

# Evaluasi Kenyamanan Termal pada Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra, Bali

Made Ary Suta Setiawan<sup>1</sup>, I Gusti Agung Ayu Rai Asmiwyati<sup>1\*</sup>, Anak Agung Keswari Krisnandika<sup>1</sup>

1. Prodi Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana, Denpasar, Indonesia

\*E-mail: [asmiwyati@unud.ac.id](mailto:asmiwyati@unud.ac.id)

## Abstract

**Evaluation of Thermal Comfort in Prof. Dr. Ida Bagus Mantra Streetscape, Bali.** Vegetation hold an important role in a streetscape, one of which is the amelioration of the microclimate which affect the user comfort, especially human thermal comfort on the streetscape. Prof. Dr Ida Bagus Mantra street has several different parts when viewed from the variation of the shade trees used. This study sought to determine the best fit composition of the shade trees to increase human thermal comfort in this street. Six sample of streetscape will be studied in three different composition of shade trees type. On these street, air temperature and humidity will be measured to calculate the level of human thermal comfort using Thermal Humidity Index (THI). The results showed that streetscapes with three rows of shade trees had a lower THI value compared to streetscapes with only one row of shade trees, and the streetscapes planted with spreading crowns shade trees had lower THI values than streetscapes planted with rounded crowns trees. Based on this, it is recommended to plant shade trees on the median and both sides of the road with trees that have dense leaf mass and can give a unique impression if planted in mass.

**Keywords:** *microclimate, streetscape, shade trees, thermal comfort.*

## 1. Pendahuluan

Pohon peneduh memegang peranan penting pada suatu lanskap jalan, salah satunya yaitu ameliorasi iklim mikro yang berimbas pada tingkat kenyamanan pengguna pada jalan tersebut, khususnya kenyamanan termal. Menurut Amin *et al.* (2004), kenyamanan termal adalah suatu kondisi rasa puas dari seseorang menghadapi lingkungan termisnya. Kondisi panas yang berlebih di sekitar tempat beraktifitas, dapat menyebabkan rasa letih, mengantuk, ataupun mengurangi konsentrasi. Tingkat kenyamanan termal bagi manusia Indonesia dapat dikategorikan menggunakan *Temperature Humidity Index* (THI), hal ini dinyatakan oleh Diena (2009) dalam Hadi *et al.* (2012). THI merupakan indeks yang menentukan tingkat kenyamanan lingkungan yang mengkombinasikan data suhu dan kelembapan udara. Menurut Mukhlison (2015), semakin tinggi kerapatan tajuk pohon maka kondisi kenyamanan termal akan nyaman atau nilai THI semakin rendah. Kerapatan tajuk pohon pada suatu lanskap jalan dapat dipengaruhi oleh jenis dan variasi penanaman pohon peneduhnya.

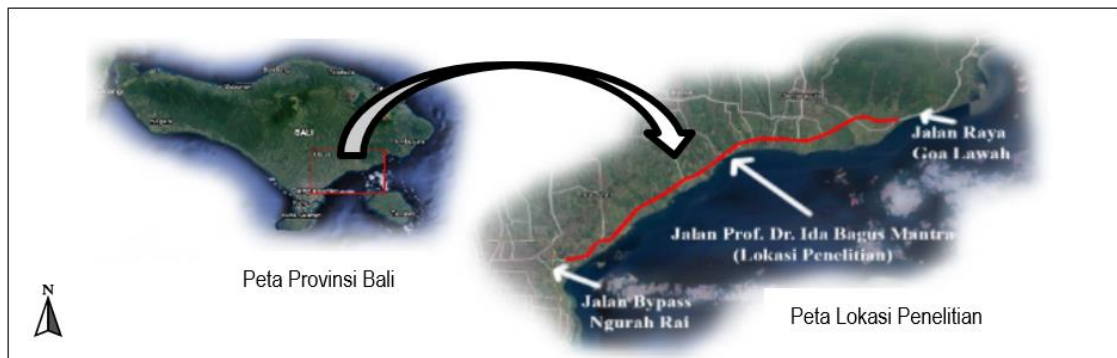
Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra (Bypass Denpasar-Kusamba) merupakan jalan yang menghubungkan 3 Kabupaten/Kota (Denpasar, Gianyar, Klungkung) di Provinsi Bali dengan orientasi jalan secara keseluruhan Timur Laut-Barat Daya dan menjadi jalur utama penghubung Kota Denpasar dan Bali Timur sehingga data mengenai kenyamanan termal serta rekomendasi penanaman diperlukan untuk menunjang pengembangan lanskap jalan ini. Lanskap jalan ini juga digunakan sebagai jalur yang dilalui ribuan pejalan kaki untuk keperluan upacara adat masyarakat setempat seperti melasti dan nganyut pada waktu-waktu tertentu. Kenyamanan termal merupakan hal yang penting untuk diperhatikan pada suatu lanskap jalan dimana hal ini dapat ditunjang dengan adanya pohon peneduh. Jalan yang membentang dari Denpasar hingga Kusamba ini memiliki sebaran kerapatan pohon belum merata yang disebabkan oleh perbedaan jenis dan variasi penanaman pohon peneduh yang digunakan. Perbedaan variasi penanaman yang dimaksud yaitu terdapat bagian ruas jalan yang ditanami pohon peneduh pada median dan kedua sisi jalan dan ada yang ditanami hanya di bagian median jalan saja. Kemudian perbedaan dilihat dari jenisnya yaitu terdapat bagian ruas jalan yang ditanami jenis pohon dengan tajuk bulat (*globular*) dan tajuk menyebar (*spreading*). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui tingkat kenyamanan termal pada masing-masing variasi dan jenis penanaman pohon peneduh untuk menunjang aktivitas pengguna Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra

dan menyusun rekomendasi penanaman pohon peneduh berdasarkan hasil evaluasi kenyamanan termal menggunakan *Temperature Humidity Index*, sehingga bisa digunakan sebagai bahan rujukan bagi pemerintah maupun pihak-pihak yang terkait dalam meningkatkan kenyamanan termal pengguna pada Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra secara efisien

