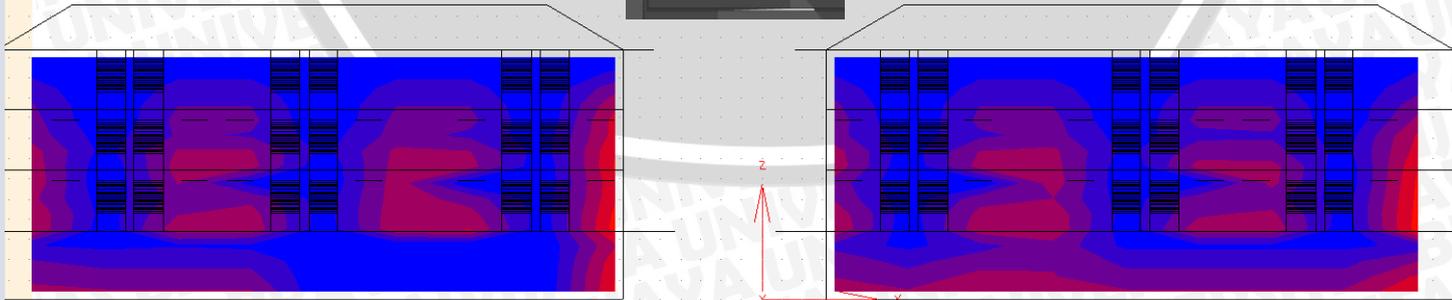
Dalam kurun waktu 1 bulan = 577.09 Wh

Insolation Analysis
Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of: 200 Wh
© ECOTECH v5

Average value pada sisi fasade yang menghadap Utara



simulasi model pola pembayangan pkl 09.00



Dalam kurun waktu 1 bulan = 362.25 Wh

Gambarl 4.31. Simulasi Bulan Desember Sisi Selatan dan Utara
sumber : hasil analisis

Pada bulan ini matahari berada di sebelah selatan khatulistiwa. Hasil simulasi yang didapat memperlihatkan bahwa pada sisi fasade yang menghadap selatan secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan Desember rata-rata nilainya mencapai 577.09Wh.

Block A

- lantai 1

Pada dinding ruang tunggu, ruang tata usaha, area tangga, ruang pertemuan dan sebagian kecil kantin terlihat radiasi matahari memiliki nilai yang besar, warna merah keoranyean sampai kuning mendominasi dinding. Dinding area tangga tampak lebih banyak didominasi warna kuning daripada ruang yang lain yang nilai radiasinya mencapai 2000Wh, sehingga pada bulan ini ruangan ini sangat berpotensi memiliki panas yang berlebih, maka adanya peneduh baik berupa pepohonan maupun penambahan shading akan sangat membantu mengurangi banyaknya radiasi yang menerpa langsung pada dinding ini.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding ruang unit hunian, area tangga dan ruang setrika pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini terlihat dari warna kuning dan merah keoranyean yang cukup dominan. Dominasi warna kuning lebih besar terdapat pada dinding unit hunian daripada dinding ruangan yang lain, yang berarti nilai radiasinya mencapai lebih dari 2000Wh yang berpotensi menyebabkan panas yang berlebih pada ruangan ini. Hal ini dikarenakan posisi matahari yang berada di selatan, dengan demikian nampaknya shading horizontal di atas jendela masih dapat dilalui panas. Pada area tangga keberadaan jendela yang cukup lebar memanjang dari lantai 2 – 4 memungkinkan masuknya radiasi secara langsung pada ruangan ini. Untuk dinding hunian paling kanan pada lantai 2 - 4 cukup terlindungi, yang berarti nilai radiasinya tidak akan lebih dari 200Wh.

Block B

- lantai 1

Pada lantai ini warna biru sangat dominan, artinya dinding ruangan seperti ruang pertemuan, area tangga, kamar mandi dan gudang cukup terlindungi, tetapi sebagian ruang pertemuan pada sisi paling kanan radiasi terbesar antara 800 - 1000Wh pada bukaan jendelanya.

- lantai 2 - 4

Pada lantai ini warna biru mendominasi yang artinya dinding ruangan seperti ruangan unit hunian dan area tangga terkena lebih sedikit radiasi matahari. Untuk sebagian unit hunian paling kanan dan ruang setrika di lantai 2 dan 3 radiasi terbesar mencapai 2000Wh, tetapi hanya sebagian kecil saja yang paling kanan.

Untuk sisi fasade yang menghadap utara secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan ini rata-rata nilainya mencapai 362.25Wh.

Block A

- lantai 1

Pada dinding ruang manager, musholla dan kamar mandi terlihat warna ungu sampai keoranyean yang mendominasi dinding ruangan tersebut. Dinding ruang manager tampak lebih banyak memiliki warna keoranyean daripada ruang yang lainnya, berarti nilai radiasi matahari pada dinding area ini mencapai 1000Wh. Untuk gudang dan area tangga cukup terlindungi, ditandai dengan warna biru yang dominan pada ruang – ruang tersebut.

- lantai 2 - 4

Pada lantai ini dinding unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini terlihat dari warna biru keunguan sampai keoranyean yang mendominasi. Dominasi warna oranye lebih besar terdapat pada dinding unit hunian paling kanan lebih banyak daripada dinding yang berwarna biru keunguan pada ruangan yang lain.

Block B

- lantai 1

Pada dinding ruang pertemuan, area tangga dan ruang kesehatan terlihat warna biru keunguan sampai merah keoranyean mendominasi dinding. Dinding ruang pertemuan tampak lebih banyak memiliki warna oranye daripada area tangga dan ruang kesehatan didominasi biru keunguan. Hal ini berarti nilai radiasi matahari pada dinding area ini mencapai 1200Wh.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4, terlihat dari warna merah keoranyean yang mendominasi pada unit hunian paling kanan daripada ruang lain yang didominasi warna biru keunguan. Nilai radiasinya mencapai antara 1000 – 1200Wh.

Average value pada sisi fasade yang menghadap Barat

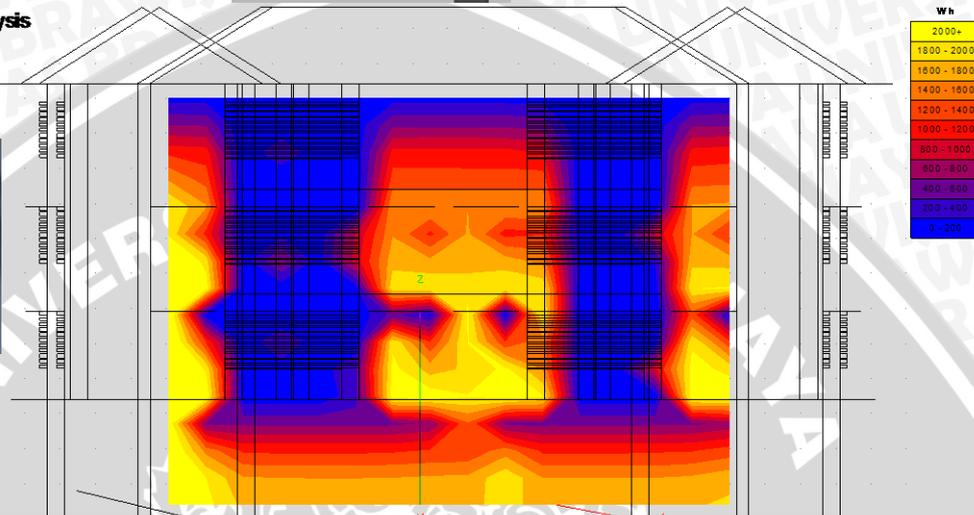


simulasi model pola pembayangan pkl 16.00

Insolation Analysis
Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of: 200 Wh
© ECOTECT v2



eksisting pola pembayangan pkl 16.00



Dalam kurun waktu 1 bulan = 998.61 Wh

Average value pada sisi fasade yang menghadap Timur

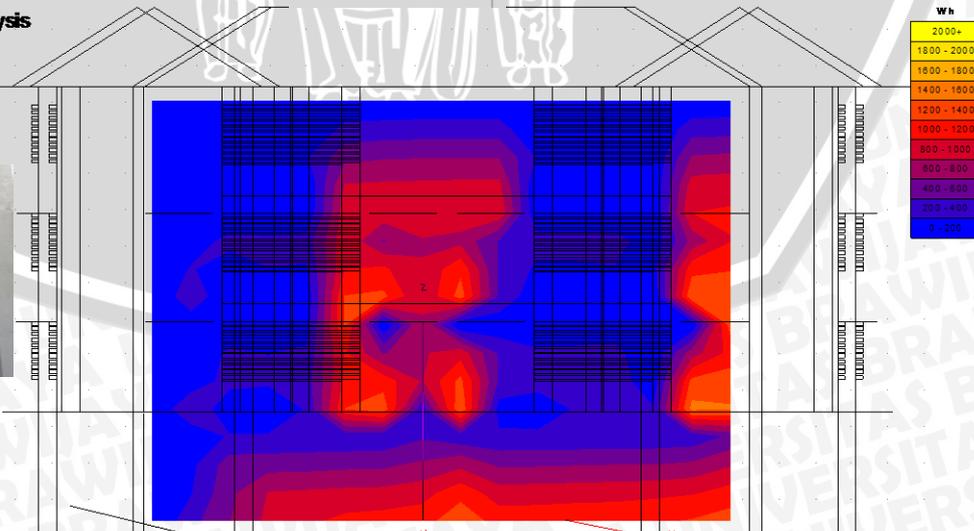


simulasi model pola pembayangan pkl 09.00

Insolation Analysis
Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of: 200 Wh
© ECOTECT v2



eksisting pola pembayangan pkl 09.00



Dalam kurun waktu 1 bulan = 411.06 Wh

Gambar 4.32. Simulasi Bulan Desember Sisi Barat dan Timur sumber : hasil analisis



Hasil simulasi yang didapat memperlihatkan bahwa pada sisi fasade yang menghadap barat pada bulan Desember rata-rata nilainya mencapai 998.61 Wh.

