

Pengaruh Kombinasi Kerapatan Kanopi Pohon Terhadap Kenyamanan Termal di Jalan Ahmad Yani Kota Malang

Yulius Amandus Lawe¹⁾, Hesti Triana Soelistyari¹⁾, Rizki Alfian¹⁾

¹⁾Program Studi Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, Universitas Tribhuwana Tunggadewi
E-mail: amanduslawe@gmail.com, hesti.triana@unitri.ac.id

ABSTRAK

Kota Malang merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang menghadapi tantangan dalam peningkatan kenyamanan termal ruang luar. Vegetasi perkotaan, khususnya pohon, memiliki potensi untuk memperbaiki kondisi mikroiklim melalui mekanisme peneduhan dan transpirasi. Namun demikian, efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh karakteristik kanopi, terutama kerapatannya. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menganalisis variasi kerapatan kanopi dan tingkat kenyamanan termal pada ruas Jalan Ahmad Yani serta (2) mengidentifikasi pengaruh kombinasi kerapatan kanopi terhadap kondisi mikroiklim setempat. Pengumpulan data dilakukan selama 15 hari pada tiga segmen pengamatan dengan parameter suhu udara, kelembapan udara, dan dokumentasi kanopi. Pengolahan nilai kanopi dilakukan menggunakan ImageJ, sedangkan analisis nilai Leaf Area Index (LAI), Thermal Humidity Index (THI), dan uji statistik (Independent-Samples T-Test, regresi, dan korelasi) dilakukan menggunakan Microsoft Excel. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi nilai THI antar segmen yang dipengaruhi oleh perbedaan kerapatan kanopi. Analisis regresi mengindikasikan bahwa LAI berbanding terbalik dengan suhu dan THI serta berbanding lurus dengan kelembapan udara. Temuan tersebut menegaskan bahwa kombinasi kerapatan kanopi mampu menghasilkan efek pendinginan mikro sehingga berkontribusi terhadap peningkatan kenyamanan termal ruang jalan.

Kata Kunci: Jalan, Kanopi, Kerapatan, Pohon.

ABSTRACT

Malang City is one of the major urban areas in Indonesia that faces increasing challenges in improving outdoor thermal comfort. Urban vegetation, particularly trees, plays a crucial role in moderating microclimatic conditions through shading and transpiration. However, its effectiveness varies depending on canopy characteristics, especially canopy density. This study aims to (1) analyze variations in canopy density and thermal comfort along Ahmad Yani Street, and (2) examine the influence of combined canopy densities on local microclimatic conditions. Data collection was conducted over 15 days across three observation segments, with air temperature, relative humidity, and canopy documentation recorded as primary parameters. Canopy pixel values were analyzed using ImageJ, while Leaf Area Index (LAI), Thermal Humidity Index (THI), and statistical tests (Independent-Samples T-Test, regression, and correlation) were processed using Microsoft Excel. The results indicate spatial variations in THI values among the observed segments, which are attributed to differences in canopy density. Regression analysis shows that LAI exhibits a negative relationship with air temperature and THI, and a positive relationship with relative humidity. These findings demonstrate that combined canopy densities generate micro-scale cooling effects and contribute to improved thermal comfort within urban street corridors.

Keyword: *Street, Canopy, Density, Trees*

1. Pendahuluan

Kota Malang merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang menghadapi kesulitan dalam menciptakan suasana kota yang baik bagi penduduknya. Salah satu masalah utama yang sering dialami oleh kota-kota, termasuk Malang, adalah suhu yang tinggi dan kurangnya kenyamanan di luar ruangan. Masalah ini sering terlihat di area dengan banyak bangunan dan kendaraan, seperti di jalan-jalan utama, termasuk Jalan Ahmad Yani. Salah satu cara untuk menangani masalah kenyamanan luar ruangan adalah dengan memperhatikan pentingnya vegetasi, khususnya pohon.

Pohon mampu menyerap radiasi matahari, memberi naungan, dan melakukan transpirasi sehingga dapat menurunkan temperatur udara dan meningkatkan kelembaban udara. Tanaman berperan sebagai unsur pelembut dan dapat mengharmoniskan ruang dalam lanskap jalan. Fungsi tanaman dalam desain penanaman termasuk mengurangi cahaya yang menyilaukan, mengendalikan iklim mikro (suhu, radiasi matahari, angin, presipitasi, kelembaban), serta memberi naungan yang dapat menurunkan suhu lingkungan di sekitarnya (Murdaningsih, 2010).

Namun, tidak semua pohon memberikan efek yang sama terhadap suhu udara di sekitarnya. Salah satu hal yang memengaruhi bagaimana pohon dapat membantu kenyamanan termal adalah seberapa lebat kanopi pohon tersebut. Kanopi pohon berperan dalam pendinginan suhu udara di sebuah wilayah. Hal tersebut telah di teliti oleh (Effendy & Aprihatmoko, 2014) yang menunjukkan bahwa kontribusi luasan yang terlindungi oleh kanopi vegetasi cukup signifikan dalam mengurangi suhu udara pada siang hari, dengan penurunan suhu mencapai 28%. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin rapat kanopi vegetasi RTH maka semakin besar pendinginan suhu udara yang terjadi.