## 2. Metode

### 2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 10 bulan yaitu dari bulan April 2021 sampai Februari 2022. Pengambilan data dilakukan pada penghujung musim kemarau di Indonesia yaitu pada Bulan Agustus 2021. Lokasi penelitian ini berada di Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra (bypass Denpasar-Kusamba), Provinsi Bali. Panjang keseluruhan dari jalan ini mencapai 26 km (Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali, 1991 dalam Suprpto, 2015) dan berbatasan dengan Jalan Raya Goa Lawah (Kabupaten Klungkung) disebelah timur dan Jalan Bypass Ngurah Rai (Kota Denpasar) di sebelah barat. Lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Google Earth, 2021)

### 2.2. Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan alat meliputi GPS, *Environment Meter*, pita ukur/meteran, kamera, alat tulis dan kertas, komputer dengan *Microsoft Word*, *Microsoft Excel*, *AutoCad*, *Adobe Photoshop*. Sedangkan bahan penelitian ini yaitu tapak di Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra, peta wilayah, dan *Google Earth*.

### 2.3. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan teknik pengambilan data observasi (pengamatan langsung) dan studi pustaka. Adapun tahapan dalam penelitian ini yaitu:

#### 2.3.1. Tahap Persiapan

Dilakukan tahap persiapan yaitu penentuan sampel pada lokasi penelitian serta juga persiapan alat dan bahan yang akan digunakan.

#### 2.3.2. Tahap Inventarisasi Data

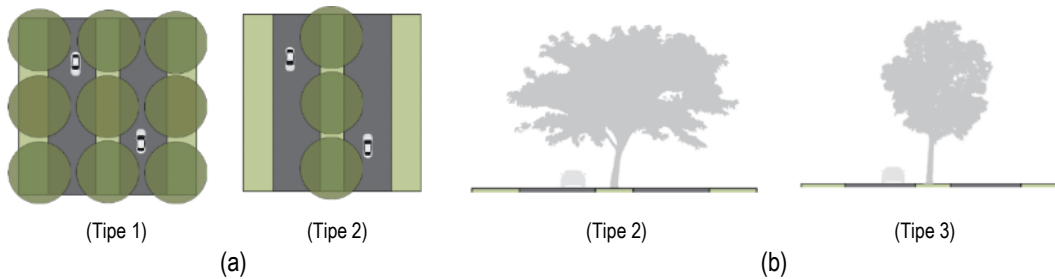
Pada tahapan ini dilaksanakan pengamatan langsung ke lokasi penelitian serta juga pengukuran suhu dan kelembapan udara menggunakan alat *Environment Meter*. Teknik *purposive sampling* digunakan pengambilan data, dengan menentukan sampel sesuai perbedaan bentuk tajuk serta variasi penanaman pohon peneduhnya (Tabel 1).

Penentuan sampel berdasarkan perbedaan variasi penanamannya, yaitu pada bagian jalan dengan pohon peneduh pada median dan kedua sisi jalan (Tipe 1) dan pohon peneduh di median jalan saja (Tipe 2), dengan jenis pohon yang sama pada kedua tipe lanskap jalan. Penentuan sampel selanjutnya didasarkan pada perbedaan jenis tajuk pohonnya, yaitu dipilih pada lanskap jalan yang ditanami jenis pohon dengan tajuk menyebar (Tipe 2) dan pada lanskap jalan yang ditanami jenis pohon dengan tajuk bulat (Tipe 3). Kedua tipe lanskap jalan ini sama-sama ditanami pohon hanya di median jalan saja namun berbeda bentuk tajuk-nya. Masing-masing lanskap jalan dengan penanaman jenis pohon dengan tajuk berbeda yang akan dijadikan sampel penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.

Tabel 1. Pembagian Titik Sampel pada Lanskap Jalan

Tipe Lanskap Jalan	Kode	Lokasi Lanskap Jalan	Jenis Pohon
1. Lanskap Jalan dengan pohon peneduh ( <i>Samanea saman</i> ) di median dan kedua tepi jalan	1A	Persimpangan Jalan Pandu	Trembesi ( <i>Samanea saman</i> )
	1B	Persimpangan Patung Ida Dewa Agung Istri Kanya	Trembesi ( <i>Samanea saman</i> )
2. Lanskap Jalan dengan pohon peneduh ( <i>Samanea saman</i> ) di median jalan	2A	Ruas Jalan Gelgel-Batu Tumpeng dan Jalan Pantai Klotok	Trembesi ( <i>Samanea saman</i> )
	2B	Depan Toko Jaya Abadi Furniture	Trembesi ( <i>Samanea saman</i> )
3. Lanskap Jalan dengan pohon peneduh ( <i>Swietenia mahagoni</i> ) di median jalan	3A	Depan Bali Safari	Mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> )
	3B	Depan Pertamina 54.805.17	Mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> )

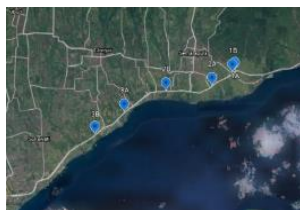
Keterangan: Perbedaan Kode A dan B pada masing-masing tipe lanskap jalan hanya menunjukkan perbedaan tempat dengan tipe lanskap jalan yang sama.



Gambar 2. Lanskap Jalan dengan Perbedaan Variasi Penanaman (a) dan Bentuk Tajuk Pohon Peneduh (b)

Pada tiap-tiap tipe lanskap jalan dengan perbedaan jenis dan variasi penanaman pohon peneduhnya, digunakan masing-masing dua lokasi sampel dan sehingga secara keseluruhan terdapat 6 lokasi. Adapun foto dan titik lokasi masing-masing sampel yang akan diteliti dapat dilihat Gambar 3.

