

# Pengaruh Tata Vegetasi Horizontal terhadap Peningkatan Kualitas Termal Udara pada Lingkungan Perumahan di Malang

Ahmad Zakkisiroj<sup>1</sup>, Damayanti Asikin<sup>2</sup> dan Rr. Haru Agus Razziati<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Arsitektur/Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya  
Alamat Email penulis: ahmadzakkisiroj@gmail.com

## ABSTRAK

Kenyamanan termal merupakan kebutuhan manusia terhadap kondisi fisik disekitarnya agar merasa nyaman dalam menjalankan aktivitas. Pada wilayah khatulistiwa, Lippsmeir (1994) mengemukakan bahwa batas kenyamanan udara adalah pada suhu 22,5°C – 29°C dengan kelembapan antara 20% – 50%. Di Kota Malang, pada 2012, tercatat bahwa suhu tertinggi harian mencapai 32,6°C dan suhu terendah mencapai 14,2°C. Salah satu penyebab tingginya suhu maksimum tersebut adalah fenomena *Urban Heat Island*, dimana ruang terbuka hijau banyak beralih fungsi menjadi bangunan. Untuk mengatasi masalah tersebut, melalui peran vegetasi dalam menurunkan suhu, dilakukan beberapa penelitian sebelumnya oleh Rahwuli (2013) dan Luddityawan (2014) menggunakan tanaman produktif, yakni sayuran dan TOGA sebagai penerapan konsep *sustainability*, yang diaplikasikan dengan penataan vertikal sebagai sistem pendingin udara pada rumah tinggal. Mengacu pada 2 penelitian tersebut, penggunaan tata vegetasi secara horizontal, dengan menggunakan 2 jenis tanaman produktif yakni kumis kucing dan bayam merah, dilakukan sebagai alternatif untuk mengatasi masalah kenyamanan termal dan kurangnya RTH perkotaan, khususnya perumahan. Melalui analisis terhadap suhu, kelembapan, kadar karbondioksida dan oksigen pada udara, diperoleh penataan vegetasi yang efektif dalam meningkatkan kualitas termal udara, yakni kumis kucing mampu menurunkan suhu hingga 7°C dan bayam merah mampu menurunkan kadar CO<sub>2</sub> hingga 65 ppm.

Kata kunci: tata vegetasi, kenyamanan termal, kualitas udara, bangunan perumahan

## ABSTRACT

Thermal comfort is one of human needs on surrounding physical conditions to provide convenient feeling in activities. In equatorial territories, Lippsmeir (1994) suggested the limit of thermal comfort at a temperature range of 22.5°C – 29°C with humidity between 20% – 50%. In Malang, in 2012 noted that daily highest temperature reaches 32.6°C and the lowest temperature reached 14.2°C. One of the phenomena that caused high temperature is the Urban Heat Island phenomenon, as a result of city development, where green spaces converted into buildings. To overcome these problems, researches done by Rahwuli (2013) and Luddityawan (2014) using productive plants, such as vegetables and herbs as application of sustainability concept, applied to a vertical arrangement as an air conditioning systems in residential building. Referenced to those studies, horizontal vegetation arrangement, using productive plants, could be used as an alternative to overcome thermal comfort and lack of green space problems in urban areas, especially housing. Through analyzing of temperature, humidity, carbon dioxide and oxygen levels in the air, effective arrangement of vegetation to improve air thermal quality could be found. The result is that *Orthosiphon aristatus* could reduce temperature up to 7°C and red spinach could lower CO<sub>2</sub> levels up to 65 ppm.

Keywords: vegetation arrangement, thermal comfort, air quality, residential building

## 1. Pendahuluan

Pertumbuhan sebuah kota tidak lepas dari proses urbanisasi yang mempengaruhi peningkatan jumlah penduduk secara signifikan. Proses ini dapat mengakibatkan peralihan fungsi lahan dari lahan tak terbangun menjadi lahan terbangun, banyak diantara lahan ini awalnya berupa daerah resapan atau ruang terbuka hijau berubah menjadi kawasan permukiman. Fenomena paling mencolok yang timbul sebagai hasil dari pertumbuhan kota adalah iklim dengan suhu yang lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya. Gejala ini diakibatkan oleh rendahnya nilai albedo, permukaan vegetasi, dan ketersediaan air dengan didukung oleh panas yang ditimbulkan oleh manusia sehingga meningkatkan efek yang dikenal sebagai efek pulau panas perkotaan (Urban Heat Island (UHI)) sebagaimana dikemukakan oleh Lo & Quattrochi (2003).

Dampak dari pertumbuhan jumlah penduduk dari tahun ke tahun menyebabkan meningkatnya kebutuhan akan ruang huni. Pembangunan perumahan sebagai bentuk pemenuhan kebutuhan permukiman berkembang semakin pesat. Hal ini berpengaruh langsung terhadap peningkatan suhu karena penggunaan alat-alat rumah tangga yang dapat meningkatkan emisi gas. Budihardjo (1991:62) menjelaskan bahwa keberadaan lingkungan perumahan akan mengalami penurunan tingkat pelayanan dan fasilitas umum, menipisnya proporsi ruang terbuka dan taman-taman dalam lingkungan, tidak mencukupinya sarana prasarana lingkungan yang tersedia serta hilangnya ciri khas daerah permukiman.

Pembangunan perumahan yang terjadi dewasa ini sering kali tidak diikuti oleh peningkatan kualitas lingkungan. Banyak perumahan hanya menyediakan sebuah ruang huni tanpa memperhatikan kenyamanan para penghuninya. Hal ini terus menjadi perhatian beberapa peneliti yang mulai mengupayakan peningkatan kualitas lingkungan perumahan melalui pencapaian kenyamanan termal, salah satunya dengan menggunakan penataan vegetasi.