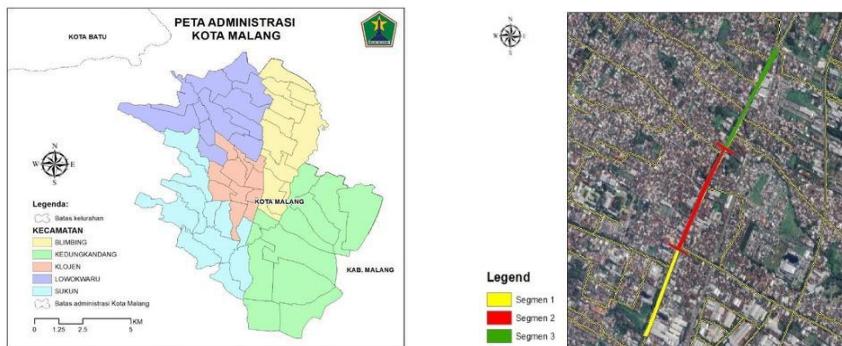
Kenyamanan termal adalah perasaan dimana seseorang merasa nyaman suhu di lingkungannya (ASHRAE, 2009). Hal ini sejalan dengan penelitian (Prasetya *et al*, 2017) yang menyatakan kenyamanan kota dipengaruhi oleh beberapa aspek seperti suhu udara, kelembaban, dan kebisingan. Mengetahui kenyamanan suhu dalam ruang terbuka hijau kota penting karena bisa menjadi indikator sejauh mana pengguna merasa nyaman untuk beraktivitas di area tersebut. Dalam bidang Arsitektur Lanskap, kenyamanan termal sangat penting dalam mengembangkan ruang terbuka hijau karena berpengaruh pada tingkat kepuasan dan kegiatan pengguna di sebuah lokasi.

Berdasarkan hasil analisis suhu, jarak dari garis terluar hutan kota tidak berpengaruh nyata terhadap suhu, namun variabel arah dan waktu berpengaruh nyata terhadap kondisi suhu dan kelembaban. Hal ini dikarenakan kondisi eksisting sekitar hutan kota yang berbeda-beda. Sedangkan dominansi vegetasi juga berpengaruh nyata terhadap penurunan suhu, hal ini dibuktikan pada hutan kota Velodrome dengan bentuk menyebar dan nilai dominansi tertinggi (74.77) memiliki suhu rata-rata terendah 28°C dibanding hutan kota lainnya (Alfian R. *et al*, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis bagaimana kombinasi kerapatan kanopi pohon mempengaruhi kenyamanan termal di Jalan Ahmad Yani, Kota Malang. Studi dilakukan di Jalan Ahmad Yani, Kecamatan Belimbing, Malang, yang merupakan jalan utama dengan aktivitas pejalan kaki dan kendaraan yang tinggi. Jalan ini dipilih karena belum ada penelitian khusus terkait pengaruh kanopi pohon terhadap kenyamanan suhu. Beragam kepadatan dan pola penanaman pohon di lokasi ini memungkinkan eksplorasi hubungan antara kanopi pohon, iklim mikro, dan kenyamanan termal bagi pengguna jalan.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Jalan Ahmad Yani, Kecamatan Belimbing, Kota Malang, yang merupakan salah satu ruas jalan utama dengan tingkat mobilitas tinggi dan keberagaman vegetasi peneduh.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 15 hari pada periode Mei-Juni 2025 selama 12 jam per pengamatan dari jam 06:00-17:00 WIB. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: alat tulis, camera digital, termohygrometer, handphone, tripod, laptop.

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan deskriptif-analitis untuk menjelaskan fenomena yang terjadi di lapangan secara objektif dan terukur. Pengaruh kombinasi kerapatan kanopi pohon terhadap parameter kenyamanan termal seperti suhu udara dan kelembaban udara dianalisis menggunakan rumus serta alat ukur standar.

Penentuan titik pengamatan dilakukan di sepanjang koridor Jalan Ahmad Yani, Kota Malang, yang dibagi menjadi tiga segmen dengan panjang masing-masing ± 466 meter menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu teknik penentuan titik sampel secara sengaja berdasarkan variasi kerapatan kanopi pohon pada tiap segmen (Nyimbili, F., & Nyimbili, L, 2024). Setiap segmen ditetapkan tiga titik pengamatan sehingga total terdapat 9 titik sampel. Pada setiap titik pengamatan dilakukan dokumentasi kanopi menggunakan kamera digital dilengkapi lensa fisheye 180° yang diletakkan di atas tripod dengan tinggi 1,5meter dari permukaan tanah.

Penelitian ini menggunakan dua jenis variabel utama, yaitu variabel independen (kerapatan kanopi pohon diukur secara kuantitatif menggunakan parameter *Leaf Area Index* (LAI)) dan variabel dependen meliputi:

1. Suhu udara (T) $^{\circ}\text{C}$ diukur dengan termometer digital atau alat *Thermo-Hygrometer*.
2. Kelembaban udara (RH) (%) diukur bersamaan dengan suhu menggunakan *Thermo-Hygrometer*.
3. *Nilai Thermal Humidity Index* (THI)

Variabel tersebut digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara kerapatan kanopi pohon dan kenyamanan termal di sepanjang Jalan Ahmad Yani Kota Malang. Teknik analisi data dalam penelitian ini mencakup analisis data kerapatan kanopi, perhitungan indeks kenyamanan termal, dan analisis korelasi serta regresi antara variabel kerapatan kanopi dengan parameter iklim mikro.