- lantai 1

Pada dinding kantin, dapur kantin dan ruang pompa terlihat radiasi matahari memiliki nilai yang cukup besar, warna kuning dan merah keoranyeanyan mendominasi dinding. Dominasi warna kuning tampak di dinding ruang pompa dan sebagian kantin yang paling kiri, yang berarti nilai radiasinya mencapai 2000Wh, sehingga pada bulan ini ruang-ruang ini berpotensi memiliki panas yang berlebih. Adanya peneduh baik berupa pepohonan maupun penambahan shading akan sangat membantu mengurangi banyaknya radiasi yang menerpa langsung pada dinding ini.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding ruang unit hunian pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang besar, lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4, terlihat dari warna kuning dan merah keoranyeanyan yang mendominasi, yang berarti nilai radiasinya mencapai yang terendah 1800Wh dan tertinggi 2000Wh. Hal berpotensi menyebabkan panas yang berlebih pada ruangan ini. , dengan adanya radiasi matahari yang sangat tinggi pada fasade dinding ini. Adanya peneduh baik berupa pepohonan maupun penambahan shading akan sangat membantu mengurangi banyaknya radiasi yang menerpa langsung pada dinding ini.

Untuk sisi fasade yang menghadap timur pada bulan ini rata-rata nilainya mencapai 411.06Wh.

- lantai 1

Pada dinding ruang pompa, gudang dan dapur terlihat radiasi matahari memiliki nilai yang cukup besar, warna merah keoranyeanyan mendominasi dinding. Dinding ruang pompa dan sebagian gudang paling kiri bawah tampak lebih banyak memiliki warna oranye daripada ruang yang lainnya, berarti nilai radiasi matahari mencapai 1400Wh.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding unit hunian pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini terlihat dari warna merah keoranyeanyan yang mendominasi, yang artinya nilai radiasinya mencapai 1200 - 1400Wh, tetapi untuk dinding unit hunian paling kiri hanya mencapai 400Wh.

Insolation Analysis

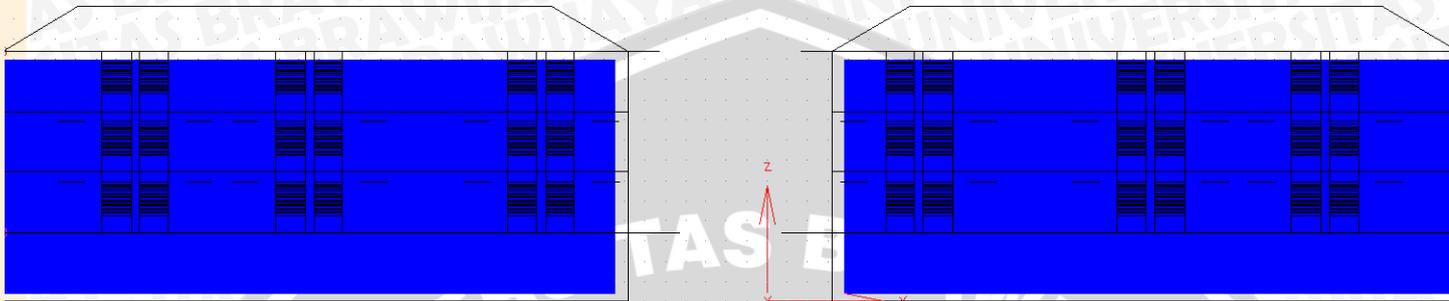
Average Daily Total

Contour Range: 0 - 2000 Wh

In Steps of: 200 Wh

© ECOTECH v5

Average value pada sisi fasade yang menghadap Utara (sisi dalam)



Dalam kurun waktu 1 bulan = 10.85 Wh

Insolation Analysis

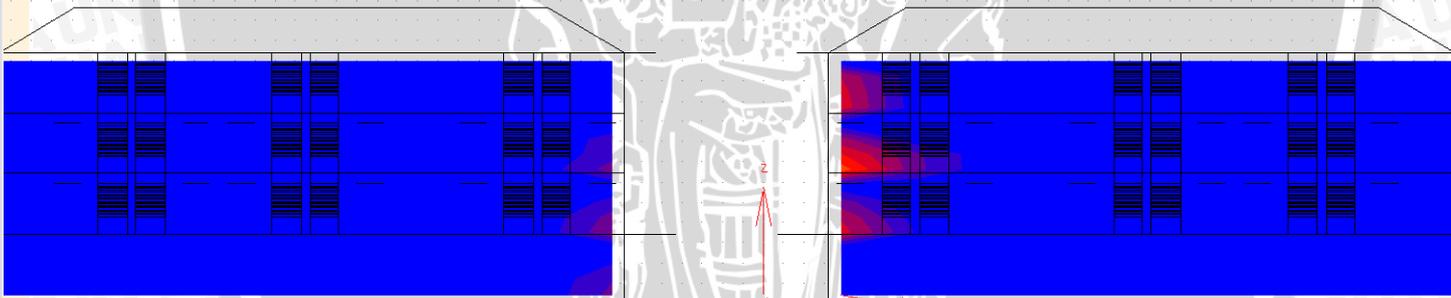
Average Daily Total

Contour Range: 0 - 2000 Wh

In Steps of: 200 Wh

© ECOTECH v5

Average value pada sisi fasade yang menghadap Selatan (sisi dalam)



Dalam kurun waktu 1 bulan = 47.43 Wh

Gambar1 4.33. Simulasi Bulan Desember Sisi Dalam Utara dan Selatan

sumber : hasil analisis

Hasil simulasi yang didapat memperlihatkan bahwa pada sisi fasade yang menghadap utara sisi dalam secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan desember rata-rata nilainya mencapai 10.85Wh.

Block A dan B

- lantai 1 – 4

Pada semua lantai di kedua block warna biru mendominasi artinya semua dinding ruangan pada fasade ini cukup terlindungi sepanjang bulan ini. Hal ini dikarenakan

adanya *secondary roof* yang berupa atap lengkung berlapis polycarbonat dan fiberglas transparan gelap pada fasade sisi dalam ini.

Untuk sisi fasade yang menghadap selatan sisi dalam secara keseluruhan (block A dan B) pada bulan ini rata-rata nilainya mencapai 81.79Wh.

Block A

- lantai 1 – 4

Pada fasade dinding yang menghadap selatan sisi dalam ini semua ruangan di sini cukup terlindungi sepanjang bulan ini. Hal ini terlihat dari warna biru yang mendominasi, yang berarti nilai radiasinya antara 0 – 200Wh, tetapi hanya unit hunian paling kanan pada lantai 2 – 3 dan sebagian ruang manager paling kanan bawah yang terdapat bukaan pintu yang nilai radiasinya mencapai 600Wh.

Block B

- lantai 1

Pada lantai ini warna biru mendominasi artinya dinding ruangan seperti ruang pertemuan, area tangga dan ruang kesehatan cukup terlindungi sepanjang bulan ini, berarti nilai radiasinya tidak akan lebih dari 200Wh.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding ruang unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 – 4, warna biru terlihat mendominasi, tetapi pada tangga dan unit hunian lantai 2 dan 3 nilai radiasinya mencapai 600 - 800Wh dan 1200 - 1400Wh.