Penataan vegetasi yang tepat dapat memberikan efek terhadap penurunan suhu pada suatu lingkungan secara umum dan rumah secara khusus. Ada banyak cara dalam melakukan penataan sebuah vegetasi, diantaranya adalah dengan penataan vertikal maupun horizontal. Penelitian oleh Rahwuli (2013) dan Ludittyawan (2014) membuktikan bahwa penataan vertikal dapat menurunkan suhu suatu ruang huni atau perumahan, namun kontribusinya dalam meningkatkan jumlah luasan RTH lingkungan dirasa kurang. Selain itu penurunan suhu ruangan dari penataan vegetasi secara vertikal juga dipengaruhi oleh faktor pembayangan yang terjadi, sehingga fungsi vegetasi sebagai penurun suhu menjadi sedikit dikesampingkan.

Sebagai bentuk tindak lanjut dari penelitian sebelumnya, maka dilakukan sebuah penelitian yang bertujuan sama yaitu meningkatkan kualitas lingkungan perumahan melalui pencapaian kenyamanan termal. Penelitian yang akan dilakukan menggunakan sistem penataan vegetasi secara horizontal. Bentuk penataan seperti ini dapat memberikan penambahan luas lahan terbuka. Ini akan berpengaruh terhadap keseimbangan proporsi antara luas lahan terbangun dan Ruang Terbuka Hijau dalam skala sebuah bangunan rumah tinggal pada lingkungan perumahan. Diharapkan dengan penataan vegetasi secara horizontal dapat memberikan pengaruh langsung terhadap penurunan suhu sebuah ruangan. Dengan berlokasi pada perumahan Griya Saxofon No.42, Kelurahan Jatimulyo, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, penelitian ini memanfaatkan lahan terbuka pada

bagian depan bangunan dengan luas 3x3 m<sup>2</sup>, disesuaikan dengan luas lahan eksisting pada kavling perumahan tersebut. Tanaman yang digunakan berupa tanaman produktif, yakni sayuran dan TOGA sebagai bentuk penerapan konsep *sustainability*, dengan ukuran perdu. Tanaman yang dipilih adalah kumis kucing dan bayam merah, tanaman ini dipilih berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Rahwuli (2013) dan Ludittyawan (2014) karena memiliki daya tahan yang baik terhadap perubahan cuaca. Bentuk penataan vegetasi horizontal dilakukan secara linear, bentuk ini dipilih untuk mengoptimalkan keterbatasan lahan pada lokasi penelitian. Variabel yang diukur dalam penelitian ini adalah suhu udara, kelembaban, kadar karbon dioksida, dan kadar oksigen. Suhu udara dan kelembaban diambil karena berpengaruh langsung terhadap kenyamanan termal suatu ruangan, sedangkan kadar karbondioksida dan oksigen dapat menunjukkan kemampuan tumbuhan dalam proses evapotranspirasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penataan vegetasi produktif secara horizontal terhadap kenyamanan termal pada rumah tinggal dengan lahan terbatas dalam sebuah kompleks perumahan.

## 2. Bahan dan Metode

Data-data yang dibutuhkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari pengukuran langsung pada objek penelitian di lapangan. Data ini bersifat kuantitatif yang terkait dengan kenyamanan termal, yaitu data suhu udara, kelembaban udara, dan beberapa variabel lain terkait kualitas udara pada sekitar objek penelitian. Pengumpulan data dilakukan mulai bulan April hingga Juli. Sedangkan data sekunder diperoleh dari literatur yang memiliki keterkaitan dengan objek maupun bentuk penelitian. Literatur ini kemudian dijadikan sebagai acuan analisis sesuai dengan kebutuhan dan kondisi objek di lapangan.

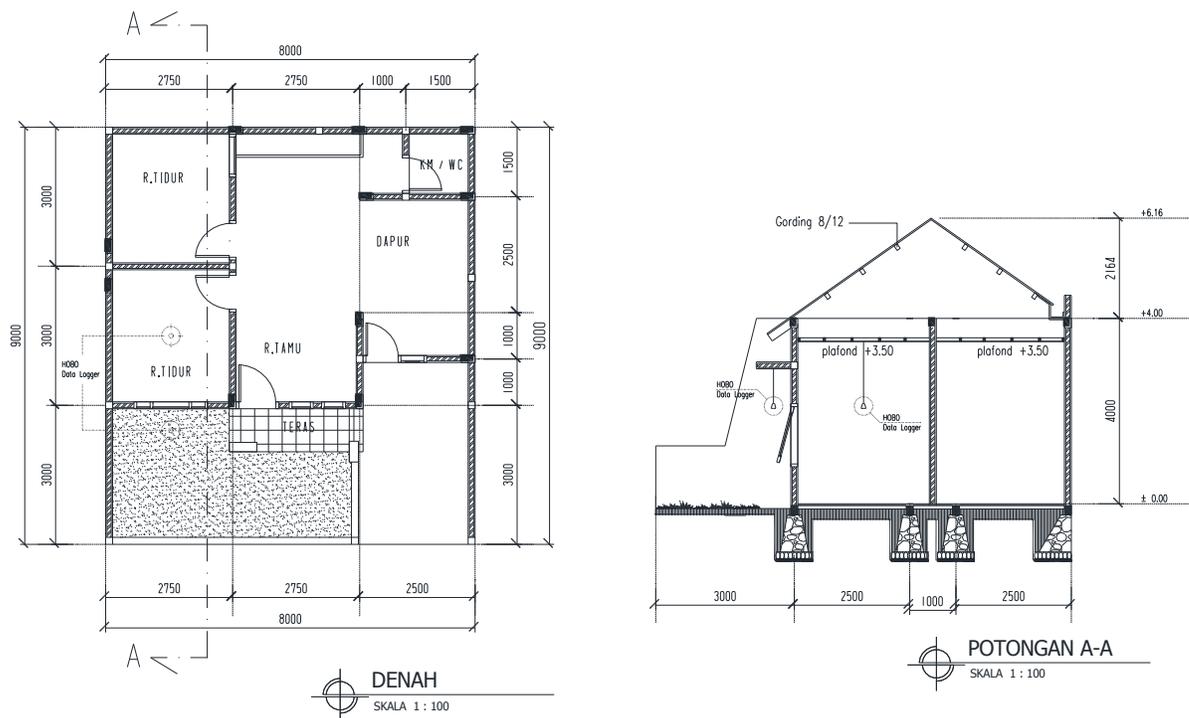
Penerapan penataan vegetasi dalam penelitian ini mengacu pada literatur dan kondisi eksisting lokasi. Adapun urutan langkah dalam penelitian ini meliputi pengaruh konfigurasi pada elemen luar bangunan berdasarkan tinjauan pustaka, kondisi eksisting lokasi atau objek bangunan, dan modifikasi konfigurasi tata vegetasi.