1. Analisis Perhitungan *Leaf Area Index* (LAI)

Merupakan salah satu parameter kuantitatif yang sangat penting dalam studi vegetasi, khususnya untuk mengevaluasi struktur dan fungsi tajuk pohon dalam lanskap (Macfarlane, C. et al, 2007)

Rumus dasar *Leaf Area Index* (LAI)

$$\text{LAI} = \frac{\text{Luas total daun (m}^2\text{)}}{\text{Luas Tanah (m}^2\text{)}}$$

Rumus yang digunakan dalam metode Macfarlane adalah:

$$\text{LAI} = -\frac{\ln(P)}{G \cdot \Omega}$$

Penjelasan

LAI	=	Indeks Luas Daun
P	=	Fraksi Cela (bagian langit yang terlihat)
Ω	=	Koefisien clumping index (Ω)/clumpling = 0,9
G	=	Koefisien Proyeksi Daun (0,5)

Adapun Grap fraction (P) dirumusakan sebagai berikut:

$$P = \frac{\text{Piksel Langit}}{\text{Total Pixel}}$$

Adapun Piksel Langit dirumusakan sebagai berikut:

$$\text{Total Pixel (N)} - \text{Pixel Kanopi (M)}$$

Hasil perhitungan diklasifikasikan ke dalam tiga kategori, yaitu:

- Kanopi rapat: LAI > 2,5
 - Kanopi kurang rapat: LAI antara 1,5 – 2,5
 - Kanopi tidak rapat: LAI < 1,5
2. Analisis Perhitungan *Thermal Humidity Index* (THI)

Merupakan indeks gabungan antara suhu udara dan kelembaban relatif. Penentuan indeks kenyamanan berdasarkan indikator suhu udara rata-rata dan kelembaban relatif tersebut menggunakan persamaan THI (Santi, et al, 2019)

Rumus THI (Nieuwolt S, 1977) sebagai berikut:

$$\text{THI} = (0,8 \times T) + \frac{(RH \times T)}{500}$$

Keterangan:

T = Suhu udara ($^{\circ}\text{C}$)

RH = Kelembaban udara (%)

Hasil perhitungan diklarifikasi kedalam 3 kategori, yaitu:

- Nyaman dengan nilai THI 21-24
 - Cukup nyaman dengan nilai THI 25-26
 - Tidak nyaman dengan nilai THI >26
3. Analisis Uji T

Menggunakan *Independent-Samples T-Test* untuk membandingkan rata-rata dari dua kelompok independen, yaitu area dengan kerapatan kanopi tinggi dan area dengan kerapatan kanopi rendah, guna mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan dalam *Thermal Humidity Index* (THI) sebagai indikator kenyamanan termal. Adapun dasar pengambilan keputusan; Jika nilai $p > 0,05$, maka varians dianggap homogen dan digunakan uji T dengan asumsi varians sama; sebaliknya, jika $p < 0,05$, maka digunakan uji T dengan asumsi varians tidak sama (Putra, B. U. et al, 2022).

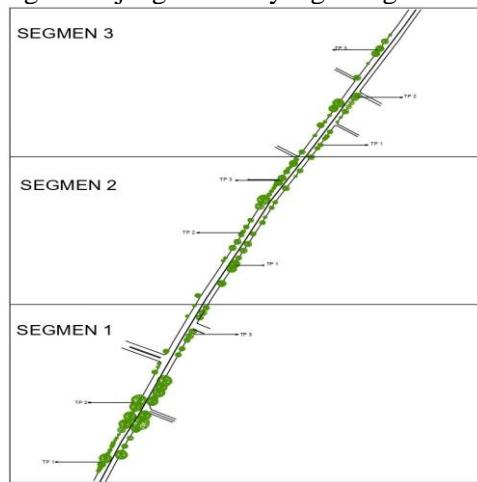
4. Analisis Korelasi

Menggunakan korelasi *Pearson* untuk mengukur kekuatan hubungan linier antara dua variabel. Nilai koefisien korelasi berkisar -1, 0, dan 1 (Tabel 1). Analisis regresi linier dilakukan untuk mengetahui hubungan antara LAI (x) dengan suhu, kelembaban, dan THI (y) (Safitri, W. R, 2016). Hasil analisis diinterpretasikan berdasarkan nilai kofisien korelasi berikut ini (Muriyatmoko, D, 2018):

- 0,00 – 0,199 Ada korelasi antara variabel x dan y, tetapi sangat lemah (diabaikan)
- 0,20 – 0,399 Ada korelasi yang lemah antara variabel x dan y
- 0,40 – 0,599 Ada korelasi yang cukup antara variabel x dan y
- 0,60 – 0,899 Ada korelasi yang kuat antara variabel x dan y
- 0,90 – 1,000 Ada korelasi yang sangat kuat antara variabel x dan y

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan di Jalan Ahmad Yani, yang terletak di Kecamatan Blimbing, Kota Malang dengan Panjang 1.400m yang dibagi kedalam 3 Segmen.



Gambar 2. Pembagian Segmen Penelitian pada Jalan Ahmad Yani Kota Malang

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Penelitian ini membagi koridor Jalan Ahmad Yani menjadi tiga segmen pengamatan, masing-masing segmen dengan panjang 466m dan memiliki variasi kerapatan kanopi yang berbeda dengan karakter vegetasi yang berbeda.

Karakteristik Fisik Pohon Jalan Ahmad Yani Kota Malang

Vegetasi yang terdapat di sepanjang Jalan Ahmad Yani Kota Malang terdiri dari berbagai jenis pohon peneduh dengan bentuk tajuk yang beragam. Beberapa jenis pohon yang mendominasi kawasan ini antara lain Beringin (*Ficus benjamina*), Angsana (*Pterocarpus indicus*), dan Trembesi (*Samanea saman*). Berikut tabel jenis pohon di Jalan Ahmad Yani.