Dari perbandingan 6 fasade pada bulan desember ini radiasi terbesar terdapat pada fasade sebelah barat yang mayoritas ruangan di sini menerima radiasi paling banyak yang nilainya lebih dari 2000Wh. Terbesar kedua adalah fasade sebelah selatan yang nilai radiasinya mencapai 1800Wh dan yang terbesar 2000Wh, ini disebabkan oleh garis edar matahari yang berada di sebelah selatan. Untuk fasade yang terkena radiasi matahari paling kecil adalah fasade sisi dalam yang menghadap ke arah utara dengan nilai radiasi tidak lebih dari 200Wh.

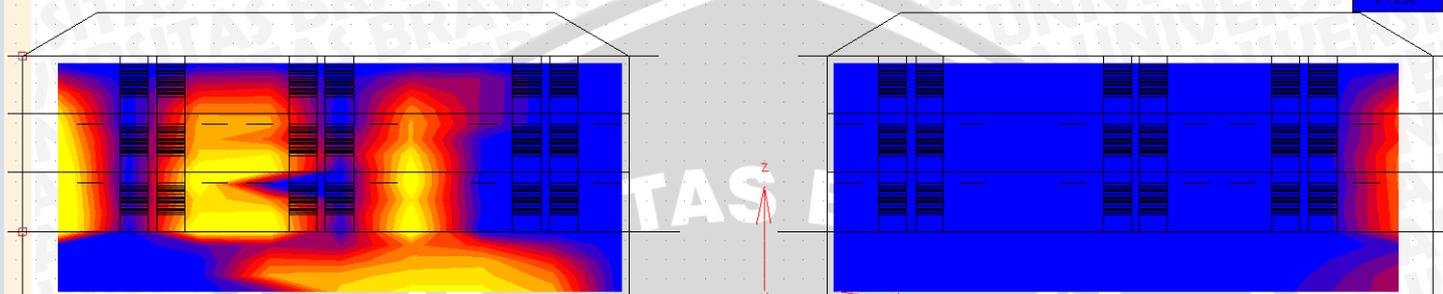
d. Full Year

Insolation Analysis

Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of: 200 Wh
● ECOTECH v5

Wh
2000+
1800 - 2000
1600 - 1800
1400 - 1600
1200 - 1400
1000 - 1200
800 - 1000
600 - 800
400 - 600
200 - 400
0 - 200

Average value pada sisi fasade yang menghadap Selatan



Dalam kurun waktu 1 tahun = 464.83 Wh

Gambarl 4.34. Simulasi Satu Tahun Sisi Selatan
sumber : hasil analisis

Setelah membandingkan radiasi matahari pada bulan tertentu, dilakukan simulasi solar insolation sepanjang tahun. Dari hasil simulasi ini didapatkan hasil pada fasade sebelah selatan secara keseluruhan (block A dan B) rata - rata dalam satu tahun adalah 464.83Wh.

Block A

- lantai 1

Pada dinding ruang tunggu, ruang tata usaha, area tangga dan ruang pertemuan terlihat warna kuning dan merah keoranyean yang mendominasi dinding, dengan nilai radiasi terbesar mencapai 2000Wh pada area tangga. Untuk ruang tunggu yang terletak paling kanan dan kantin paling kiri tampak didominasi warna biru, tetapi sebagian dinding ruang ini nilai radiasi terbesar sepanjang tahun mencapai 800Wh.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding unit hunian, area tangga dan ruang setrika pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang cukup besar, lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini terlihat dari warna kuning dan merah keoranyean yang mendominasi. Dominasi warna kuning lebih besar terdapat pada dinding ruang setrika dan unit hunian daripada dinding ruangan yang lain. Nilai radiasi pada kedua ruangan itu terbesar sepanjang tahun mencapai 2000Wh, tetapi untuk dinding unit hunian paling kanan di lantai 2 – 4 nilai radiasinya hanya antara 0 – 200Wh.

Block B

- lantai 1

Pada lantai ini warna biru mendominasi, artinya dinding ruangan seperti ruang pertemuan, area tangga, kamar mandi dan gudang cukup terlindungi, tetapi sebagian ruang pertemuan pada sisi paling kanan radiasi terbesar sepanjang tahun mencapai 800Wh.

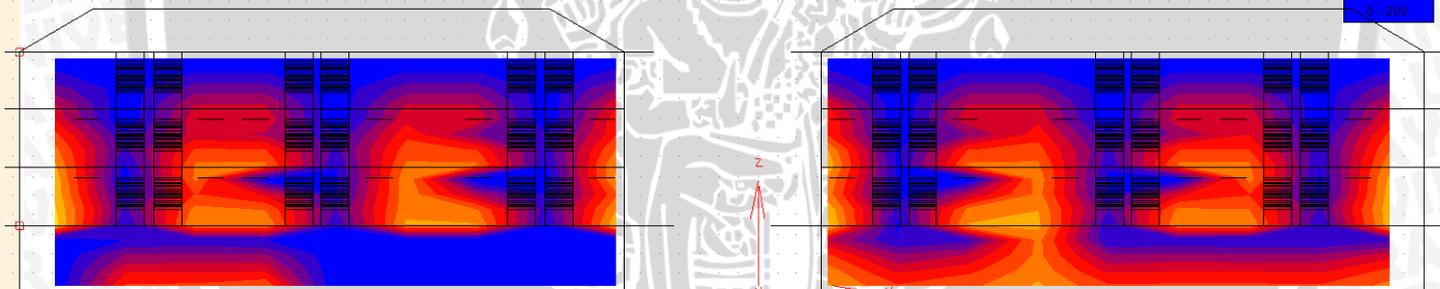
- lantai 2 - 4

Pada lantai ini warna biru mendominasi yang artinya dinding ruangan seperti ruangan unit hunian dan area tangga cukup terlindungi sepanjang tahun, tetapi untuk sebagian unit hunian paling kanan dan ruang setrika di lantai 2 dan 3 radiasi terbesarnya mencapai 1200Wh dan 1400Wh.

Insolation Analysis

Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of: 200 Wh
© ECOTECT v5

Average value pada sisi fasade yang menghadap Utara



Dalam kurun waktu 1 tahun = 682.07 Wh

Gambarl 4.35. Simulasi Satu Tahun Sisi Utara
sumber : hasil analisis

Untuk sisi fasade yang menghadap utara secara keseluruhan (block A dan B) sepanjang tahun rata-rata nilainya mencapai 682.07Wh.

Block A

- lantai 1

Pada dinding musholla dan kamar mandi memiliki nilai yang cukup besar, terlihat dari warna merah keoranyean yang mendominasi dinding, artinya nilai radiasi matahari terbsar sepanjang tahun pada dinding ruangan ini mencapai 1400Wh. Untuk dinding ruang manager, gudang dan area tangga pada lantai ini cukup terlindungi sepanjang tahun dengan nilai radiasi tidak lebih dari 200Wh.

- lantai 2 - 4

Pada lantai ini unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4, terlihat dari warna merah keoranyean yang mendominasi pada dinding. Dominasi warna oranye lebih besar terdapat pada dinding unit hunian dan area tangga. Pada area tangga keberadaan jendela yang cukup lebar memanjang dari lantai 2 – 4 memungkinkan masuknya radiasi secara langsung pada ruangan ini. Nilai radiasi matahari terbesar sepanjang tahun mencapai 1600Wh.

Block B

- lantai 1

Pada dinding ruang pertemuan, area tangga dan ruang kesehatan terlihat memiliki nilai radiasi yang cukup besar, warna merah keoranyean mendominasi dinding. Dinding area tangga terkena radiasi lebih banyak tampak dari warna merah keoranyean yang mendominasi. Hal ini berarti nilai radiasi matahari terbesar sepanjang tahun pada dinding area ini mencapai lebih dari 1600Wh.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Hal ini terlihat dari warna merah keoranyean yang mendominasi. Dominasi warna merah keoranyean lebih besar terdapat pada dinding unit hunian dan area tangga, berarti nilai radiasi terbesar sepanjang tahun mencapai 1600Wh. Nilai radiasi ini lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4. Pada area tangga keberadaan jendela yang cukup lebar memanjang dari lantai 2 – 4 memungkinkan masuknya radiasi secara langsung pada area ini.