Salah satu literatur yang menjelaskan pengaruh tanaman terhadap suhu pada ruang dikemukakan oleh Grey dan Deneke (1978), yang menyebutkan bahwa pohon sebagai pendingin udara alami mampu mentranspirasikan 400 liter air/hari setiap pohonnya melalui evapotranspirasi (setara lima pendingin ruangan yang setiapnya berkapasitas 2500 kkal/jam dan beroperasi 20 jam/hari). Tajuk pepohonan yang rapat, secara efektif dapat menurunkan efek peningkatan radiasi matahari pada siang hari dan menahan turunnya suhu pada malam hari.

Literatur lainnya terkait dengan kenyamanan termal bangunan, yang dikemukakan oleh Lippsmeir (1994), yakni terdapat 3 unsur iklim yang berpengaruh terhadap kondisi termal suatu bangunan, yaitu suhu, angin dan kelembapan. Ketiga unsur tersebut berpengaruh penting terhadap kenyamanan termal udara pada ruangan tertutup. Lippsmeir (1994) juga menyebutkan bahwa batas-batas kenyamanan untuk kondisi khatulistiwa adalah pada kisaran suhu udara 22,5°C - 29°C dengan kelembaban udara 20 - 50%. Selanjutnya dijelaskan bahwa nilai kenyamanan tersebut harus dipertimbangkan dengan kemungkinan kombinasi antara radiasi panas, suhu udara, kelembaban udara dan kecepatan udara. Sedangkan menurut Grey dan Deneke (1978), empat elemen utama iklim mikro yang dominan mempengaruhi manusia yaitu radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara dan pergerakan udara, dimana interaksi keempatnya membentuk zona nyaman bagi manusia.

Mengacu pada parameter tersebut dan 2 penelitian sebelumnya oleh Rahwuli (2013) dan Ludittyawan (2014), variabel-variabel yang diterapkan pada penelitian ini diantaranya adalah tata letak tanaman secara horizontal, jarak tanaman terhadap bangunan, suhu dan kelembapan udara, serta kadar oksigen dan karbon dioksida pada udara. Alat ukur yang digunakan untuk memperoleh data kondisi udara pada objek penelitian, yakni suhu, kelembapan, kadar karbon dioksida serta kadar oksigen pada objek penelitian ini antara lain HOBO U12 Temp/RH Data Logger untuk mengukur suhu dan kelembapan secara otomatis pada setiap jam, *Oxygen Meter* dan GE Telaire 7000 series yang digunakan untuk mengukur kadar oksigen dan karbon dioksida.

Penelitian ini menggunakan objek bangunan berupa rumah tinggal dengan keterbatasan lahan terbuka yang berlokasi di Perumahan Griya Saxophone No.42, kawasan perumahan ini memiliki luas kavling yang tipikal. Objek pada penelitian ini memiliki dua lokasi pengukuran yang akan dikaji, yang pertama berupa ruang dalam yang bersebelahan langsung dengan lahan terbuka pada bangunan rumah tersebut dan yang kedua adalah lahan terbuka yang bersebelahan dengan ruang tersebut, yang berada di bagian depan rumah. Ruang dalam yang dikaji pada bangunan objek penelitian ini memiliki dimensi lebar 3,00 meter dan panjang 3,00 meter, dengan ketinggian plafon 3,50 meter dari permukaan lantai. Objek bangunan rumah ini menghadap ke arah timur sehingga bagian depan rumah mendapatkan sinar matahari secara langsung. Ruang ini tidak memiliki sistem penghawaan aktif dan hanya memanfaatkan ventilasi dan jendela untuk memenuhi kebutuhan penghawaan.



Gambar 1. Denah dan Potongan Bangunan Objek Penelitian



Gambar 2. Posisi Peletakan Alat Ukur Otomatis (HOBO Data Logger)

Pengukuran otomatis menggunakan alat HOBO Data Logger, pengukuran temperatur ruang dalam dan ruang luar dilakukan setiap 1 jam secara otomatis selama 24 jam dalam 3 hari pada setiap variasi penataan vegetasi. Sebelumnya dilakukan pengambilan data eksisting tanpa ada penataan vegetasi di luar bangunan. Tujuan rentang waktu pengukuran selama 3 hari adalah untuk mendapatkan keakuratan data dalam pengukuran pada setiap jam selama 24 jam.

Sedangkan pengukuran kadar oksigen ( $O_2$ ) dan karbondioksida ( $CO_2$ ) dengan alat ukur manual dilakukan pada pukul 08.00 , 12.00 dan 16.00 sebagai representasi waktu pagi, siang, dan sore dimana manusia pada umumnya banyak melakukan aktivitas.