Tabel 1. Karakteristik Fisik Pohon

Segmen	Pohon	Nama Ilmiah	Bentuk Tajuk	Jumlah
1	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	Bulat melebar/payung	13
	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	Bulat lebar	1
	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	Bulat melebar/payung	8
	Asam Jawa	<i>Tamarindus indica</i>	membulat melebar	4
	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	oval sampai membulat	12
	Kersen	<i>Muntingia calabura</i>	membulat melebar dengan kerapatan	2
	Jambu Biji	<i>Psidium guajava</i>	membulat melebar	4
2	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	Bulat melebar/payung	3
	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	Membulat lebar	4
	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	Bulat melebar/payung	12
	Asam Jawa	<i>Tamarindus indica</i>	membulat melebar	2
	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	oval sampai membulat	5
3	Trembesi	<i>Samanea saman</i>	Bulat melebar/payung	6
	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	Bulat melebar/payung	8
	Ketapang biola	<i>Ficus lyrata</i>	membulat rapat	2
	Asam Jawa	<i>Tamarindus indica</i>	membulat melebar	1
	Mahoni	<i>Swietenia macrophylla</i>	oval sampai membulat	4
	Kersen	<i>Muntingia calabura</i>	membulat melebar dengan kerapatan	6
	Mangga	(<i>Mangifera indica L.</i>)	membulat rimbun	2

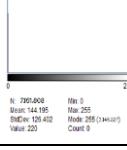
Sumber: Observasi dan Studi Kepustakaan, 2025

Kerapatan Kanopi Pohon di Jalan Ahmad Yani Kota Malang

Proses analisis total piksel dan piksel kanopi diawali dengan mengimpor foto ke dalam ImageJ, kemudian dilakukan pengolahan menggunakan metode thresholding untuk membedakan area kanopi dan langit terbuka melalui konversi citra menjadi dua warna kontras, yaitu hitam–putih, di mana bagian tajuk pohon (daun, ranting, dan cabang) dikategorikan sebagai kanopi (piksel hitam), sedangkan bagian langit terbuka dikategorikan sebagai non-kanopi (piksel putih). Berikut Hasil analisis total piksel dan piksel kanopi.

1. Segmen 1

Tabel 2. Total Piksel Dan Piksel Kanopi Segmen 1

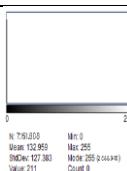
Titik Sampel	Foto kanopi	Analisi Thresholding	Hasil analisis	Keterangan	
				Total Piksel	Piksel Kanopi
1				7.151.808	4.669.324
2				7.151.808	4.817.771
3				7.151.808	3.146.827

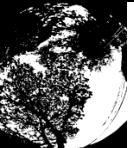
Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Pada titik 1 dan titik 2, jumlah piksel kanopi masing-masing sebesar 4.669.324 dan 4.817.771 piksel dengan vegetasi dominan berupa Trembesi (*Samanea saman*) cukup rapat dan mampu memberikan keteduhan pada area jalan. Pada titik 3, jumlah piksel kanopi hanya mencapai 3.146.827 piksel dengan vegetasi berupa Angsana (*Pterocarpus indicus*) pada kerapatan tajuk yang lebih rendah. Sehingga tajuknya lebih rendah, dimana radiasi matahari lebih besar dan tingkat keteduhan yang dihasilkan lebih rendah.

2. Segmen 2

Tabel 3. Total Piksel Dan Piksel Kanopi Segmen 2

Titik Sampel	Foto kanopi	Analisi Thresholding	Hasil analisis	Keterangan	
				Total Piksel	Piksel Kanopi
1				7.151.808	5.122.148
2				7.151.808	2.588.640

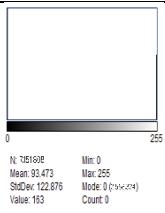
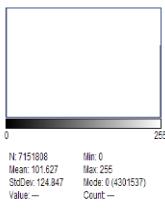
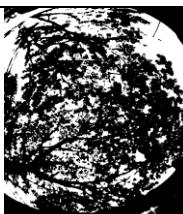
Titik Sampel	Foto kanopi	Analisi Thresholding	Hasil analisis	Keterangan	
				Total Piksel	Piksel Kanopi
3				7.151.808	4.594.659

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Pada titik 1, jumlah piksel kanopi tercatat sebesar 5.122.148 piksel dengan vegetasi dominan berupa Beringin (*Ficus benjamina*), dimana tajuk cukup rapat, sehingga mampu memberikan keteduhan optimal dan mengurangi paparan cahaya matahari langsung ke permukaan jalan. Pada titik 2, jumlah piksel kanopi tercatat sebesar 2.588.640 piksel dengan vegetasi yang mendominasi yaitu Angsana (*Pterocarpus indicus*), sehingga terdapat lebih banyak celah antar daun dan cabang yang memungkinkan radiasi matahari menembus hingga ke permukaan jalan. Pada titik 3, jumlah piksel kanopi tercatat sebesar 4.594.659 piksel. Vegetasi pada titik ini juga berupa Trembesi (*Samanea saman*), namun tingkat kerapatan tajuknya berada pada kategori sedang, masih memberikan keteduhan yang cukup dan terdapat area tertentu di bawah kanopi yang tetap menerima paparan sinar matahari.