Average value pada sisi fasade yang menghadap Barat

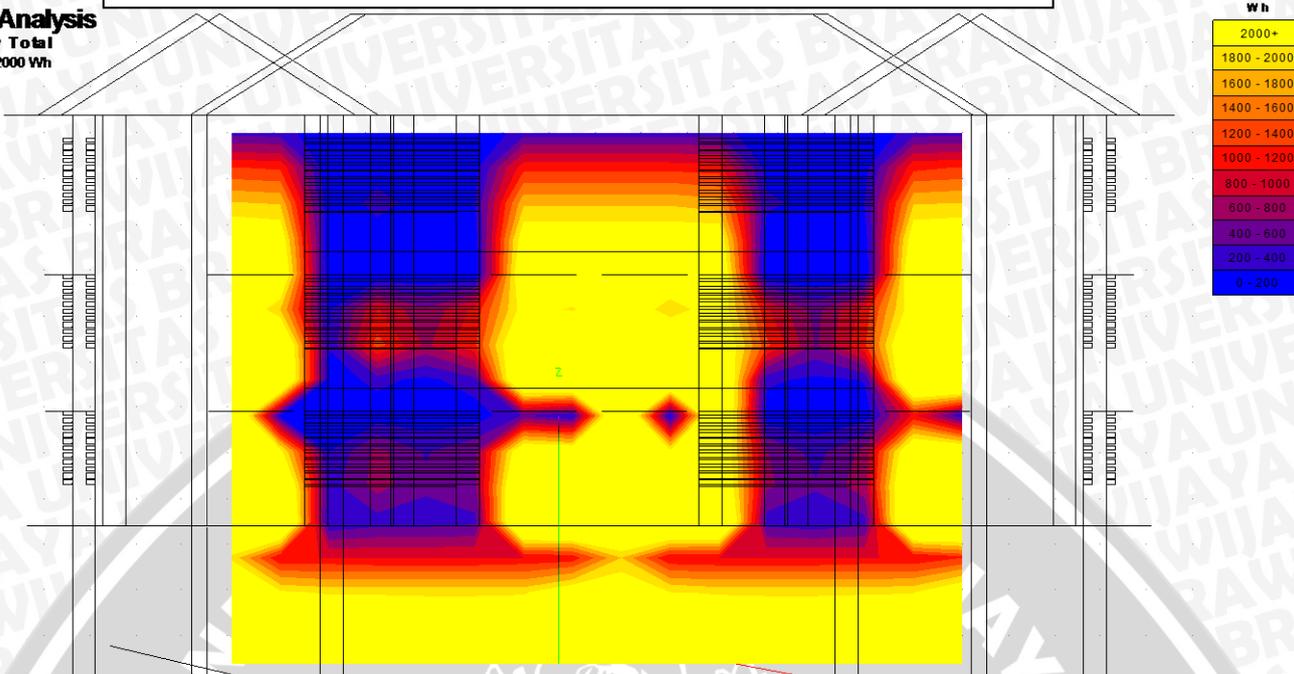
Insolation Analysis

Average Daily Total

Contour Range: 0 - 2000 Wh

In Steps of: 200 Wh

© ECOTECH v5



Dalam kurun waktu 1 tahun = 1516.31 Wh

Gambarl 4.36. Simulasi Satu Tahun Sisi Barat
sumber : hasil analisis

Hasil simulasi yang didapat memperlihatkan bahwa pada sisi fasade yang menghadap barat sepanjang tahun rata-rata nilainya mencapai 1516.31Wh.

- lantai 1

Pada dinding kantin, dapur kantin dan ruang pompa terkena radiasi yang paling besar. Warna kuning yang mendominasi dinding berarti nilai radiasi mencapai lebih dari 2000Wh, sehingga sepanjang tahun ruang-ruang ini sangat berpotensi memiliki panas yang berlebih. Keberadaan bukaan jendela yang cukup lebar serta pintu pada sisi ini memungkinkan masuknya radiasi matahari secara langsung. Adanya peneduh baik berupa pepohonan maupun penambahan *shading* akan sangat membantu mengurangi banyaknya radiasi yang menerpa langsung pada dinding ini.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding ruang unit hunian pada lantai 2 dan 3 menerima radiasi matahari yang paling besar, lebih besar daripada ruangan yang sama di lantai 4, terlihat dari warna kuning dan merah keoranyean yang mendominasi, yang berarti nilai radiasi terbesar sepanjang tahun mencapai lebih dari 2000Wh. Hal ini berpotensi menyebabkan panas yang berlebih pada ruangan ini. Adanya peneduh baik berupa

pepohonan maupun penambahan *shading* akan sangat membantu mengurangi banyaknya radiasi yang menerpa langsung pada dinding ini.

Average value pada sisi fasade yang menghadap Timur

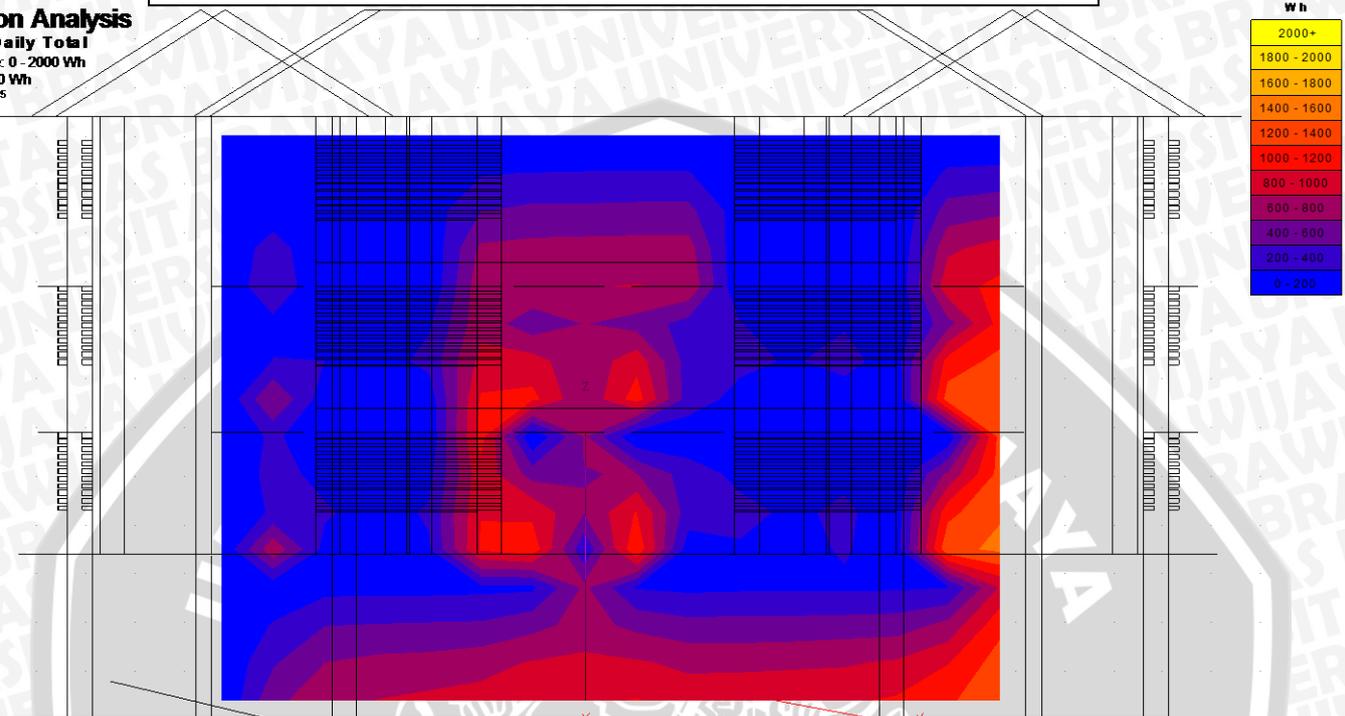
Insolation Analysis

Average Daily Total

Contour Range: 0 - 2000 Wh

In Steps of: 200 Wh

● ECOTECT v5



Dalam kurun waktu 1 tahun = 393.20 Wh

Gambarl 4.37. Simulasi Satu Tahun Sisi Timur
sumber : hasil analisis

Untuk sisi fasade yang menghadap timur sepanjang tahun rata-rata nilainya mencapai 393.20Wh.

- lantai 1

Pada dinding ruang pompa, gudang dan dapur terlihat warna ungu dan merah keoranyean yang dominan pada dinding ini. Warna keoranyean lebih banyak terdapat pada dinding ruang pompa yang nilai radiasi terbesar sepanjang tahun antara 1200 - 1400Wh, tetapi hanya sebagian kecil. Hal ini dikarenakan tepat di depan fasade ini terdapat semacam atap lengkung peneduh parkir bus yang meneduhi area ini.