Data yang terkumpul kemudian dirata-rata menjadi data :

1. Temperatur dan kelembapan eksisting objek penelitian tanpa tata vegetasi selama 3 hari
2. Temperatur rata-rata objek penelitian dengan 4 varian konfigurasi jarak dan 2 jenis tanaman
3. Kelembapan rata-rata pada objek penelitian dengan 4 varian konfigurasi jarak dan 2 jenis tanaman
4. Kadar  $CO_2$  dan  $O_2$  pada objek penelitian dengan 4 varian konfigurasi jarak dan 2 jenis tanaman

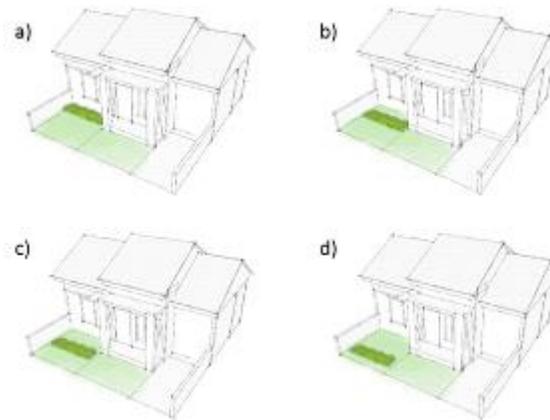
Data rata-rata temperatur tersebut selanjutnya dipetakan menjadi grafik dan tabel untuk mendapatkan tampilan perilaku temperatur ruang tanpa modifikasi tata vegetasi horizontal dan dengan menggunakan modifikasi konfigurasi tata vegetasi horizontal.

Pengukuran perilaku termal pada bangunan rumah tinggal tanpa konfigurasi tata vegetasi dilakukan hanya dengan sekali pengukuran yakni pengukuran langsung terhadap ruang luar dan ruang dalam bangunan dalam waktu 3 hari. Untuk pengukuran perilaku termal pada bangunan dengan konfigurasi tata vegetasi horizontal dilakukan berdasarkan ragam konfigurasi dan jarak tata vegetasi terhadap bangunan (ruang dalam). Variasi perlakuan pada objek penelitian yakni dengan ragam konfigurasi dan jarak tata vegetasi sebagai berikut:

**Tabel 1. Jenis Konfigurasi Penelitian**

Keterangan	
X1	Jarak 0 meter
X2	Jarak 0,5 meter
X3	Jarak 1 meter
X4	Jarak 1,5 meter
Y	Jenis Tanaman

(Sumber: Hasil analisis, 2014)



Gambar 3. Variasi Penataan Vegetasi pada Objek Penelitian

Beberapa variasi konfigurasi tersebut selanjutnya diaplikasikan dengan menggunakan 2 jenis tanaman yang ditentukan, yakni bayam merah dan kumis kucing. Masing-masing jenis tanaman memerlukan 18 hari pengukuran dengan ragam konfigurasi tersebut karena masing-masing konfigurasi membutuhkan waktu 3 hari pengukuran dengan kondisi cuaca cerah.

Data yang didapat melalui pengukuran pada penelitian ini ada 2 macam yakni kadar CO<sub>2</sub> dan data temperatur. Data kadar CO<sub>2</sub> pada udara sekitar nantinya dijadikan sebagai tolak ukur terhadap kemampuan penataan vegetasi dalam menyerap CO<sub>2</sub>, dengan metode analisis melalui perbandingan luas permukaan daun pada masing-masing jenis tanaman terhadap kadar CO<sub>2</sub> di sekitarnya.

Data temperatur nantinya dijadikan sebagai bahan analisis penurunan suhu oleh penataan vegetasi secara horizontal pada setiap waktu, mulai dari pukul 06.00 pagi hingga 18.00, karena pada penelitian sebelumnya diperoleh hasil bahwa masing-masing tumbuhan memiliki waktu tertentu agar dapat menurunkan suhu secara optimal dalam penataan secara vertikal. Disamping itu data temperatur ini nantinya juga dibandingkan terhadap hasil citra menggunakan kamera termal untuk menganalisis kapasitas termal permukaan daun tanaman pada tiap konfigurasi dan pengaruhnya terhadap penurunan suhu sekitar.

Dengan metode analisis yang melibatkan luas permukaan daun maka dibutuhkan pula data index luas permukaan daun pada tiap konfigurasi dengan 2 jenis tanaman yang telah ditentukan, karena masing-masing tanaman memiliki ketinggian, jumlah dan lebar daun yang berbeda.

### 3. Hasil dan Pembahasan

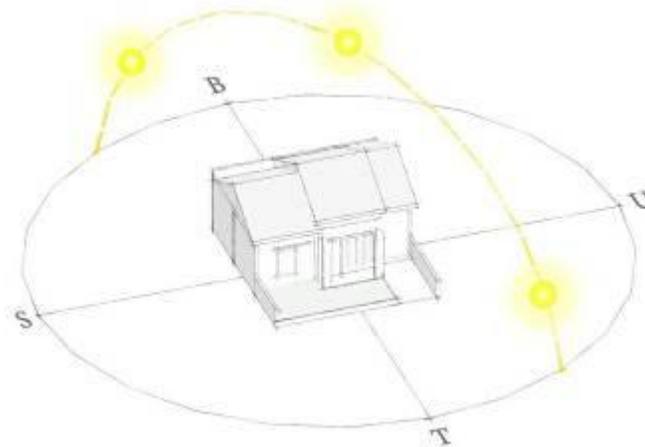
Penelitian terhadap penggunaan tata vegetasi horizontal sebagai upaya peningkatan kualitas termal udara yang memanfaatkan tanaman produktif, yakni sayuran dan toga, ini selanjutnya dianalisis melalui kinerja termal, dengan data yang diperoleh melalui pengukuran suhu, karbondioksida, kadar oksigen dan indeks luas daun. Pengukuran ini dilakukan pada bagian dalam dan luar bangunan dengan 2 jenis variasi yakni jarak tanaman terhadap bangunan dan jenis tanaman yang digunakan.