Keterangan



- Tipe 1A : Persimpangan Jalan Pandu
- Tipe 1B : Persimpangan Patung Ida Dewa Agung Istri Kanya
- Tipe 2A : Ruas Jalan Kepakisan dan Gelgel-Jumpai
- Tipe 2B : Depan Toko Jaya Abadi Furniture
- Tipe 3A : Depan Bali Safari
- Tipe 3B : Depan Pertamina 54.805.17

Pengambilan data berupa suhu dan kelembapan udara dilakukan 3 (tiga) kali pengukuran yaitu pada pukul 08.00 - 09.00 WITA untuk mewakili pagi hari, 13.30 - 14.30 WITA untuk mewakili siang hari dan kondisi suhu tertinggi pada siang hari (Aprihatmoko, 2013), dan 16.00 - 17.00 WITA untuk mewakili sore hari. Pengulangan juga dilakukan selama 3 (tiga) kali agar data menjadi lebih akurat. Pengambilan data dilakukan pada saat cuaca cerah dengan menggunakan alat *Environment Meter*. Pengambilan data mengenai jenis, tinggi, jarak tanam, dan diameter pohon peneduh dilakukan dengan cara observasi serta melakukan pengukuran langsung di lapangan serta dengan menggunakan bantuan *Google Earth*.



Gambar 3. Lokasi dan Posisi Titik Pengambilan Data (Google Earth, 2021)

### 2.3.3. Tahap Analisis Data

Analisis dilakukan dengan membuat rata-rata dari masing-masing 3 kali hasil pengukuran pagi, siang, sore pada tiap-tiap sampel. Hasil pengukuran pagi, siang, dan sore dibuat rata-rata temperatur udara harian sebagai berikut:

$$T = ((2 \times T_{08.00}) + T_{13.30} + T_{16.00})/4 \quad (1)$$

Keterangan:

T 08.00 = Temperatur udara yang diukur pada pukul 08.00 – 09.00 WITA

T 13.30 = Temperatur udara yang diukur pada pukul 13.30 – 14.30 WITA

T 16.00 = Temperatur udara yang diukur pada pukul 16.00 – 17.00 WITA (Handoko, 1995 dalam Saputri *et al.*, 2020).

Hasil pengukuran pagi, siang, dan sore dibuat rata-rata kelembapan (RH) rata-rata harian sebagai berikut:

$$RH = ((RH_{08.00} + RH_{13.30} + RH_{16.00})/3) \quad (2)$$

Keterangan:

RH 08.00 = Kelembapan udara yang diukur pada pukul 08.00 – 09.00 WITA

RH 13.30 = Kelembapan udara yang diukur pada pukul 13.30 – 14.30 WITA

RH 16.00 = Kelembapan udara yang diukur pada pukul 16.00 – 17.00 WITA (Handoko, 1995 dalam Saputri *et al.*, 2020).

Hasil penghitungan rata-rata suhu dan kelembapan udara kemudian dihitung nilai THI-nya dengan rumus sebagai berikut:

$$THI = 0.8T + ((RH \times T)/500) \quad (3)$$

Keterangan:

THI = *Temperature Humidity Index*,

T = Suhu atau Temperatur Udara (°C)

RH = Kelembapan Udara (%)

### 2.3.4. Tahap Sintesis Data

Hasil analisis kenyamanan termal menggunakan pendekatan THI dan juga komposisi pohon peneduh pada Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra kemudian disintesis sehingga mendapatkan suatu rekomendasi penataan pohon peneduh yang sesuai untuk mengoptimalkan kenyamanan termal pada lanskap jalan ini. Sintesis ini yaitu proses pengembangan dari evaluasi serta analisis yang mengoptimalkan potensi dan mengupayakan solusi untuk masalah yang ada.

#### 2.4. Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini mencakup tentang nilai kenyamanan termal sesuai dengan THI pada Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra dan variasi penanaman pohon peneduhnya. Pada penelitian ini hanya menggunakan parameter suhu dan kelembapan udara saja, untuk kecepatan angin dan lainnya diabaikan. Kenyamanan termal yang akan diteliti yaitu untuk pengguna yang melakukan aktivitas dalam Damaja, Damija, dan Dawasja selain pengguna kendaraan, diakibatkan oleh indeks kenyamanan pengguna kendaraan dipengaruhi oleh faktor lain diantaranya kecepatan kendaraan serta lain-lainnya, yang berbeda dengan standar THI yang ditetapkan untuk pejalan kaki.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Gambaran Umum Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra

Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra merupakan salah satu jalan arteri yang terletak di Provinsi Bali yang melintasi 3 Kabupaten/Kota diantaranya yaitu Kota Denpasar, Kabupaten Klungkung, Kabupaten Gianyar dan merupakan jalur utama yang menghubungkan Bali Selatan dengan Bali Timur. Jalan yang diresmikan pada tahun 2005 ini dibangun diatas lahan yang sebelumnya merupakan tanah ladang dan pertanian milik masyarakat setempat sepanjang 26 km yang saat ini berperan untuk memenuhi kebutuhan masyarakat khususnya sebagai akses perekonomian dari pusat Kota Denpasar menuju Bali Timur. Jalan ini dikelola langsung oleh Balai Pelaksanaan Jalan Nasional VII dibawah Kementrian Pekerjaan Umum. Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra terletak pada daerah yang mempunyai iklim tropis dengan musim kemarau yang lebih panjang. Lanskap jalan ini terletak pada Provinsi Bali yang memiliki curah hujan rata-rata pertahun 2.068,6 mm dengan suhu udara rata-rata 27,3°C dan suhu tertinggi mencapai 31,4°C serta kelembapan udara rata-rata 80,5% dan kelembapan terendah mencapai 72,3% (BPS, 2020). Topografi lanskap jalan ini berada pada kisaran ketinggian 0-75 m di atas permukaan laut dengan orientasi jalan Timur Laut–Barat Daya yang secara keseluruhan memanjang sejajar dengan garis pantai.

Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra memiliki vegetasi yang didominasi oleh pohon peneduh yang tersebar disepanjang jalan, baik itu di median maupun di tepian jalan dengan variasi penanaman dan bentuk tajuk yang berbeda di beberapa ruas jalannya. Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra secara keseluruhan didominasi oleh pohon dengan tajuk bulat dengan jenis *Swietenia mahagoni* (Pohon Mahoni). Pohon dengan tajuk menyebar (*Samanea saman*) hanya terdapat pada segmen jalan yang berada di Kabupaten Klungkung dan ditanam secara serentak di median dan kedua tepi jalan. Terdapat juga tanaman seperti *Plumeria sp.*, *Lagestromia speciosa*, *Bougainvillea sp.*, dan *Handroanthus chrysotrichus* yang tidak ditanam secara serentak sehingga jarang ditemukan disepanjang lanskap jalan ini. Sedangkan tanaman *Swietenia mahagoni* ditanam secara serentak dan masal di sepanjang median jalan dari Kabupaten Gianyar hingga Kota Denpasar. Beberapa ruas pada lanskap jalan ini masih terdapat ruang kosong pada damija yang berpotensi digunakan untuk pelebaran badan jalan ataupun ditanami pohon serta dibangun *pedestrian* kedepannya. Secara insidental, pada lanskap jalan ini juga digunakan sebagai jalur yang dilalui ribuan pejalan kaki untuk keperluan upacara adat masyarakat setempat seperti *melasti* dan *nganyut* pada waktu-waktu tertentu.

#### 3.2 Karakteristik Lanskap Jalan

Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra secara keseluruhan memiliki panjang 26 km dengan lebar Daerah Milik Jalan (Damija) mencapai 40 m (Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Bali, 1991 dalam Suprpto, 2015). Jalan ini memiliki 2 lajur utama dengan lebar masing-masing 7 m dan terdapat median jalan dengan lebar 4 m sampai 7 m. Jalan ini memiliki total 4 lajur dengan 2 lajur tambahan pada 5 km pertama (dari arah Denpasar) dan setelahnya hanya memiliki 2 lajur utama. Jalur pejalan kaki (trotoar) pada lanskap jalan ini hanya terdapat pada 2,5 km pertama di tepi utara jalan. Tipe tutupan vegetasi pada Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra cukup bervariasi baik itu dari segi bentuk tajuk maupun variasi pola penanaman pohon peneduhnya. Secara keseluruhan, bentuk tajuk dari pohon yang digunakan adalah pohon dengan bentuk tajuk bulat dan tajuk menyebar. Kemudian, untuk variasi pola penanaman pohon peneduhnya terdapat pada median dan kedua sisi jalannya, terdapat ruas jalan dengan penanaman pohon peneduh hanya pada median jalannya saja dan terdapat ruas jalan dengan penanaman pada median dan kedua tepi jalannya. Secara spesifik, karakteristik pohon peneduh pada lanskap jalan ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Pohon pada Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra

Kode	Lokasi Lanskap Jalan	Jenis Pohon	Bentuk Tajuk	h (m)	d (m)	r (m)
1a	Persimpangan Jalan Pandu	Trembesi ( <i>Samanea saman</i> )	Menyebar	12	13	6
1b	Persimpangan Patung Ida Dewa Agung Istri Kanya	Trembesi ( <i>Samanea saman</i> )	Menyebar	12	10	6
2a	Ruas Jalan Gelgel-Batu Tumpang dan Jalan Pantai Klotok	Trembesi ( <i>Samanea saman</i> )	Menyebar	14	22	7
2b	Depan Toko Jaya Abadi Furniture	Trembesi ( <i>Samanea saman</i> )	Menyebar	18	26	13
3a	Depan Bali Safari	Mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> )	Bulat	10	13	6
3b	Depan Pertamina 54.805.17	Mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> )	Bulat	12	14	6

Keterangan: h = tinggi tanaman (m), d = diameter tajuk pohon (m), r = jarak tanam pohon (m).

Kondisi pohon peneduh pada lanskap jalan yang diamati pada masing-masing tipe-nya cukup bervariasi dinilai dari tinggi, diameter tajuk dan jarak penanaman pohonnya. Hal ini dapat diakibatkan oleh beberapa hal, salah satunya adalah waktu penanaman pohon tersebut. Waktu penanaman pohon yang berbeda dapat mengakibatkan perbedaan tinggi dan diameter tajuk dari pohon yang digunakan. Proyek pengadaan tanah pada Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra ini pun dilakukan secara bertahap yaitu mulai Tahun Anggaran 1991/1992 di Kota Denpasar sampai dengan Tahun Anggaran 2002 di Kabupaten Klungkung (Suprpto, 2015). Adanya rentang waktu ini dapat menjadi penyebab adanya perbedaan waktu penanaman pohon peneduh pada Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra ini sehingga memiliki tinggi dan diameter tajuk pohon yang berbeda-beda. Selain itu, jarak penanaman juga dapat memengaruhi diameter tajuk pohon peneduh yang digunakan. Jika jarak penanaman pohon rapat, maka diameter tajuk pohonnya akan mengikuti jarak tanamnya dan tidak memiliki pertumbuhan diameter tajuk yang maksimal. Hal ini dapat dilihat pada lanskap jalan yang berada di sebelah timur Persimpangan Patung Ida Dewa Agung Istri Kanya (Kabupaten Klungkung) dimana jarak tanam yang digunakan cukup rapat sehingga diameter tajuknya tidak dapat tumbuh dengan maksimal.