- lantai 2 – 4

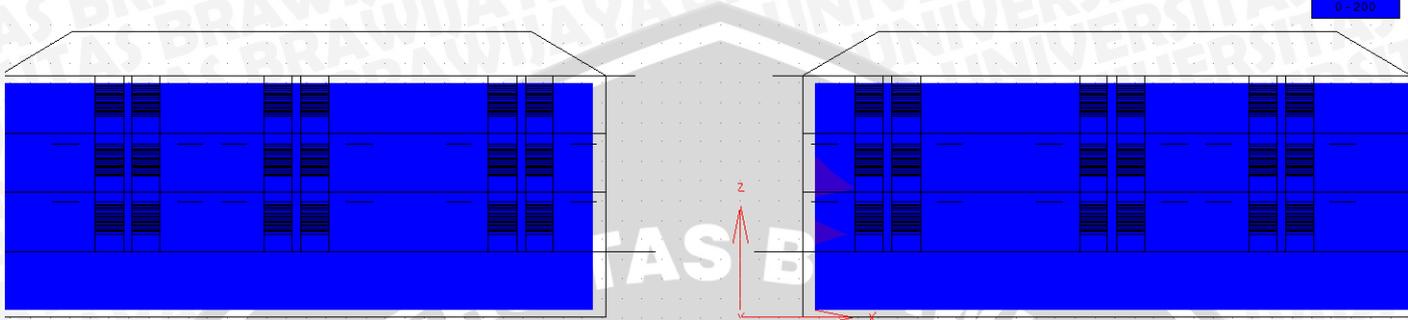
Pada lantai ini dinding unit hunian pada lantai 2 – 4 terlihat warna biru yang dominan pada dinding ini, tetapi hanya sebagian unit hunian paling kanan dan tengah yang nilai radiasi terbesar sepanjang tahun mencapai antara 1200 – 1400Wh. Hal ini terlihat dari warna keoranyean pada dinding.

Insolation Analysis

Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of: 200 Wh
• ECOTECH v5

Average value pada sisi fasade yang menghadap Utara (sisi dalam)

Wh
2000+
1800 - 2000
1600 - 1800
1400 - 1600
1200 - 1400
1000 - 1200
800 - 1000
600 - 800
400 - 600
200 - 400
0 - 200



Dalam kurun waktu 1 tahun = 16.05 Wh

Gambar 4.38. Simulasi Satu Tahun Sisi Dalam Utara
sumber : hasil analisis

Hasil simulasi yang didapat memperlihatkan bahwa pada sisi fasade yang menghadap utara sisi dalam secara keseluruhan (block A dan B) sepanjang tahun rata-rata nilai radiasinya mencapai 16.05Wh.

Block A

- lantai 1 - 4

Pada fasade dinding bagian ini seluruh ruangan yang ada lebih sedikit terkena radiasi matahari, sehingga cukup terlindungi sepanjang tahun. Warna biru yang dominan pada dinding berarti nilai radiasinya hanya kisaran 0 - 200Wh. Hal ini dikarenakan adanya *secondary roof* yang berupa atap lengkung berlapis polycarbonat dan fiberglas transparan gelap pada fasade sisi dalam ini.

Block B

- lantai 1 - 4

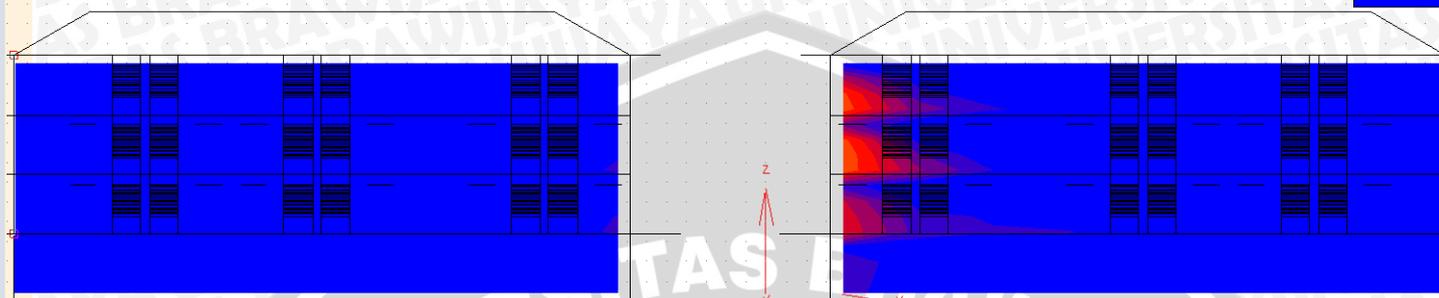
Pada dinding fasade dinding bagian ini seluruh ruangan yang ada lebih sedikit terkena radiasi matahari, sehingga cukup terlindungi sepanjang tahun. Warna biru sangat dominan pada dinding, hanya pada unit hunian paling kiri di lantai 2 dan 3 terdapat warna ungu pada dinding yang berarti nilai radiasinya mencapai 400Wh, tetapi sebagian kecil saja.

Insolation Analysis

Average Daily Total
Contour Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of: 200 Wh
© ECOTECT v5

Wh
2000+
1800 - 2000
1600 - 1800
1400 - 1600
1200 - 1400
1000 - 1200
800 - 1000
600 - 800
400 - 600
200 - 400
0 - 200

Average value pada sisi fasade yang menghadap Selatan (sisi dalam)



Dalam kurun waktu 1 tahun = 71.45 Wh

Gambarl 4.39. Simulasi Satu Tahun Sisi Dalam Selatan
sumber : hasil analisis

Untuk sisi fasade yang menghadap selatan sisi dalam secara keseluruhan (block A dan B) sepanjang tahun rata-rata nilainya mencapai 71.45Wh.

Block A

- lantai 1 – 4

Pada fasade dinding yang menghadap selatan sisi dalam ini semua ruangan di sini terlihat lebih sedikit terkena radiasi matahari sepanjang tahun. Hal ini terlihat dari warna biru yang mendominasi, hanya sebagian kecil dinding unit hunian paling kanan terlihat warna ungu yang berarti nilai radiasi terbesar mencapai 400Wh.

Block B

- lantai 1

Pada lantai ini warna biru paling dominan, yang artinya dinding ruangan seperti ruang pertemuan, area tangga dan ruang kesehatan cukup terlindungi sepanjang tahun, hanya sebagian kecil di ruang pertemuan paling kiri radiasinya mencapai 400Wh.

- lantai 2 – 4

Pada lantai ini dinding ruang unit hunian, area tangga dan dapur pada lantai 2 - 4, warna biru terlihat mendominasi, tetapi pada unit hunian paling kiri di lantai 2 - 4 nilai radiasinya mencapai 1400Wh.

Dari perbandingan hasil simulasi sepanjang tahun pada ke- 6 fasade ini radiasi terbesar terdapat pada fasade sebelah barat yang mayoritas ruangan di sini menerima radiasi paling banyak yang nilainya lebih dari 2000Wh. Terbesar kedua adalah fasade sebelah

selatan yang nilai radiasinya mencapai 1800Wh dan yang terbesar 2000Wh. Untuk fasade yang terkena radiasi matahari paling kecil adalah fasade sisi dalam yang menghadap ke arah utara dengan nilai radiasi terbesar 400Wh. Dengan demikian fasade sebelah barat yang terkena radiasi paling besar ini sangat berpotensi memiliki panas yang berlebih di dalam ruangan pada bulan maret, juni dan desember, sedangkan pada fasade sebelah selatan panas berlebih dapat terjadi terutama pada bulan desember. Untuk fasade sisi dalam menghadap utara area terbayangi masih cukup besar, sehingga potensi kelebihan panas pada ruang-ruang di fasade ini sangat kecil. Hal ini dikarenakan adanya *secondary roof* yang berupa atap lengkung berlapis *polycarbonat* dan fiberglas transparan gelap pada fasade sisi dalam ini.

4.4. Analisa Pengukuran

Analisa pengukuran dilakukan untuk mengetahui suhu dan kelembaban dalam ruangan yang menerima panas pada fasadenya. Dari hasil pengukuran lapangan menggunakan alat termometer digital didapatkan hasil sebagai berikut.

Pukul :08.00 WIB								
Suhu luar : 28° C								
5 Mei 2010								
	Lantai 1		Lantai 2		Lantai 3		Lantai 4	
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
Barat	26	70	26	71	26	71	26	71
Timur	27	71	27	70	27	70	27	69
Utara	26	71	26	71	26	71	26	71
Selatan	26	69	26	70	26	69	26	69
	26,25	70,25	26,25	70,5	26,25	70,25	26,25	70
	Rata – rata total		Suhu: 26,25		Kelembaban: 70,25			

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Pagi Hari
Sumber: Data Olahan pribadi

Hasil pengukuran pada pagi hari menunjukkan bahwa suhu tertinggi sebesar 27 °C dengan tingkat kelembaban 70% pada ruang - ruang sisi fasade sebelah timur. Hal ini dikarenakan matahari pagi berada di sudut rendah di timur bangunan, sehingga radiasinya lebih banyak mengenai sisi ini.

Pukul :12.00 WIB		5 Mei 2010							
Suhu luar : 32° C		Lantai 1		Lantai 2		Lantai 3		Lantai 4	
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	
Barat	29	61	28	60	28	60	28	61	
Timur	29	71	28	70	28	70	28	69	
Utara	29	60	28	63	28	61	29	61	
Selatan	29	60	28	64	28	62	29	61	
	29	63	28	64,25	28	63,25	28,5	63	
Rata – rata total		Suhu: 28,4		Kelembaban: 63,4					

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Siang Hari
Sumber: Data Olahan pribadi

Pada siang hari matahari berada tepat di atas tegak lurus dengan bangunan menyebabkan hampir semua ruangan pada 4 sisi fasade mengalami keterimaan panas yang cukup besar. Suhu tertinggi sebesar 29 °C dengan tingkat kelembaban 60 - 64% pada ruang-ruang sisi utara dan selatan bangunan.