Penelitian ini menggunakan data suhu (T) dan kelembapan udara (RH) yang diperoleh melalui alat ukur otomatis yakni Hobo Data Logger, kemudian data kadar karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang diukur dengan menggunakan alat pengukur Telaire, serta data oksigen (O<sub>2</sub>) yang diperoleh melalui alat ukur berupa oxygen meter. Pengukuran dilakukan

pada bagian dalam dan luar ruangan untuk mengetahui perbedaan suhu, kelembapan, kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang terjadi karena pengaruh adanya penataan vegetasi pada bagian luar bangunan. Hasil yang didapat kemudian dianalisis melalui analisis kinerja termal, kadar oksigen lingkungan bangunan dan indeks luas daun setiap jenis tanaman pada sistem tata taman horizontal. Selanjutnya hasil tersebut untuk rekomendasi penataan vegetasi dengan tanaman produktif sebagai sistem peningkatan kualitas termal alami.

Objek penelitian ini berupa rumah tinggal yang berlokasi pada wilayah Kota Malang dengan suhu rata-rata berkisar antara 21,6°C – 24,7°C dengan suhu tertinggi harian mencapai 32,6°C dan suhu terendah mencapai 14,2°C edangkan kelembapan rata-rata pada wilayah Kota Malang berkisar antara 69% – 85% pada tahun 2012 silam (Badan Pusat Statistik Malang, 2014).

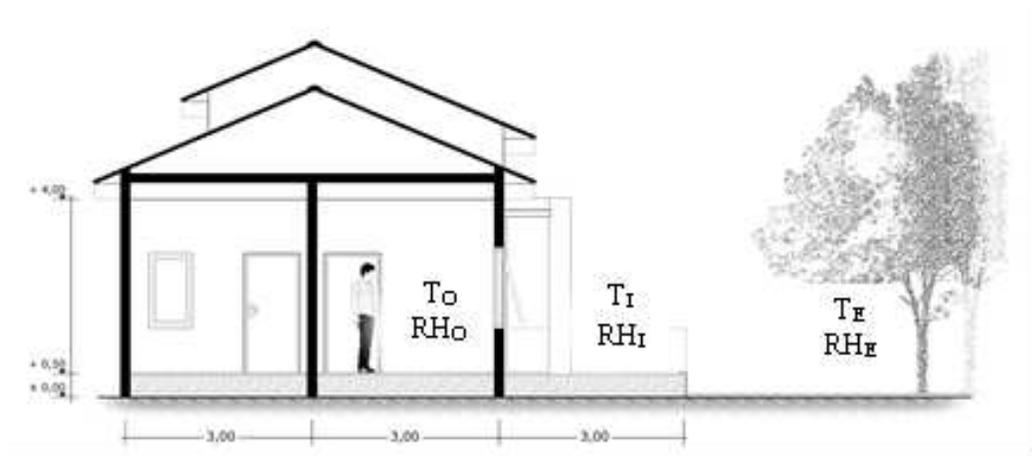
Bangunan yang dijadikan objek penelitian berupa rumah tinggal di lingkungan perumahan dengan *facade* yang menghadap ke arah timur, sehingga dinding utara dan dinding selatan bangunan menerima paparan sinar matahari yang relatif sedikit, tetapi dinding timur dan barat mendapatkan paparan sinar matahari yang berlimpah pada pagi dan sore hari.



Gambar 4. Orientasi pergerakan matahari bulan April – Mei 2014 pada Griya Saxophone No.42  
(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Paparan sinar matahari yang berlimpah pada pagi dan sore merupakan salah satu keuntungan dalam proses fotosintesis pada tanaman, karena hal tersebut akan mempengaruhi laju evapotranspirasi. Terkait dengan kenyamanan termal, paparan matahari yang berlebih juga dapat mempengaruhi suhu ruang dalam bangunan.

Pengukuran suhu dan kelembapan pada objek penelitian dilakukan untuk memantau efektifitas upaya peningkatan kualitas termal alami dengan tata vegetasi horizontal yang ditempatkan pada objek penelitian. Suhu dan kelembapan udara pada objek penelitian diukur melalui alat pengukur suhu dan kelembapan otomatis, yakni *Hobo Data Logger*. Alat ukur ini diletakkan pada ruang luar dan ruang dalam bangunan dengan ketinggian antara 1,5 – 2 meter diatas permukaan lantai.