### 3.3 Pengukuran Unsur Iklim pada Lanskap Jalan

Pengukuran unsur iklim dilakukan selama 3 hari yaitu pada tanggal 11, 14, dan 25 Agustus 2021 dengan kondisi cuaca yang cerah. Suhu dan Kelembapan Udara hasil pengukuran di lapangan merupakan gambaran data dari tiga waktu yaitu pagi, siang, dan sore hari yang kemudian dihitung rata-rata harinya. Pengambilan data dilakukan pada masing-masing tipe lanskap jalan, yaitu pada lanskap jalan dengan tiga baris pohon peneduh dan memiliki tajuk menyebar (Tipe 1), lanskap jalan dengan satu baris pohon peneduh dan memiliki tajuk menyebar (Tipe 2), serta lanskap jalan dengan satu baris pohon peneduh dan memiliki tajuk bulat (Tipe 3). Hasil perhitungan data harian suhu dan kelembapan udara dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Suhu Udara ( $T_a$ ) dan Kelembapan Udara (RH)

Tanggal	$T_a$ (°C)			RH (%)		
	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3
11-08-2021	28,2	29,4	29,9	64,1	64,8	63,4
14-08-2021	28,7	29,9	29,5	63,4	62,5	65,1
25-08-2021	27,6	28,2	29,2	67,9	67,8	63,7
Rata-rata	28,2	29,2	29,5	65,1	65,1	65,1

Keterangan: Tipe 1 = Lanskap Jalan dengan 3 baris pohon peneduh jenis *Samanea saman*,

Tipe 2 = Lanskap Jalan dengan 1 baris pohon peneduh jenis *Samanea saman* (tajuk menyebar),

Tipe 3 = Lanskap Jalan dengan 1 baris pohon peneduh jenis *Swietenia mahagoni* (tajuk bulat).

#### 3.3.1. Suhu Udara

Suhu udara pada semua tipe lanskap jalan pada siang hari menunjukkan nilai yang paling tinggi dibandingkan dengan suhu udara di pagi dan sore hari (Gambar 4). Kondisi suhu udara pada siang hari

mengalami lonjakan peningkatan dibandingkan suhu udara di pagi hari, kemudian kembali menurun pada sore harinya. Bentuk data suhu udara secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengukuran Suhu Udara dan Kelembapan Udara pada masing-masing Tipe Lanskap Jalan

Penurunan suhu pada sore hari diakibatkan posisi matahari yang lebih rendah dibandingkan dengan di siang hari sehingga sinar matahari akan melewati atmosfer yang lebih tebal dimana penyebaran radiasinya akan terjadi pada area yang lebih luas (Tjasyono, 2008 dalam Aprihatmoko, 2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Klemm *et al.* (2015) pada daerah dengan iklim sedang (Kota Utrecht, Belanda), hasil yang didapatkan dari pengukuran suhu udara ( $T_a$ ) pada masing masing tipe lanskap jalan yang berbeda variasi tata hijau-nya hanya menunjukkan adanya perbedaan sekitar  $0,3^{\circ}\text{C}$ , namun memiliki perbedaan yang besar pada suhu radiasi rata-rata ( $T_{\text{mrt}}$ ) yaitu mencapai  $4,8^{\circ}\text{C}$ . Pada daerah dengan iklim subtropis (Kota Wuhan, China), lanskap jalan dengan persentase tutupan kanopi yang tinggi memiliki suhu udara ( $T_a$ ) lebih rendah  $3,3^{\circ}\text{C}$  dan suhu radiasi rata-rata ( $T_{\text{mrt}}$ ) lebih rendah  $13,9^{\circ}\text{C}$  dibandingkan dengan lanskap jalan yang memiliki persentase tutupan kanopi yang rendah (Huang *et al.*, 2020). Hasil pengukuran pada Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra (Bali, Indonesia) yang beriklim tropis, menunjukkan adanya perbedaan suhu udara ( $T_a$ ) sekitar  $1,2^{\circ}\text{C}$  pada lanskap jalan dengan tiga baris pohon peneduh dan pada lanskap jalan dengan satu baris pohon peneduh. Pada lanskap jalan dengan tajuk menyebar memiliki suhu udara yang lebih rendah sekitar  $0,3^{\circ}\text{C}$  dibandingkan dengan lanskap jalan dengan tajuk bulat.

### 3.3.2 Kelembapan Udara

Nilai kelembapan udara (RH) secara keseluruhan pada semua tipe lanskap jalan yang diamati memiliki nilai yang tinggi di pagi hari dan mengalami penurunan yang cukup jauh di siang harinya (Gambar 4). Pada sore harinya nilai RH kembali meningkat namun masih lebih rendah dibandingkan dengan pagi hari. Penurunan nilai RH berbanding terbalik dengan nilai suhu udara di siang hari dimana saat kondisi suhu tertinggi diurnal maka kelembapan mencapai nilai terendahnya. Pada ketiga tipe lanskap jalan yang diamati, nilai RH rata-rata hariannya tidak menunjukkan adanya perbedaan yang jauh. Rata-rata hariannya berkisar antara 63,8% hingga 65,9%. Bentuk data kelembapan udara secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4. Menurut Budiarti *et al.* (2014), Kelembapan udara pada area tanpa tutupan kanopi dengan permukaan perkerasan memiliki nilai yang lebih rendah dari area dengan tutupan kanopi pohon. Hal tersebut disebabkan karena pada area terbuka tanpa tutupan vegetasi, radiasi matahari mengenai perkerasan secara langsung dan segera memanaskan permukaan perkerasan dan selanjutnya memanaskan suhu udara di atasnya yang kemudian akan memengaruhi kelembapan udara.