Pukul :16.00 WIB		5 Mei 2010							
Suhu luar : 30° C		Lantai 1		Lantai 2		Lantai 3		Lantai 4	
	Suhu (°C)	Kelembaban (%)							
Barat	28	67	28	69	28	68	28	69	
Timur	27	65	27	65	27	66	27	65	
Utara	28	65	27	65	28	65	27	65	
Selatan	27	65	27	66	27	66	27	65	
	27,5	65,5	27,25	66,25	27,5	66,25	27,25	66	
Rata – rata total		Suhu: 27,4		Kelembaban: 66					

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Siang Hari
Sumber: Data Olahan pribadi

Hasil pengukuran sore hari menunjukkan bahwa ruang - ruang pada fasade sebelah barat menerima radiasi panas terbesar dengan suhu mencapai 28 °C dengan tingkat kelembaban 67 - 69%. Pada sebagian ruang di sisi fasade utara suhu ruang juga mencapai 28 °C, hal ini dikarenakan posisi matahari sore berada di sebelah barat bangunan dan sinarnya lebih dominan mengenai fasade barat dan utara bangunan.

Hasil pengukuran termal ruang-ruang sampel pada empat sisi bangunan menunjukkan bahwa pada jam-jam tertentu ruang-ruang tersebut mencapai suhu tertinggi, bergantung posisi matahari. Meskipun begitu, ruang-ruang sampel dapat dikatakan nyaman karena perbedaan suhu dalam ruang dengan suhu luar ruang tidak terlalu jauh. Hal ini dikarenakan

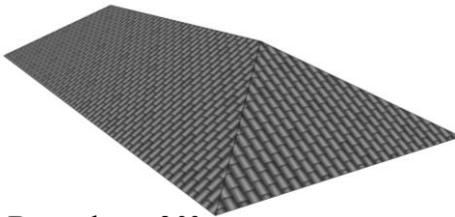
ruang sampel mempunyai plafond yang cukup tinggi dan bukaan yang cukup untuk sirkulasi udara.

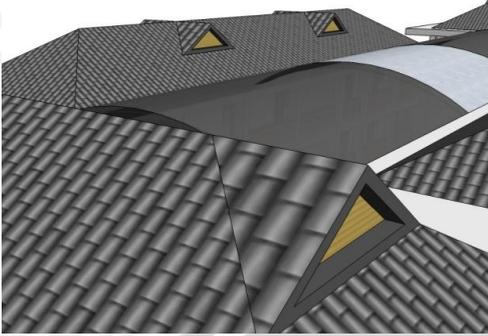
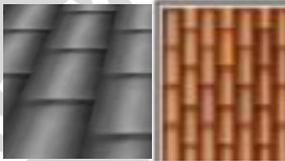
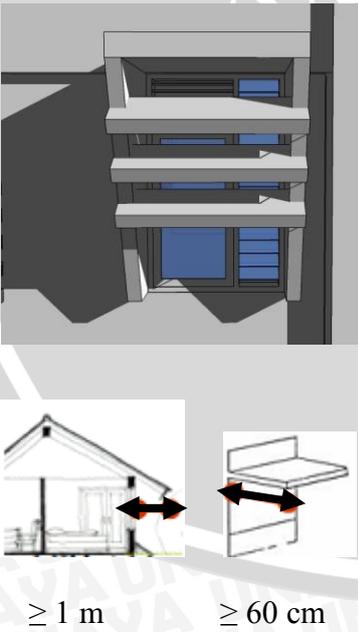
Beberapa pokok hasil analisis yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

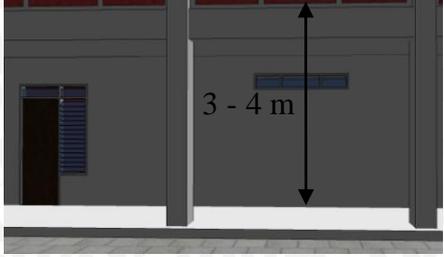
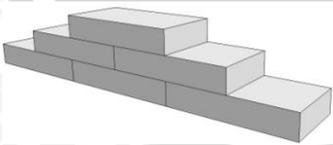
1. Hasil analisa visual yang telah dilakukan menghasilkan kriteria arsitektur yang tanggap terhadap iklim.
2. Analisa berikutnya yang dapat menguatkan hasil analisa selanjutnya adalah analisa pengukuran lapangan. Variabel yang diukur adalah besaran suhu dan tingkat kelembaban pada ruang sampel dengan menggunakan alat termometer digital. Pengukuran dilaksanakan pada pagi, siang dan sore hari. Hasil dari analisa ini merupakan pembuktian dari simulasi *solar insolation* menggunakan software ecotect dan didapatkan hasil yang hampir sama dengan simulasi tersebut. Analisa selanjutnya, yaitu simulasi diagram matahari untuk mengetahui perilaku pembayangan sepanjang hari dan tahun diperkuat lagi dengan analisa modeling *sketcup* untuk menunjukkan pola pembayangan yang nampak pada ada tidaknya berkas sinar matahari langsung di dalam bangunan dan pola pembayangan menaungi lubang cahaya fasade (menunjukkan gambaran fasade pada simulasi *solar insolation*).
3. Karakter desain fasade rusunawa yang tanggap iklim hasil dari analisis visual, simulasi dan pengukuran adalah seperti pada tabel rekomendasi desain yang intinya adalah bentuk elemen fisik bangunan beserta pengaruhnya terhadap iklim.

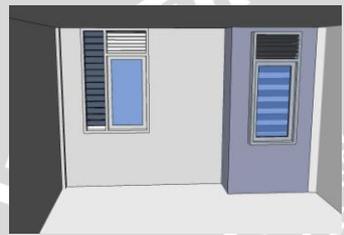
4.5. Rekomendasi Desain

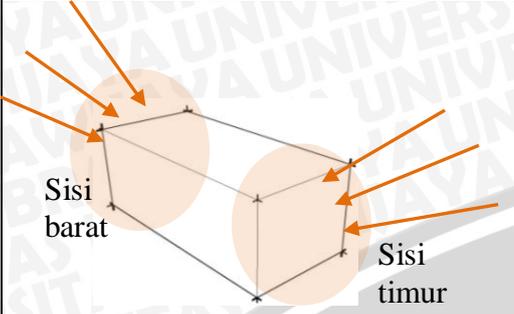
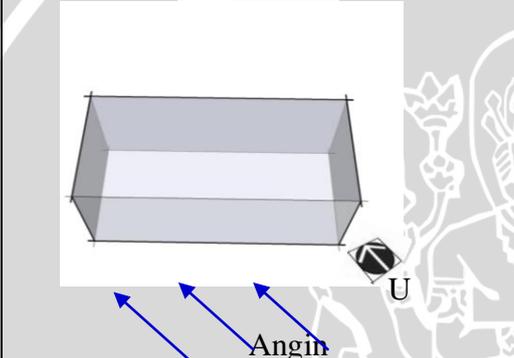
Di bawah ini merupakan suatu rekomendasi atau usulan yang didasarkan atas pendapat peneliti dengan mengambil unsur-unsur positif dari analisis sebelumnya dan didukung oleh teori-teori tentang fasade bangunan yang tanggap iklim, seperti pada tabel di bawah ini.