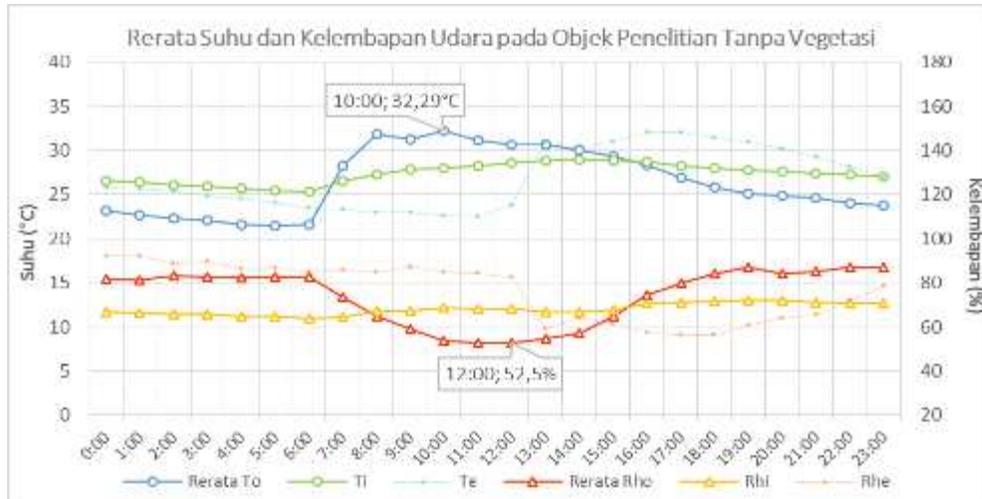
Gambar 5. Potongan Objek Penelitian dan Titik Pengukuran Suhu dan Kelembapan  
(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Data hasil pengukuran suhu pada objek penelitian, baik suhu pada ruang luar ( $T_o$ ) maupun ruang dalam ( $T_i$ ) bangunan selanjutnya dibandingkan dengan suhu pada lingkungan sekitar objek penelitian ( $T_e$ ), di luar area objek bangunan. Perbandingan data tersebut dilakukan untuk mengetahui selisih perbedaan suhu antara suhu objek penelitian (baik ruang luar maupun ruang dalam) dengan lingkungan di sekitar objek penelitian.



Gambar 6. Foto Kondisi Eksisting Objek Penelitian Tanpa Adanya Penataan Vegetasi

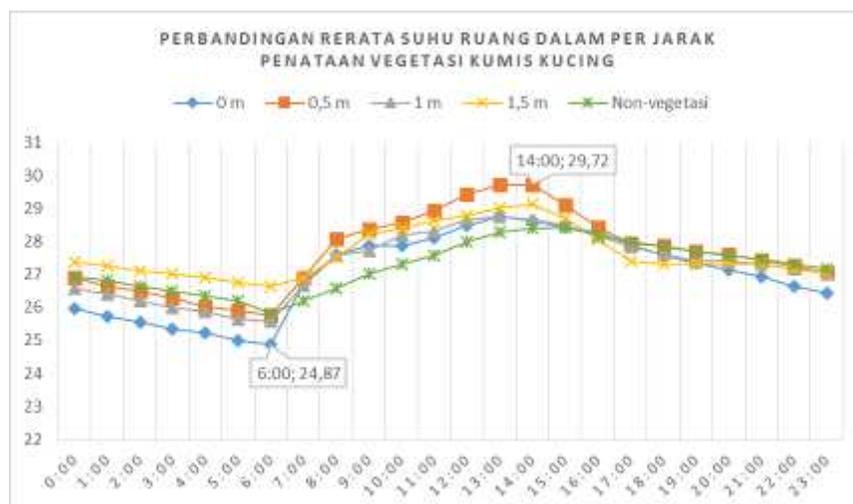
Objek penelitian terlebih dahulu diukur tanpa penerapan tata vegetasi horizontal untuk mengetahui kondisi normal pada objek penelitian, baik pada ruang luar maupun ruang dalam bangunan. Data tersebut nantinya digunakan sebagai pembanding terhadap suhu udara pada objek penelitian ketika diterapkan penataan vegetasi secara horizontal, untuk mengetahui efektifitas peningkatan kualitas termal melalui sistem tata vegetasi horizontal.



Gambar 7. Grafik Perbandingan Rerata Suhu dan Kelembapan Udara pada Objek Penelitian Tanpa Vegetasi (Sumber: Hasil Analisis, 2014)

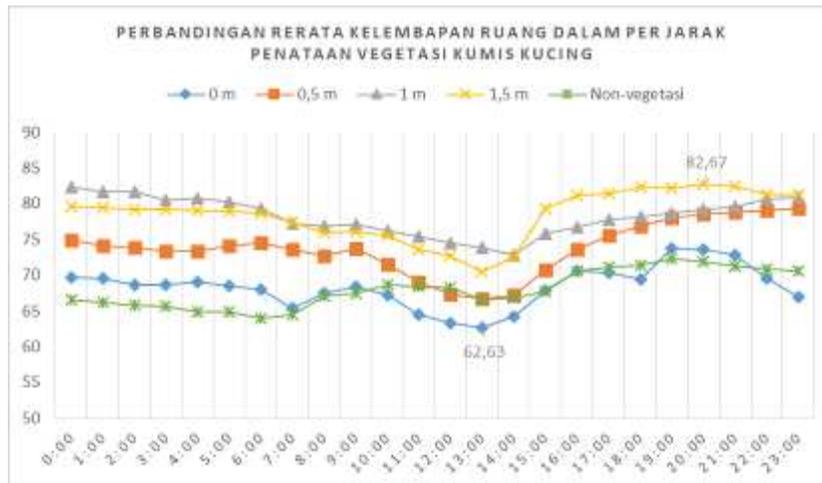
Dari analisis data tersebut diketahui bahwa pada ruang luar, semakin tinggi suhu udara maka semakin rendah kelembapan udara yang ada disekitarnya. Pada ruang dalam bangunan, data suhu dan kelembapan udara yang ada menunjukkan perilaku dan keterkaitan yang berbeda. Pada ruang dalam bangunan tingkat kelembapan nisbi cenderung stabil jika dilihat pada tampilan grafik yang relatif datar, dengan rerata kelembapan yang berkisar antara 63,92 – 72,26% dan suhu berkisar antara 21,47°C – 32,29°C.

Pengukuran pada variasi tata vegetasi kumis kucing dilakukan pada tanggal 16 – 27 April 2014 dengan variasi jarak 0 m, 0,5 m, 1 m dan 1,5 m. Masing-masing variasi jarak dilakukan pengukuran 3 hari lamanya untuk mendapatkan data rerata selama 24 jam. Cuaca pada saat pengukuran tidak sepenuhnya cerah, terjadi hujan pada beberapa hari antara pukul 15:00 hingga pukul 16:00, yakni pada tanggal 19, 22 dan 25 April 2014.