3. Segmen 3

Tabel 4. Total Piksel Dan Piksel Kanopi Segmen3

Titik Sampel	Foto kanopi	Analisi Thresholding	Hasil analisis	Keterangan	
				Total Piksel	Piksel Kanopi
1				7.151.808	2.558.324
2				7.151.808	4.301.537
3				7.151.808	4.832.906

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Pada titik 1, jumlah piksel kanopi tercatat sebesar 2.558.324 piksel. Vegetasi yang terdapat pada titik ini Adalah Mahoni (*Swietenia macrophylla*), tajuk vegetasi pada titik ini tergolong jarang atau memiliki kerapatan yang rendah. Akibatnya, tingkat keteduhan di area ini relatif rendah sehingga paparan panas dari radiasi matahari lebih tinggi dibandingkan area dengan tajuk yang lebih rapat. Pada titik 2, jumlah piksel kanopi tercatat sebesar 4.301.537 piksel dengan vegetasi dominan berupa Angsana (*Pterocarpus indicus*). Kerapatan tajuk Angsana relatif cukup rapat, meskipun masih terdapat celah di beberapa bagian yang memungkinkan sinar matahari masuk ke area jalan. Pada titik 3, jumlah piksel kanopi sebesar 4.832.906 piksel dengan vegetasi dominan berupa Trembesi (*Samanea saman*), memiliki tajuk yang melebar sehingga mampu memberikan keteduhan yang luas, meskipun pada titik ini

kerapatan kanopi tidak setinggi titik 2 karena terdapat celah tajuk yang masih memungkinkan masuknya cahaya matahari.

Pengukuran Leaf Area Index (LAI) pada setiap titik sampel bertujuan untuk mengukur kerapatan kanopi dimana semakin besar nilai LAI berarti semakin rapat kanopi pohon tersebut dan semakin besar juga radiasi matahari yang dapat diintersepsi. Contoh perhitungan LAI segmen 1 titik sampel 1 sebagai berikut:

1. Piksel Langit

$$Pixel\ Langit = 7.151.808 - 4.669.324$$

$$Pixel\ Langit = 2.482.484$$

2. Grap fraction (P)

$$P = \frac{2.482.484}{7.151.808}$$

$$P = 0,34$$

3. LAI

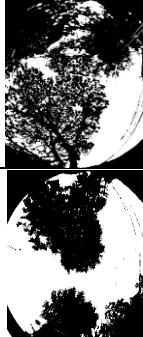
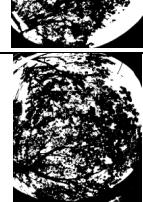
$$LAI = -\frac{\ln(0,34)}{0,5 \times 0,9}$$

$$LAI = 2,35$$

Berdasarkan contoh perhitungan diatas Leaf Area Index (LAI) semua titik sampel dari 3 segmentasi dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 5. Leaf Area Index (LAI)

Segmen	Titik Sampel	Vegetasi	Foto Kanopi	Hasil Analisi	Nilai LAI
1	1	<i>Samanea saman</i> dan <i>Samanea saman</i>			2,35 (Kurang Rapat)
	2	<i>Samanea saman</i> dan <i>Samanea saman</i>			2,48 (Rapat)
	3	<i>Pterocarpus indicus</i> dan <i>Pterocarpus indicus</i>			1,28 (Tidak Rapat)
	2	<i>Ficus benjamina</i> dan <i>Ficus benjamina</i>			2,79 (Rapat)
	2	<i>Pterocarpus indicus</i> dan <i>Pterocarpus indicus</i>			0,99 (Tidak Rapat)

Segmen	Titik Sampel	Vegetasi	Foto Kanopi	Hasil Analisi	Nilai LAI
	3	<i>Samanea saman</i> dan <i>Samanea saman</i>			2,28 (Kurang Rapat)
3	1	Mahoni (<i>Swietenia macrophylla</i>)			0,98 (Tidak Rapat)
	2	<i>Pterocarpus indicus</i> dan <i>Pterocarpus indicus</i>			2,04 (Kurang Rapat)
	3	<i>Samanea saman</i> dan <i>Samanea saman</i>			2,52 (Rapat)

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Kenyamanan Termal Pohon di Jalan Ahmad Yani Kota Malang

Pengukuran Suhu

Suhu merupakan suatu besaran yang menunjukkan derajat panas maupun dingin pada suatu tempat. Kondisi suhu udara yang nyaman bagi orang normal untuk beraktivitas pada wilayah tropis, terutama Indonesia berkisaran antara 24,1 sampai dengan 27,7°C. Pada Segmen 1, suhu udara rata-rata berkisar antara 27,0°C–28,1°C, dengan nilai tertinggi terjadi pada siang hari (pukul 14.00) sebesar 31,4°C dan terendah pada pagi hari (pukul 06.00) sebesar 22,7°C. Pola ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu udara seiring dengan bertambahnya waktu disebabkan oleh meningkatnya intensitas radiasi matahari.

Pada Segmen 2, suhu udara rata-rata berkisar antara 27,5°C–28,0°C, dengan nilai tertinggi terjadi pada siang hari (pukul 14.00) sebesar 31,7°C dan terendah pada pagi hari (pukul 06.00) sebesar 22,8°C. Pola kenaikan suhu ini menunjukkan pengaruh langsung dari peningkatan intensitas radiasi matahari sepanjang siang hari, kemudian menurun kembali menjelang sore.

Berdasarkan data suhu udara pada Segmen 3, suhu terendah tercatat sebesar 23,0°C pada pukul 06.00 dan meningkat secara bertahap hingga mencapai suhu tertinggi 32,5°C pada pukul 14.00. Pola ini menunjukkan adanya peningkatan suhu yang dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari yang semakin tinggi pada siang hari.