<p>ATAP</p>	 <p>Bersudut $\geq 30^\circ$</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Bentuk atap datar yang cocok untuk daerah tropis berbentuk tunggal (pelana, perisai) maupun kombinasi keduanya. Dapat juga dikombinasikan dengan dak beton. • Kemiringan atap $\geq 30^\circ$ untuk memberikan cukup bantalan udara untuk mereduksi panas yang memasuki ruangan dan untuk mengalirkan air hujan yang mengenai atap
-------------	--	--

		<p>secara cepat.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Loteng/<i>attic</i> adalah ruang di bawah atap. Pada sisi utara-selatan dapat diberi ventilasi atap yang berfungsi untuk sirkulasi udara pada ruang tersebut agar panas tidak merambat ke ruang di bawahnya, sehingga dapat mengurangi suhu ruang di bawahnya. • Bentuk atap pelana, untuk efisiensi dalam penggunaan material lain seperti minimum kayu untuk kuda-kuda dan cukup disangga gevel.
		<p>Material penutup atap yang digunakan umumnya adalah genteng tanah liat atau genteng beton. Pada objek penelitian, digunakan juga atap dak beton dan atap lengkung berlapis polycarbonat + fiberglass transparan gelap.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">TERITISAN</p>	 <p style="text-align: center;"> $\geq 1 \text{ m}$ $\geq 60 \text{ cm}$ </p>	<p>Dengan besarnya sudut atap berakibat lebih atap/overstek tidak dapat menaungi bukaan sehingga menyebabkan tampias saat hujan. Sebagai antisipasi terhadap hujan maka diperlukannya teritisan dengan lebar rata-rata ≥ 1 meter sepanjang bukaan/bangunan. Pada objek kasus Rusunawa UMM lebar tritisan sama pada tiap sisi bangunan. Untuk dapat menjadi rekomendasi yang baik untuk desain rusun yang tanggap iklim, perlu diberikan penambahan peneduh baik berupa tambahan <i>shading</i> vertikal/horizontal maupun vegetasi peneduh, terutama pada sisi barat dan timur.</p>

DINDING		<p>Kenyamanan pada suatu ruangan, ditentukan pula oleh besar tidaknya volume ruangan tersebut. Ketinggian per lantai antara 3.5 hingga 4 meter. Tujuan dari tingginya dinding tersebut adalah agar udara dalam ruang lebih sejuk karena sifat udara panas selalu mengarah ke atas (berat jenis udara panas < udara dingin), sehingga memperbesar daya tampung untuk mengalirkan udara panas ke atas.</p>
		<p>Kesilauan dapat diantisipasi dengan memilih cat. Kesilauan terjadi karena tingginya kelembaban udara yang menimbulkan efek silau pada langit. Warna hitam 85-95% terserap, 15-5% terpantul. Warna abu-abu 70-80% terserap, 30-20% terpantul. Warna kuning dan hijau 50% terserap, 50% terpantul. (Lippsmeier 1994 : 32). Warna yang dianjurkan adalah cenderung sedikit gelap karena daya serap silau besar. Pada objek penelitian ini finishing mayoritas cat putih tulang yang mampu menyerap sinar matahari 10% sehingga cukup silau.</p>
		<p>Di era sekarang, dinding tebal jarang digunakan karena pertimbangan efisiensi bahan, seperti pada rumah-rumah kolonial terbukti bahwa dinding tebal mampu menahan masuknya panas lebih lama daripada dinding setengah bata. Pada objek penelitian memiliki tebal dinding 1/2 bata.</p>

BUKAAN		<p>Jendela, pintu, dan bukaan lain di iklim tropis sangat menunjang pengendalian iklim mikro dalam bangunan. Penempatan jendela berpengaruh terhadap arah datang angin dan sinar. Secara makro, arah angin adalah selatan-utara sehingga sisi ini yang terdapat bukaan. Sedangkan untuk mereduksi kesilauan, vegetasi ditempatkan di bawah bukaan dan langit-langit berwarna putih. (Lippsmeier 1994 : 89).</p>
	 <p>15 – 30 %</p>	<p>Ruangan yang sehat adalah ruangan yang memiliki bukaan yang cukup untuk pergantian udara. Standar minimal bukaan sebuah ruangan adalah 15% dari luas dinding ruangan, dan yang paling baik bukaan sebesar 30% dari luas dinding ruangan (SNI tahun 2000). Ruang-ruang di rusunawa UMM rata-rata memiliki bukaan sebesar 30%, telah memenuhi standar dan membuat ruangan nyaman.</p>
		<p>Material bukaan dapat berupa kayu, aluminium dan kaca. Jendela yang cocok di daerah tropis lembab adalah krepyak karena secara optimal memasukkan angin dengan sudut tertentu dan dapat mengontrol besarnya sinar matahari, serta untuk arah bukaan positif dapat memantulkan cahaya ke plafon sehingga cahaya alami yang masuk dalam ruang lebih merata. Jenis bukaan lain yang disarankan adalah bukaan yang dilengkapi dengan jalusi untuk memecah angin yang masuk. Pada obyek rusunawa UMM banyak menggunakan krepyak baik di jendela maupun lubang ventilasi atasnya.</p>

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">ORIENTASI BANGUNAN</p>		<p>Pada arah yang berbeda, pengaruh radiasi matahari juga berbeda. Dinding timur dan barat pada waktu tertentu mendapat beban pemanasan radiasi yang besar (Lipsmeier 1994). Menurut David dalam Kurniawan (2001) arah yang bagus untukantisipasi panas dalam bangunan adalah timur-barat atau sisi pendek bangunan.</p>
		<p>Pada wilayah kathulistiwa, orientasi bangunan yang tepat adalah memanjang ke arah barat-timur, sehingga bagian yang terkena panas adalah bagian yang sempit. Bentuk bangunan yang memanjang barat-timur disarankan juga untuk kemudahan pergerakan angin karena umumnya di wilayah Indonesia angin berasal dari selatan, sehingga bangunan mendapatkan aliran angin walaupun pada saat kecepatannya kecil. Pada objek penelitian orientasinya sudah sesuai, walaupun tidak tepat tegak lurus.</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">RUANG LUAR</p>	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  <p>Kerai payung</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  <p>Cemara</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  <p>Ketawang</p> </div> <div style="text-align: center; margin: 5px;">  <p>Bambu</p> </div> </div>	<p>Pada obyek penelitian Rusunawa UMM sedikit ditemukan tanaman-tanaman yang dapat meneduhkan sekitar dan dapat menghasilkan O₂ yang berguna sangat berguna. Untuk area taman dan open space sebaiknya perlu diperbanyak ditanam pohon peneduh, tanpa mengganggu sirkulasi udara yang berfungsi memecah angin seperti pohon kerai payung, dammar, ketawang, bambu, dll. Hal ini untuk mengurangi radiasi matahari, menambah keindahan visual bangunan, dsb.</p>

 <p style="text-align: center;">Paving Rumput</p>	<p>Penutup lahan sebaiknya adalah rumput gajah/rumput jepang yang tidak memantulkan sinar dan memberi tampilan segar pada lingkungan bangunan. Penutup tanah yang lain selain rumput yang dianjurkan digunakan adalah paving karena dapat menyerap air hujan. Pada objek penelitian sudah sesuai penutup tanah ruang luarnya, sempadan bangunan sekitar ± 30 m. Jarak antar bangunan sekitar ± 15 m, jarak kedua block bangunan ± 10 m untuk melancarkan pergerakan udara di luar bangunan.</p>
---	--

Tabel 4.7 Rekomendasi Untuk Desain Rusunawa Tanggap Iklim
 Sumber: Data Olahan pribadi



BAB V

PENUTUP

Seperti yang telah tertera pada bab pertama, tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi karakter arsitektur tanggap iklim pada Rusunawa UMM. Dengan demikian dapat dijabarkan pula bagaimana hasil evaluasi aplikasi elemen-elemen arsitektur bangunan tersebut terhadap iklim tropis Kota Malang.

Pada bab ini akan dirumuskan beberapa kesimpulan dari penemuan-penemuan yang didapatkan pada hasil analisa penelitian dan menjawab pertanyaan pada rumusan masalah.

5.1. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Berdasarkan hasil analisis deskriptif visual terhadap objek penelitian terpilih yaitu Rusunawa UMM dapat diketahui hubungan elemen fasade bangunan terhadap iklim, seperti adanya bentuk atap dan besar sudutnya, lebar teritisan, ketebalan dinding, tinggi lantai, kuantitas dan arah bukaan, orientasi bangunan dan ruang luar. Dari hasil analisis deskriptif tersebut dikaitkan dengan adanya teori dan penelitian sebelumnya dihasilkan bahwa secara visual, bahwa objek penelitian telah sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa orientasi terbaik pada wilayah tropis adalah memanjang ke barat-timur.
- b. Alat pembuktian adalah dengan menggunakan simulasi komputer yaitu *software ecotect v5.2* dan *sketchup*. Simulasi *ecotect* terdiri dari 2 langkah, yaitu simulasi diagram matahari untuk mengetahui perilaku pembayangan sepanjang hari dan tahun, terutama pada saat-saat kritis, yakni sesudah jam 8.00 dan sebelum jam 16.00 dan simulasi *solar insolation* untuk mengetahui tingkat penerimaan panas yang menerpa fasade bangunan, untuk mencapai kenyamanan pengguna bangunan. Hasil dari simulasi ini adalah fasade sisi barat menerima radiasi paling besar, sedangkan fasade utara sisi dalam menerima radiasi paling kecil. Simulasi modeling *sketchup* untuk mengetahui pola pembayangan yang nampak pada ada tidaknya berkas sinar matahari langsung di dalam bangunan dan pola pembayangan menaungi lubang cahaya pada dinding luar bangunan

- c. Karakter rusunawa hasil dari analisis visual dan simulasi adalah seperti pada tabel rekomendasi untuk desain (halaman 128) yang intinya adalah bentuk elemen fisik fasade bangunan beserta pengaruhnya terhadap iklim.