Gambar 7. Rerata Suhu Ruang Dalam pada Objek Penelitian dengan 4 Variasi Jarak Penataan Vegetasi Kumis Kucing (Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Grafik perbandingan tersebut menunjukkan bahwa penataan vegetasi kumis kucing dengan jarak 0 meter terhadap bangunan memiliki rerata suhu terendah jika dibandingkan dengan jarak lain dengan penataan jenis vegetasi yang sama, dengan rerata minimum mencapai 24,87 °C pada pukul 6:00 dan rerata tertinggi mencapai 28,75 °C pada pukul 13:00. Jarak penataan vegetasi kumis kucing dengan suhu ruang dalam tertinggi yakni pada jarak 0,5 m, dengan rerata suhu tertinggi sebesar 29,72°C pada pukul 14:00.



Gambar 8. Rerata Kelembapan Ruang Dalam pada Objek Penelitian dengan 4 Variasi Jarak Penataan Kumis Kucing  
(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Dari grafik perbandingan tersebut diketahui bahwa penataan vegetasi kumis kucing dengan jarak 0 meter terhadap bangunan memiliki rerata kelembapan yang paling mendekati batas kenyamanan pada ruang dalam. Dengan rerata kelembapan terendah sebesar 62,63%, yakni pada pukul 13:00, dan rerata kelembapan tertinggi sebesar 73,69% pada pukul 19:00.

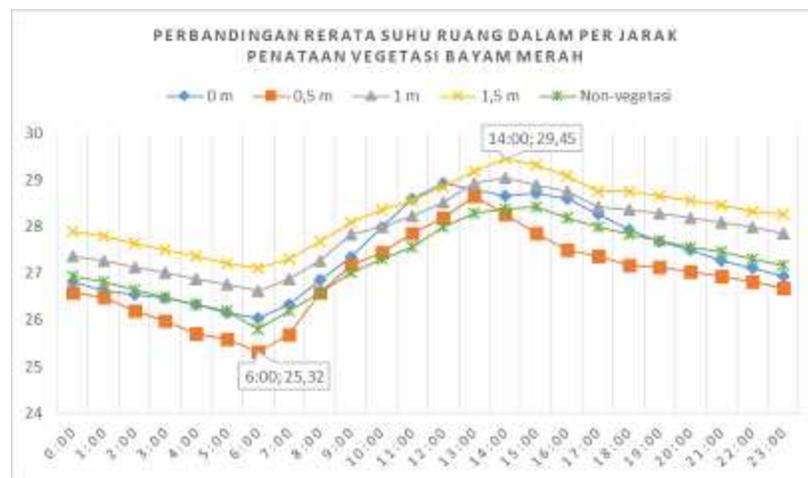


Gambar 9. Grafik Perbandingan Kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> pada Ruang Dalam Objek Penelitian dengan Penataan Vegetasi Kumis Kucing  
(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Grafik analisis tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar karbondioksida pada ruang dalam objek penelitian dengan penataan vegetasi kumis kucing terjadi pada siang hari dengan penataan berjarak 0,5m , 1m dan 1,5m. Penurunan kadar

karbon dioksida terbanyak terjadi pada siang hari dengan penataan vegetasi kumis kucing berjarak 1 meter terhadap bangunan, yakni sebesar 37,33 ppm. Peningkatan kadar karbondioksida pada ruang dalam objek penelitian terjadi pada pagi dan sore hari, peningkatan terbesar terjadi pada sore hari dengan penataan vegetasi berjarak 0,5 meter terhadap bangunan, yakni sebesar 83,33 ppm. Sedangkan peningkatan tertinggi kadar oksigen pada ruang dalam objek penelitian dengan penataan vegetasi kumis kucing terjadi pada pagi hari dengan penataan berjarak 1,5 meter, yakni sebesar 5,63%. Peningkatan kadar oksigen pada pagi hingga sore hari terjadi pada penataan vegetasi kumis kucing dengan jarak 0 dan 0,5 meter dengan peningkatan antara 1% hingga 3%.

Pengukuran suhu pada objek penelitian dengan penerapan tata vegetasi bayam merah (ingler) dilakukan pada 16 – 27 Mei 2014 dengan variasi jarak 0 – 1,5 m. Masing-masing variasi jarak diterapkan selama 3 hari dengan cuaca pada yang tidak selalu cerah, beberapa hari hujan pada sore hari antara pukul 15:00 hingga pukul 16:00, yakni pada tanggal 19 dan 20 Mei 2014.



Gambar 7. Rerata Suhu Ruang Dalam pada Objek Penelitian dengan 4 Variasi Jarak Penataan Vegetasi Bayam Merah (Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Grafik perbandingan tersebut menunjukkan bahwa penataan vegetasi bayam merah dengan jarak 0,5 meter terhadap bangunan memiliki rerata suhu terendah pada ruang dalam, dengan rerata minimum mencapai 25,32 °C pada pukul 6:00 dan rerata tertinggi mencapai 28,65 °C pada pukul 13:00. Pada penataan bayam merah dengan jarak 1,5 meter, rerata suhu tertinggi mencapai 29,45°C yakni pada pukul 14:00 sedangkan rerata suhu terendah terjadi pada pukul 06:00 dengan suhu sebesar 27,11°C.



Gambar 8. Rerata Kelembapan Ruang Dalam pada Objek Penelitian dengan 4 Variasi Jarak Penataan Bayam Merah  
(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Grafik perbandingan tersebut menunjukkan bahwa penataan vegetasi bayam merah dengan jarak 1 meter terhadap bangunan memiliki rerata kelembapan yang paling mendekati batas kenyamanan kelembapan udara, dengan rerata minimum mencapai 63,98% pada pukul 13:00 dan rerata tertinggi mencapai 75,29% pada pukul 0:00.