### 3.4 Kenyamanan Termal

Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra secara keseluruhan dapat dikelompokkan menjadi beberapa tipe yang dibedakan berdasarkan variasi penanaman dan juga bentuk tajuknya. Pada masing-masing tipe akan dinilai kenyamanan termalnya menggunakan pendekatan THI. Berdasarkan Nieuwolt (1977) dan Emmanuel (2005) yang dimodifikasi oleh Effendy (2007), pada daerah tropis dinyatakan bahwa nilai THI 21-24 terdapat 100% populasi merasa nyaman, THI 25-27 hanya 50% populasi merasa nyaman, dan THI > 27 sebanyak

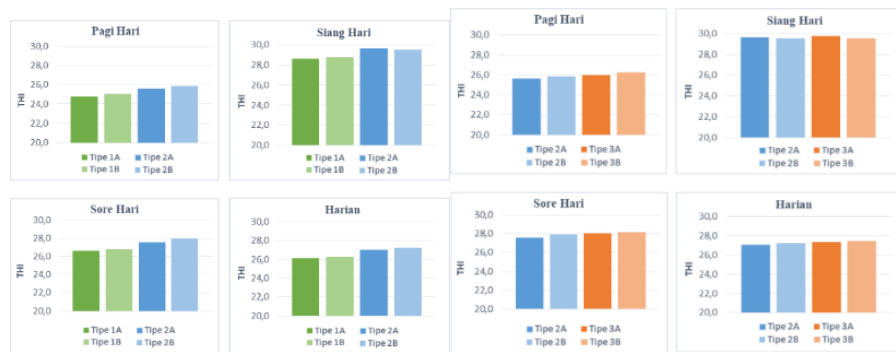
100% populasi merasa tidak nyaman. Hasil perhitungan THI pada masing-masing tipe lanskap jalan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai THI pada masing-masing Tipe Lanskap Jalan

Tanggal	THI		
	Tipe 1	Tipe 2	Tipe 3
11-08-2021	26,2	27,3	27,7
14-08-2021	26,6	27,6	27,5
25-08-2021	25,9	26,4	27,1
Rata-rata / Kategori Kenyamanan	26,2 / Sebagian Nyaman	27,1 / Tidak Nyaman	27,4 / Tidak Nyaman

3.4.1. Tipe Lanskap Jalan dengan Perbedaan Variasi Penanaman Pohon Peneduh

Nilai THI secara keseluruhan pada lanskap jalan dengan tipe 1 dan tipe 2 di pagi hari menunjukkan nilai yang rendah dan mengalami peningkatan di siang hari. Pada lanskap jalan dengan tipe 1 dan tipe 2 termasuk dalam kategori sebagian nyaman di pagi hari, namun di siang harinya kedua tipe lanskap jalan tersebut termasuk dalam kategori tidak nyaman. Pada sore harinya, hanya lanskap jalan dengan tipe 1 yang termasuk dalam kategori sebagian nyaman sedangkan pada tipe 2 sudah tergolong dalam kategori tidak nyaman. Nilai rata-rata harian THI pada lanskap jalan dengan tipe 1 termasuk dalam kategori sebagian nyaman sedangkan lanskap jalan dengan tipe 2 tergolong dalam kategori tidak nyaman. Hal ini mengindikasikan bahwa lanskap jalan dengan pohon peneduh di median dan kedua tepi jalan lebih baik dalam meningkatkan kenyamanan termal dibandingkan dengan lanskap jalan yang ditanami pohon peneduh hanya pada median jalannya saja. Lanskap jalan dengan tiga baris pohon peneduh memiliki perbandingan luasan tutupan kanopi yang lebih tinggi dibandingkan dengan lanskap jalan dengan satu baris pohon peneduh. Semakin besar luas tutupan kanopi, maka radiasi matahari yang mengenai material perkerasan jalan secara langsung akan semakin minim, demikian juga sebaliknya, semakin sedikit tutupan kanopi-nya maka semakin banyak sinar matahari yang diterima oleh perkerasan jalan sehingga menyebabkan suhu udara di atasnya menjadi lebih tinggi. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Huang *et al.* (2020), dimana lanskap jalan dengan persentase tutupan kanopi yang tinggi memiliki suhu yang lebih rendah dibandingkan dengan lanskap jalan dengan persentase tutupan kanopi yang rendah. Bentuk data nilai THI secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Perhitungan Nilai THI pada masing-masing Tipe Lanskap Jalan