Pada area tanpa kanopi (Tabel 4.9), suhu udara menunjukkan nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan segmen yang memiliki kanopi. Suhu terendah tercatat sebesar 23,7°C pada pukul 06.00, sedangkan suhu tertinggi mencapai 34,2°C pada pukul 14.00. Rata-rata suhu harian di titik ini adalah 30,0°C, lebih tinggi dibandingkan seluruh segmen dengan kanopi. Hal ini membuktikan bahwa keberadaan vegetasi berperan penting dalam menurunkan suhu udara di koridor Jalan Ahmad Yani.

Pengukuran Kelembaban

Kelembaban udara merupakan banyak atau sedikitnya kandungan uap air yang ada di dalam udara. Wilayah yang mempunyai ketersediaan air banyak akan memiliki tingkat kelembaban udara yang tinggi begitu juga sebaliknya. Berdasarkan hasil pengukuran, kelembaban udara pada Segmen 1 menunjukkan nilai rata-rata berkisar antara 55,0–58,3%, dengan nilai tertinggi terjadi pada pagi hari (pukul 06.00) sebesar 74% dan menurun hingga 45% pada siang hari (pukul 14.00). Pola penurunan ini menunjukkan bahwa kelembaban udara cenderung menurun seiring dengan meningkatnya suhu udara akibat peningkatan intensitas radiasi matahari pada siang hari.

Kelembaban udara di Segmen 2 rata-rata berkisar antara 54,3%–56,4%, dengan nilai tertinggi tercatat pada pukul 06.00 sebesar 73% dan nilai terendah pada pukul 14.00 sebesar 44%. Pola penurunan kelembaban ini menunjukkan bahwa seiring bertambahnya waktu menuju siang hari, intensitas radiasi matahari meningkat sehingga menyebabkan peningkatan suhu dan penurunan kelembaban udara.

Kelembaban udara pada Segmen 3 rata-rata berkisar antara 53,2%–55,7%, dengan nilai tertinggi tercatat pada pukul 06.00 sebesar 72% dan nilai terendah pada pukul 13.00–15.00 sebesar 45%. Pola fluktuasi ini menunjukkan bahwa kelembaban udara menurun secara bertahap dari pagi hingga siang hari, seiring dengan meningkatnya suhu udara dan intensitas radiasi matahari.

Kelembaban udara rata-rata pada titik tanpa kanopi tercatat sebesar 48,8%, dengan nilai tertinggi sebesar 71% pada pukul 06.00 dan nilai terendah 35% pada pukul 14.00. Pola ini menunjukkan bahwa kelembaban udara pada area tanpa tutupan pohon mengalami penurunan yang tajam seiring meningkatnya suhu udara di siang hari. Kondisi tersebut terjadi karena tidak adanya elemen vegetasi yang berfungsi menahan penguapan air dari permukaan tanah maupun dari udara di sekitarnya.

Tingkat kenyamanan termal yang berhubungan dengan iklim mikro, seperti suhu udara dan kelembaban udara. Penyerapan radiasi matahari dan naungan pada taman dapat terjadi karena adanya pohon yang mampu menurunkan suhu udara dan meningkatkan kelembaban udara. Contoh perhitungan *Thermal Humidity Index* (THI) segmen 1 titik sampel 1 sebagai berikut:

$$THI = (0,8 \times 22.6) + \frac{(74.0 \times 22.6)}{500}$$

$$THI = 21.4^{\circ}\text{C}$$

Berdasarkan contoh perhitungan diatas Thermal Humidity Index (THI) semua titik sampel dari 3 segmentasi dan titik tanpa kanopi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

1. Segmen 1

Tabel 6. Pengukuran Thermal Humidity Index (THI) Segmen 1

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
6	22.7	74	21.5
7	23.3	70	21.9
8	24.6	68	23.0
9	25.3	66	23.6
10	26.4	61	24.4
11	28.1	53	25.4
12	29.2	51	26.3
13	30.5	48	27.3
14	31.4	45	28.0
15	30.8	47	27.5
16	29.6	47	26.5
17	28.6	49	25.7
Rata-Rata			25.1

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Segmen 1 memiliki nilai *Temperature Humidity Index* (THI) rata-rata sebesar 25,1, yang termasuk dalam kategori cukup nyaman.

2. Segmen 2

Tabel 7. Pengukuran Thermal Humidity Index (THI) Segmen 1

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
6	22.8	73	21.6
7	23.6	69	22.1
8	24.8	68	23.2
9	25.5	64	23.7

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
10	26.6	59	24.4
11	28.2	51	25.5
12	29.9	49	26.9
13	30.8	46	27.5
14	31.7	44	28.2
15	31.0	45	27.6
16	29.6	47	26.4
17	28.9	50	26.0
Rata-Rata			25.2

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Segmen 2 memiliki nilai *Temperature Humidity Index* (THI) rata-rata sebesar 25,2, yang termasuk dalam kategori cukup nyaman.

3. Segmen 3

Tabel 8. Pengukuran Thermal Humidity Index (THI) Segmen 1

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
6	23.0	72	21.7
7	23.6	68	22.1
8	24.9	67	23.2
9	26.3	65	24.5
10	28.0	57	25.6
11	29.3	51	26.5
12	30.7	47	27.4
13	31.9	45	28.4
14	32.5	45	28.9
15	31.6	45	28.1
16	29.5	46	26.3
17	28.7	47	25.7
Rata-Rata			25.7

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Segmen 3 memiliki nilai *Temperature Humidity Index* (THI) rata-rata sebesar 25,7, yang termasuk dalam kategori cukup nyaman.