Gambar 9. Grafik Perbandingan Kadar CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> pada Ruang Dalam Objek Penelitian dengan Penataan Vegetasi Kumis Kucing  
(Sumber: Hasil Analisis, 2014)

Data hasil analisis perbandingan antara kadar karbondioksida pada ruang dalam tanpa penataan vegetasi dengan kadar karbondioksida pada ruang dalam yang diberlakukan penataan vegetasi bayam merah ini mengalami penurunan yang signifikan pada siang hari, dengan penurunan terbesar pada variasi penataan berjarak 1 meter terhadap bangunan, yakni sebesar 65,33 ppm. Pada pagi dan sore hari, kadar karbondioksida pada ruang dalam objek penelitian tidak banyak berbeda dibandingkan dengan kadar karbondioksida pada ruang dalam objek penelitian ketika tanpa penataan vegetasi, peningkatan kadar karbondioksida yang signifikan terjadi pada variasi penataan vegetasi dengan jarak 0 meter, yakni pada pagi dan sore hari. Sedangkan data hasil analisis perbandingan antara kadar oksigen pada ruang dalam tanpa penataan vegetasi dengan kadar karbondioksida pada ruang dalam yang diberlakukan penataan vegetasi bayam merah ini mengalami penurunan yang signifikan pada siang hari, dengan penurunan terbesar pada variasi penataan berjarak 1 meter terhadap bangunan, yakni sebesar 65,3%. Pada pagi dan sore hari, kadar oksigen

pada ruang dalam objek penelitian tidak banyak berbeda dibandingkan dengan kadar oksigen pada ruang dalam objek penelitian ketika tanpa penataan vegetasi, peningkatan kadar oksigen yang signifikan terjadi pada variasi penataan vegetasi dengan jarak 0 meter, yakni pada pagi dan sore hari.

#### **4. Kesimpulan**

Penataan vegetasi horizontal pada ruang luar bangunan memiliki keragaman karakteristik dalam mengkondisikan udara di sekitarnya. Dari data hasil pengukuran dan analisis yang dilakukan, diperoleh hasil yang variatif, diantaranya adalah karakteristik dalam penurunan suhu, penurunan kadar karbondioksida dan peningkatan kadar oksigen pada ruang dalam.

Pada penataan vegetasi dengan jenis kumis kucing, jarak penataan terhadap bangunan yang efektif adalah pada jarak 0 meter. Pada jarak tersebut, perbedaan suhu ruang luar dan ruang dalam pada pukul 10:00 dapat mencapai 7°C, sedangkan pada penataan vegetasi dengan jenis bayam merah, penurunan suhu terbesar diperoleh dengan penataan pada jarak 0,5 meter terhadap bangunan dengan perbedaan suhu ruang luar dan ruang dalam maksimal mencapai 4°C pada pukul 09:00. Penurunan suhu oleh kedua jenis tanaman tersebut terjadi pada pagi hingga siang hari, pada kisaran waktu antara pukul 07:00 hingga pukul 14:00.

Penurunan kadar karbondioksida pada ruang dalam bangunan oleh penataan vegetasi pada ruang luar bangunan memiliki perilaku yang berbeda dengan penurunan suhu pada ruang dalam oleh vegetasi, penurunan kadar karbondioksida pada ruang dalam objek penelitian oleh tumbuhan jenis kumis kucing secara efektif terjadi pada siang hari dengan penataan vegetasi pada jarak 1 m, yakni sebesar 37 ppm, sedangkan penurunan kadar karbondioksida oleh tumbuhan jenis bayam merah terjadi pada siang hari dengan jarak 1 m dapat menurunkan kadar karbondioksida hingga sebesar 65 ppm.

#### **Ucapan Terima Kasih**

Terima kasih banyak kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini, terlebih kepada Bapak Agung Murti Nugroho selaku ketua Jurusan Arsitektur FT-UB yang telah banyak memberikan saran dan solusi dalam menjalankan penelitian ini.

#### **Daftar Pustaka**

- Badan Pusat Statistik Kota Malang. 2014. *Keadaan Cuaca Kota Malang Tahun 2012-2013*. <http://malangkota.bps.go.id/index.php?hal=tabel&id=23>. (diakses 6 April 2014).
- Budihardjo, Eko. 1991. *Arsitektur dan Kota di Indonesia*. Bandung: Alumni.
- Grey, G. W. and Deneke, F. J. 1978. *Urban Forestry*. New York: John Wiley and Sons.
- Lo, C.P., & Dale A. Quattrochi. 2003. "Land-Use and Land-Cover Change, Urban Heat Island Phenomenon, and Health Implications: A Remote Sensing Approach". *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*. Vol. 69, No. 9, September 2003. [http://www.asprs.org/a/publications/pers/2003journal/september/2003\\_sep\\_1053-1063.pdf](http://www.asprs.org/a/publications/pers/2003journal/september/2003_sep_1053-1063.pdf). (diakses 6 April 2014).
- Lippmeier, Georg. 1994. *Bangunan Tropis*. Jakarta : Erlangga.
- Luddityawan, Agung Rizky. 2014. "Taman Vertikal Sebagai Pendinginan Alami Pada Rumah Sederhana Sehat Griya Saxophone Kecamatan Lowokwaru – Kota Malang". *Skripsi Tidak Diterbitkan*. Malang: Jurusan Arsitektur FT Universitas Brawijaya.

Rahwuli, Ahdian. 2013. "Taman Vertikal Sebagai Sistem Pendingin Udara Alami Pada Pemukiman Perkotaan Malang". *Skripsi* Tidak Diterbitkan. Malang: Jurusan Arsitektur FT Universitas Brawijaya.