3.4.2. Tipe Lanskap Jalan dengan Perbedaan Bentuk Tajuk

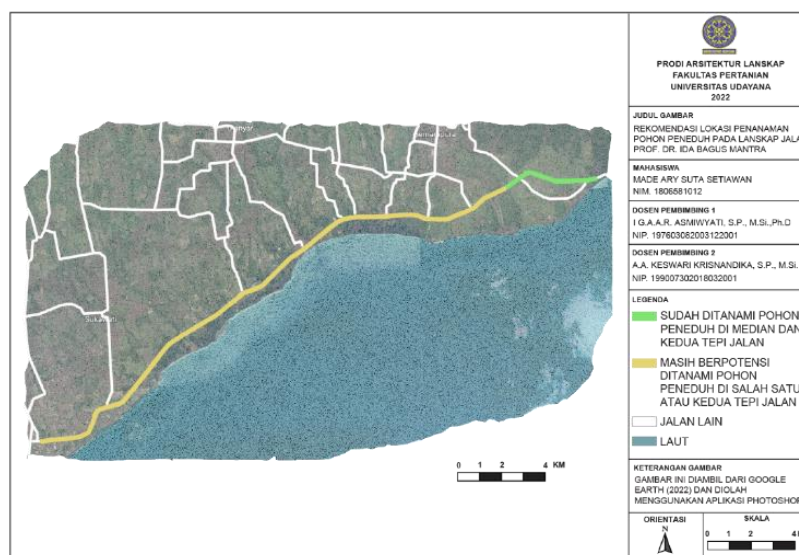
Nilai THI di pagi hari pada lanskap jalan dengan tajuk menyebarkan dan lanskap jalan dengan tajuk bulat memiliki nilai THI yang rendah jika dibandingkan dengan nilai pada siang hari. Kedua tipe lanskap jalan tersebut tergolong dalam kategori sebagian nyaman di pagi hari dan tidak nyaman di siang harinya. Pada sore hari, lanskap jalan dengan tajuk menyebarkan memiliki nilai THI yang lebih rendah dari lanskap jalan dengan tajuk bulat, namun keduanya tergolong dalam kategori tidak nyaman. Berdasarkan data rata-rata harian pada lokasi pengamatan, lanskap jalan dengan pohon peneduh yang memiliki tajuk menyebarkan memiliki nilai THI yang lebih rendah dibandingkan dengan lanskap jalan dengan pohon peneduh yang memiliki tajuk bulat (Gambar 5). Hasil ini memiliki perbedaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nasution (2019), dimana dalam penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa pohon peneduh yang memiliki nilai kenyamanan termal paling baik jika



diurutkan berturut-turut dimiliki oleh pohon dengan bentuk tajuk tajuk bulat (*Maniltoa grandiflora*), pohon dengan tajuk kubah (*Ficus benjamina*), pohon dengan tajuk menyebar (*Samanea saman*), pohon dengan tajuk piramidal (*Pinus merkusii*), dan pohon dengan tajuk kolomnar (*Aghatis dammara*). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pohon dengan tajuk bulat memiliki kenyamanan termal yang lebih baik dibandingkan dengan pohon dengan tajuk menyebar dengan selisih nilai THI sebesar 0,5. Pada penelitian tersebut pengambilan data dilakukan di titik tengah antara batang dan tajuk terluar pohon sedangkan pada penelitian ini pengambilan data dilakukan di tiga titik yaitu tepat di tengah tajuk pohon dan pada kedua tepi jalan. Diameter tajuk pohon pada lokasi pengambilan data juga dapat memengaruhi hasil dimana pohon *Samanea saman* (tajuk menyebar) pada lanskap jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra memiliki diameter tajuk yang berkisar antara 22 m sampai 26 m sedangkan pohon *Swietenia mahagoni* (tajuk bulat) hanya memiliki diameter tajuk dengan kisaran 13 m sampai 14 m (Tabel 2). Pohon dengan bentuk tajuk yang menyebar cenderung memiliki diameter yang lebih besar dibandingkan dengan tajuk bulat sehingga mampu menaungi hampir sebagian besar jalan, sedangkan pohon dengan tajuk bulat memiliki massa daun yang lebih padat namun diameter tajuknya tidak selebar pohon dengan tajuk menyebar sehingga kurang efektif untuk menaungi sebagian besar jalan.

### 3.5 Rekomendasi

Lanskap jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra secara keseluruhan didominasi oleh tipe lanskap jalan dengan satu baris pohon peneduh (Tipe 2 dan 3). Pada semua tipe lanskap jalan yang ada, hanya pada tipe lanskap jalan dengan tiga baris pohon peneduh (Tipe 1) saja yang termasuk dalam kategori sebagian nyaman berdasarkan THI. Pada lanskap jalan dengan tipe 2 dan tipe 3 sudah tergolong dalam kategori tidak nyaman. Penambahan pohon peneduh dapat dilakukan pada lanskap jalan dengan tipe 2 dan 3 guna meningkatkan kenyamanan termal pada lanskap jalan secara keseluruhan. Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra sebagian besar masih berpotensi untuk ditanami pohon peneduh di salah satu ataupun kedua tepi jalannya (Gambar 7). Bagian jalan yang ditanami pohon peneduh di median dan kedua tepi jalan hanya terdapat di 4 km pertama dari arah timur jalan ini sampai dengan jembatan Tukad Unda. Secara keseluruhan, bagian jalan yang direkomendasikan untuk penanaman pohon peneduh dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Rekomendasi Lokasi Penanaman Pohon Peneduh

Lanskap jalan dengan pohon yang memiliki tajuk menyebar (Tipe 2) memiliki nilai THI yang lebih rendah dari lanskap jalan dengan pohon yang memiliki tajuk bulat (Tipe 3). Pohon dengan tajuk menyebar pada lanskap jalan ini memiliki diameter kanopi yang lebih besar dan cukup untuk memberikan naungan hingga ke tepian jalan, sedangkan pohon dengan tajuk bulat memiliki diameter kanopi yang tidak terlalu lebar dan tidak cukup untuk menaungi hingga ke tepian jalan. Namun, penggunaan pohon dengan tajuk menyebar hingga ke tepian jalan memerlukan pemeliharaan yang lebih intensif karena umumnya memiliki percabangan

yang melebar dan cenderung mudah rapuh jika tidak dipangkas. Rekomendasi jenis pohon yang sebaiknya digunakan pada lanskap jalan ini yaitu *Ptherocarpus indicus*, *Acacia auriculiform*, *Gmelina arborea*, *Tamarindus indica*, *Samanea saman*, *Tabebuia sp* dengan pertimbangan jenis-jenis pohon tersebut memiliki bentuk tajuk yang bulat maupun menyebar sehingga dapat memberikan kenyamanan termal bagi pengguna disekitarnya.