5.2. Saran

Peneliti menyadari bahwa pelaksanaan penelitian ini mempunyai keterbatasan, sehingga hasil penelitian masih jauh dari kata sempurna. Namun demikian hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi beberapa pihak terkait. Penelitian ini ditujukan hanya pada aspek fisik bangunan, sehingga untuk menyatakan bahwa bangunan Rusunawa UMM ini merupakan bangunan yang tanggap iklim hanya dari segi visual, simulasi, dan pengukuran yang memperkuat pernyataan tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan di atas, terdapat beberapa hal yang dapat dilakukan lebih lanjut untuk dijadikan bahan pertimbangan, yaitu sebagai berikut :

a. Bagi masyarakat

Berdasarkan hasil penelitian, maka saran yang dapat diberikan bagi bidang arsitektur khususnya untuk para arsitek yang akan mendesain kantor yang tanggap iklim dan atau berkonsep bangunan kolonial, adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi langsung karakter fisik bangunan yang dapat mengantisipasi iklim tropis.
2. Memberikan kesempatan kepada klien untuk mengekspresikan keinginan mereka, yaitu dengan pemberian alternatif pada beberapa elemen desain bangunan, misalnya dalam hal elemen selubung rumah (atap, dinding, lantai, bukaan, dan lain-lain), jenis material bangunan, perletakan dan orientasi bangunan. Dengan rekomendasi untuk desain ini klien dapat mempertimbangkan dan memilih sesuai dengan keinginannya tetapi masih disesuaikan dengan rambu-rambu nilai tanggap iklim.

b. Bagi akademis

- 1) Perlu dilakukannya penelitian lanjutan untuk mewujudkan rusunawa yang tanggap iklim seperti tahapan programming dan suatu alternatif desain rusunawa.
- 2) Melakukan penelitian dengan variabel yang sama atau menambah jumlah variabel penelitian namun dengan menggunakan alat analisis yang berbeda di tempat yang berbeda sehingga menghasilkan penelitian yang lebih luas dan terperinci.

c. Bagi Pemerintah kota

Dengan adanya studi yang dilakukan mengenai identifikasi arsitektur tanggap

iklim pada bangunan rusunawa dapat sebagai wacana untuk konsep pembangunan bertema arsitektur tropis, khususnya bangunan rusunawa. Hal ini memberikan peluang kepada developer sehingga akan memberikan kontribusi bagi pemerintah.

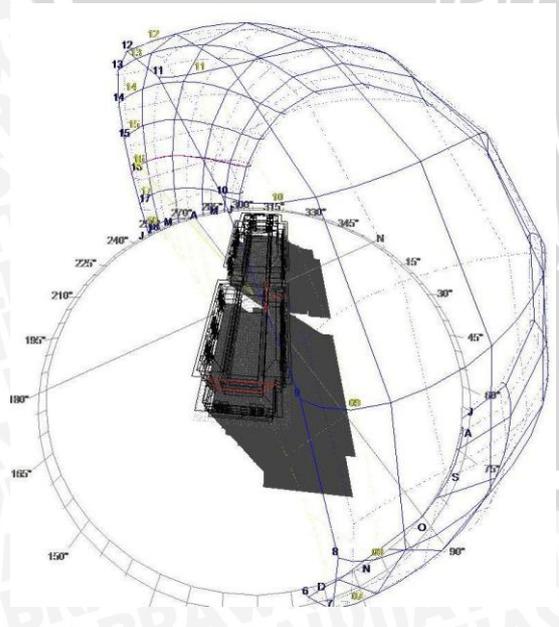
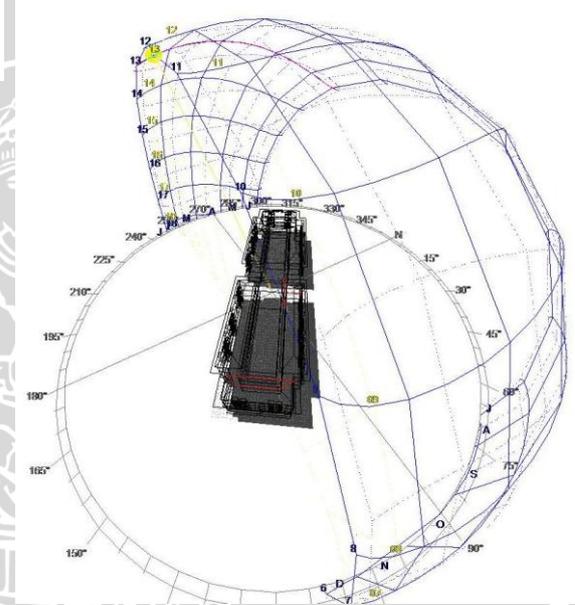
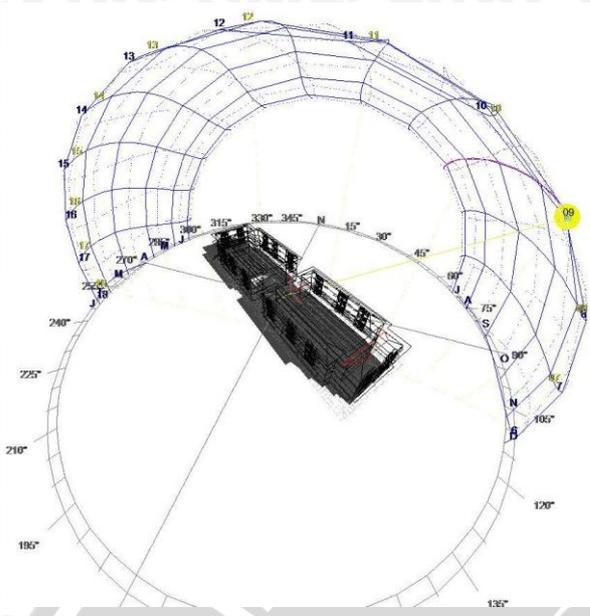
d. Bagi lingkungan

1. Penerapan dari rekomendasi untuk desain (hasil bab 4) pada realita sebenarnya adalah salah satu wujud dalam pengurangan terhadap pemanasan global dan memberikan ciri khas tersendiri bagi lingkungan.
2. Perancangan arsitektur tanggap iklim pada bangunan khususnya rusunawadapat memaksimalkan pemanfaatan potensi alam sehingga dapat mengurangi penggunaan energi listrik.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran

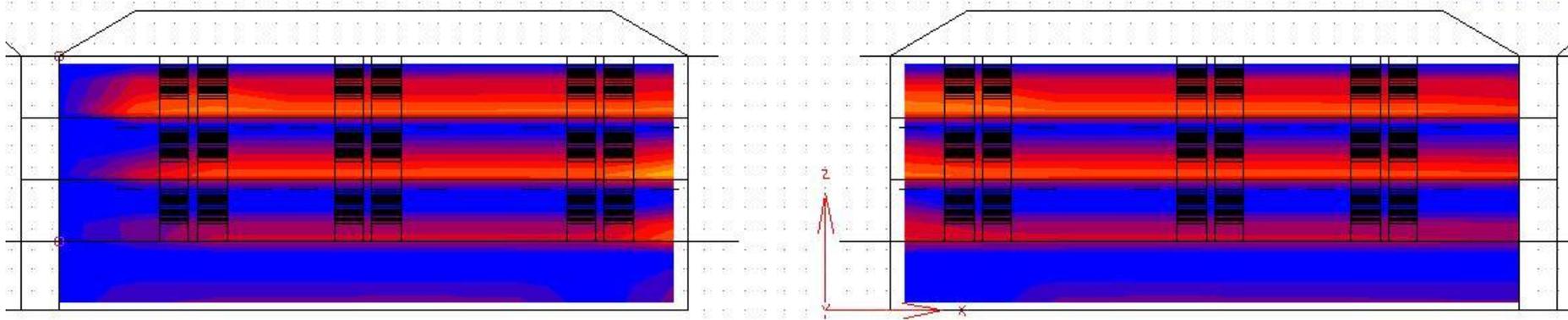
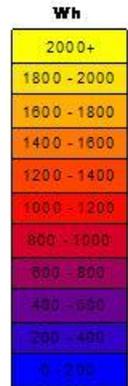


Pola Pembayangan Dengan Merubah Arah Orientasi Bangunan Memanjang Utara-Selatan
Sumber: Data Olahan pribadi



Insolation Analysis

Average Daily Total
Color Range: 0 - 2000 Wh
In Steps of 200 Wh
© ECOTECH v5



Average Value: 503.37 Wh
Visible Nodes: 288

Simulasi Solar Insolation Dengan menghilangkan Atap Lengkung di Void
Bangunan

Sumber: Data Olahan pribadi