4. Titik Tanpa Kanopi

Tabel 9. Pengukuran Thermal Humidity Index (THI) Titik Tanpa Kanopi

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
6	23.7	71	22.3
7	24.8	68	23.2
8	26.7	63	24.7
9	28.5	52	25.8
10	29.9	50	26.9
11	31.4	41	27.7
12	32.8	40	28.9
13	33.7	37	29.5
14	34.2	35	29.8
15	32.7	40	28.8

Jam	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	THI
16	31.5	42	27.8
17	30.5	47	27.3
Rata-Rata			26.9

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Titik tanpa kanopi memiliki nilai *Temperature Humidity Index* (THI) rata-rata sebesar 26,9, yang termasuk dalam kategori tidak nyaman.

Pengaruh Kombinasi Kerapatan Kanopi Pohon terhadap Kenyamanan Termal

Pengaruh kombinasi kerapatan kanopi pohon terhadap kenyamanan termal dalam penelitian ini akan dianalisis menggunakan metode Independent Sample T Test. Untuk pengaruhnya dianalisis menggunakan metode Korelasi dan Regresi Liner dengan bantuan *software excel*.

1. Analisis *Independent Sample T Test*

Analisis *Independent Sample T-Test* untuk membandingkan nilai rata-rata Temperature Humidity Index (THI) antara area yang teraungi kanopi pohon dan area yang tidak teraungi. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan tingkat kenyamanan termal yang signifikan secara statistik di antara kedua kondisi tersebut. Hasil perhitungan *Independent Sample T-Test* ditampilkan dalam tabel berikut ini

Tabel 10. Hasil uji *Independent Sample T Test*

Titik Segmen Ke-	Sampel	Sig
1 dan 4		0.03*
2 dan 4		0.04*
3 dan 4		0.12

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Berdasarkan hasil uji Independent Sample T-Test, diperoleh nilai signifikansi (Sig) untuk perbandingan titik sampel sebagai berikut:

- Titik 1 dan Titik 4 diperoleh nilai Sig sebesar $0,03 < 0,05$, sehingga hipotesis H0 ditolak dan hipotesis H1 diterima dan H0 ditolak. Dimana hasil ini mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan nilai THI antara area teraungi (Titik 1) dan area tidak teraungi (Titik 4).
- Titik 2 dan Titik 4 memiliki nilai $\text{Sig} = 0,04 (< 0,05)$, sehingga hipotesis H0 ditolak dan hipotesis H1 diterima dan H0 ditolak. Dimana hasil ini mengindikasikan adanya perbedaan yang signifikan nilai THI antara area teraungi (Titik 1) dan area tidak teraungi (Titik 4).
- Titik 3 dan Titik 4 memiliki nilai $\text{Sig} = 0,12 (> 0,05)$, sehingga hipotesis H0 diterima dan hipotesis H1 ditolak dan H0 diterim. Dimana hasil ini mengindikasikan tidak terdapat perbedaan yang signifikan nilai THI antara area teraungi (Titik 1) dan area tidak teraungi (Titik 4).

2. Analisis Korelasi dan Regresi Linear

Analisis regresi linear digunakan untuk mengetahui hubungan antara Leaf Area Index (LAI) sebagai variabel bebas (independen) dengan suhu udara, kelembaban udara, dan Thermal Humidity Index (THI) sebagai variabel terikat (dependen). Dalam penelitian ini variabel independen (x) adalah LAI, sedangkan variabel dependennya (y) adalah suhu, kelembaban, dan THI. Hasil perhitungankorelasi dan regresi linear ditampilkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 11. Hasil Uji Korelasi dan Regresi Linear

Variabel Terikat	Multiple R	R Square	Persamaan Regresi
Suhu	0.746	0.556	$Y = 2.351 + (-0.625)x$
Kelembaban	0.792	0.628	$Y = 2.351 + 1.636x$
THI	0.730	0.532	$Y = 2.351 + (-0.478)x$

Sumber: Data Primer Diolah, 2025

Keterangan:

- a. Multiple R adalah nilai koefisien korelasi yang menunjukkan kekuatan hubungan antara LAI dengan variabel terikat.
- b. R Square menunjukkan besarnya kontribusi LAI dalam menjelaskan variasi pada variabel terikat.
- c. Persamaan regresi menunjukkan arah dan besar perubahan variabel terikat terhadap perubahan LAI

Berdasarkan hasil uji uji korelasi dan regresi liner interpretasi hasil dijelaskan sebagai berikut:

- a. Hubungan LAI dengan Suhu

Koefisien korelasi Multiple R sebesar 0.746 menunjukkan hubungan kuat antara LAI dengan suhu. Menurut MuriyatiMoko (2018), nilai koefisien korelasi (*Multiple R*) pada rentang 0.60-0.899 mengindikasikan adanya hubungan yang kuat antara variabel independen dan dependen. Nilai R Square 0.556 mengungkapkan bahwa 55.6% variasi suhu dapat dijelaskan oleh perubahan LAI, sementara 44.4% sisanya dipengaruhi faktor lain di luar model.

Persamaan regresi $Y = 2.351 - 0.625x$ menunjukkan bahwa:

- 1) Nilai konstanta 2.351 merepresentasikan estimasi suhu ($^{\circ}\text{C}$) ketika LAI = 0 (tanpa vegetasi)
- 2) Koefisien regresi -0.625 mengindikasikan bahwa setiap peningkatan 1 unit LAI akan menurunkan suhu sebesar -0.625°C
- 3) Berdasarkan persamaan ini, dapat dihitung bahwa setiap kenaikan 2% LAI akan menurunkan suhu sekitar 0.625°C

- b. Hubungan LAI dengan Kelembaban

Koefisien korelasi Multiple R sebesar 0.792 menunjukkan hubungan kuat antara LAI dengan kelembaban. Nilai R Square 0.628 mengungkapkan bahwa 62,8 % variasi kelembapan dapat dijelaskan oleh perubahan LAI, sementara 37,2% sisanya dipengaruhi faktor lain di luar model.

Persamaan regresi $Y = 2.351 + 1.636x$ mengindikasikan:

- 1) Nilai dasar kelembaban adalah 2.526 % pada kondisi tanpa vegetasi
- 2) Setiap penambahan 1 unit LAI akan meningkatkan kelembaban sebesar 1.636 %
- 3) Perhitungan menunjukkan bahwa kenaikan 2% LAI akan meningkatkan kelembaban sekitar 1.636 %

- c. Hubungan LAI dengan THI

Koefisien korelasi Multiple R 0.730 menunjukkan hubungan cukup antara LAI dengan THI. Nilai R Square 0.532 mengungkapkan bahwa 53.2 variasi THI dapat dijelaskan oleh perubahan LAI, sementara 46,8 sisanya dipengaruhi faktor lain di luar model.

Persamaan regresi $Y = 2.351 - 0.478x$ menunjukkan:

- 1) Nilai dasar THI adalah 2.351 pada kondisi tanpa vegetasi
- 2) Setiap penambahan 1 unit LAI akan menurunkan THI sebesar 0.478 satuan
- 3) Perhitungan menunjukkan bahwa kenaikan 2 % LAI akan menurunkan THI sekitar 0.478 satuan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis terhadap pengaruh kombinasi kerapatan kanopi pohon terhadap kenyamanan termal di Jalan Ahmad Yani Kota Malang, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan tingkat kenyamanan termal antar segmen yang dipengaruhi oleh kerapatan kanopi pohon. Segmen 1 dan Segmen 2 memiliki nilai THI rata-rata 25,1 dan 25,2 yang tergolong cukup nyaman, sedangkan Segmen 3 sebesar 25,7 mendekati tidak nyaman. Hasil analisis uji Independent-Samples T-Test terhadap nilai THI pada titik sampel, diperoleh bahwa terdapat perbedaan signifikan antara area ternaungi dan area tidak ternaungi pada sebagian titik pengamatan. Titik 1 dan Titik 2 menunjukkan nilai $\text{Sig} < 0,05$, yang berarti kondisi kanopi rapat pada kedua titik tersebut mampu memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan kenyamanan termal dibandingkan dengan area terbuka tanpa naungan (Titik 4). Sementara itu, pada

perbandingan antara Titik 3 dan Titik 4 diperoleh nilai $Sig > 0,05$, yang menunjukkan bahwa kerapatan kanopi di Titik 3 tidak memberikan perbedaan signifikan terhadap kenyamanan termal jika dibandingkan dengan area tanpa naungan. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan pentingnya memperhatikan nilai Leaf Area Index (LAI). Selain itu penelitian ini juga membuktikan bahwa kombinasi kerapatan kanopi pohon mampu menciptakan efek pendinginan mikro melalui naungan dan proses transpirasi. Dengan demikian, kerapatan vegetasi yang optimal dapat meningkatkan kenyamanan termal bagi pengguna jalan.

5. Daftar Pustaka

- Alfian, R., Budiarti, T., & Nasrullah, N. (2017). Pengaruh Bentuk Hutan Kota Terhadap kenyamanan termal di sekitar hutan kota. *Buana sains*, 19(1), 47-60
- ASHRAE. (2009). *ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
- Effendy, S., Aprihatmoko, F. 2014. Kaitan Ruang Terbuka Hijau dengan Kenyamanan Termal Perkotaan. *Agromet*, 28(1), 23-32
- Macfarlane, C., Grigg, A., & Evangelista, C. (2007). Estimating forest leaf area using cover and fullframe fisheye photography: Thinkinginside the circle. *Agricultural and Forest Meteorology*, 146(1-2), 1–12.
- Murdaningsih, M. (2010). Evaluasi Aspek Fungsi, Estetika Dan Agronomis Tanaman Tepi Jalan Di Jalan Ijen Kota Malang. *AGRICA*, 3(1), 15-26
- Muriyatmoko, D. (2018). Analisa volume terhadap sitasi menggunakan regresi linier pada jurnal bereputasi di Indonesia. *Jurnal Simantec*, 6(3)
- Nieuwolt S. (1977). Tropical climatology. London:Wiley
- Nyimbili, F., & Nyimbili, L. (2024). Types of Purposive Sampling Techniques with Their Examples and Application in Qualitative Research Studies. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, 5, 90-99.
- Prasetya, E., Hermawansyah, H., Hidayati, D. 2017. Analisis Tingkat Kenyamanan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Taman Kota Tengah, Taman Rekreasi Damai dan Taman Smart Nursery di Kota Gorontalo. Seminar Nasional LP2M UNM,2(1).
- Putra, B. U., Krisnandika, A. A. K., & Dharmadiatmika, I. M. A. (2022). Pengaruh Kombinasi Kerapatan Kanopi Pohon terhadap Kenyamanan Termal di Lapangan Puputan Margarana, Denpasar. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 14(1), 16-21
- Safitri, W. R. (2016). Pearson Correlation Analysis to Determine The Relationship BetweenCity Population Density with Incident Dengue Fever of Surabaya in The Year 2012-2014. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*.
- Santi, Belinda, S., Rianty, H., & Aspin. (2019). Identifikasi Iklim Mikro dan Kenyamanan Termal Ruang Terbuka Hijau di Kendari. *Jurnal Arsitektur NALAR*, 18(1), 23–34.