Penanaman tiga baris pohon dengan tajuk menyebar pada suatu lanskap jalan dapat memberikan kondisi yang nyaman secara termal, namun jarak tanam antar pohon peneduhnya perlu diperhatikan mengingat tutupan kanopi yang terlalu rapat juga tidak baik untuk diterapkan pada suatu lanskap jalan. Jarak tanam yang ideal adalah lebih besar dari diameter tajuk maksimal pohon yang digunakan agar cahaya matahari masih bisa masuk dan gas-gas polusi kendaraan tidak terperangkap di bawah tajuk pohon. Pemangkasan cabang pohon pada area dengan lampu penerangan jalan juga perlu dilakukan agar tidak menghalangi cahaya penerangan sehingga penglihatan pengguna jalan tidak terganggu pada malam hari.

#### 4. Simpulan dan Saran

##### 4.1 Simpulan

Tipe lanskap jalan dengan variasi penanaman yang berbeda menunjukkan selisih nilai THI sebesar 0,9 dimana pada lanskap jalan dengan pohon peneduh di median dan kedua tepi jalan berada pada kategori sebagian nyaman dengan nilai 26,2 sedangkan pada lanskap jalan dengan pohon peneduh di median jalan saja berada pada kategori tidak nyaman dengan nilai 27,1. Perbedaan bentuk tajuk pada kedua tipe lanskap jalan baik itu lanskap jalan dengan bentuk tajuk menyebar (*spreading*) maupun lanskap jalan dengan bentuk tajuk bulat (*globular*) termasuk dalam kategori tidak nyaman, dengan nilai masing-masing 27,1 dan 27,4. Rekomendasi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kenyamanan termal pada Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra adalah melakukan penanaman pohon peneduh pada ruang yang masih terdapat dalam damija dengan jarak tanam yang diatur agar tidak terlalu rapat sehingga cahaya matahari masih dapat masuk dan gas kendaraan tidak terperangkap dibawah tajuk pohon. Jenis pohon yang sebaiknya digunakan adalah pohon dengan tajuk menyebar seperti *Ptherocarpus indicus*, *Acacia auriculiform*, *Gmelina arborea*, *Tamarindus indica*, *Samanea saman*, dan *Tabebuia sp*.

##### 4.2 Saran

Pada penelitian ini, pengambilan data tidak dapat dilakukan pada waktu yang bersamaan di semua lokasi dikarenakan keterbatasan tenaga dan alat untuk pengambilan data. Untuk penelitian serupa selanjutnya sebaiknya waktu pengambilan data dilakukan secara bersamaan di semua lokasi penelitian agar data yang didapatkan menjadi lebih akurat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kenyamanan termal pada Lanskap Jalan Prof. Dr. Ida Bagus Mantra bagi pihak pengelola dan dijadikan sebagai data awal untuk melakukan perencanaan dan desain yang spesifik untuk tapak.

#### 5. Daftar Pustaka

- Amin, M., H. Danusputra, E. Prianto. 2004. Pengaruh Bukaam terhadap Kenyamanan Thermal pada Bangunan Publik Di Daerah Tropis, Medan. *Prosiding Seminar Nasional dan Internasional*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Aprihatmoko, F. 2013. Analisis Hubungan antara Ruang Terbuka Hijau (RTH) dengan Indeks Kenyamanan. S.Si. Skripsi (dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Rata-rata Keadaan Meteorologi dan Geofisika Menurut Stasiun di Provinsi Bali Tahun 2019-2020. Badan Pusat Statistik Kota Denpasar. Tersedia online pada: [www.bali.bps.go.id](http://www.bali.bps.go.id) (diakses 30 November 2021).
- Budiarti, T., Femy, N. Nasrullah. 2014. Pengaruh tata hijau terhadap suhu dan kelembaban relatif udara pada Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong. *Jurnal Lanskap Indonesia*, 6(2):21-28.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1996. Tata Cara Perencanaan Teknik lanskap Jalan. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Emmanuel, R. 2005. Thermal comfort implications of urbanization in a warm-humid city: The Colombo Metropolitan Region (CMR), Sri Lanka. *Building and Environment Journal* 40 : 1591 - 1601. doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.12.004>.
- Effendy, S. 2007. Keterkaitan Ruang Terbuka Hijau Dengan *Urban Heat Island* Wilayah Jabotabek. DR. Disertasi (dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Hadi, R., K. A. Lila, I G. A. Gunadi. 2012. Evaluasi indeks kenyamanan taman kota (Lapangan Puputan Bandung | Gusti Ngurah Made Agung Denpasar, Bali). *E-Journal Agroekoteknologi Tropika*, 1(1). ISSN 2301-6515
- Huang, Z., C. Wu, M. Teng, Y. Lin. 2020. Impacts of tree canopy cover on microclimate and human thermal comfort in a shallow street canyon in Wuhan, China. *Atmosphere*, 11(6):588. doi: <https://doi.org/10.3390/atmos11060588>.
- Klemm, W., B. G. Heusinkveld, S. Lenzholzer, B. V. Hove. 2015. Street greenery and its physical and psychological impact on thermal comfort. *Landscape and Urban Planning* 138 : 87 - 98. doi: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.02.009>.
- Mukhlison. 2015. Kenyamanan Termal Ruang Terbuka Hijau Di Sekitar Ruas Jalan Magelang Kabupaten Sleman. M.Sc. Tesis (dipublikasikan). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Nasution, A. I. 2019. Analisis Pengaruh Bentuk Tajuk Pohon dan Jenis Lantai di Bawah Tajuk Pohon terhadap Kenyamanan Termal. SP. Skripsi (dipublikasikan). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Saputri, N. P., A. Setiawan, I. Iswandaru, dan I. S. Banuwa. 2020. Analisis Tingkat Kenyamanan Ruang Terbuka Hijau di Universitas Lampung. *Prosiding Seminar Nasional Konservasi*. ISSN 978-602-0806-38-1.
- Suprpto, P. A. 2015. Dampak Pembangunan Bypass Ida Bagus Mantra terhadap Alih Fungsi Lahan Pertanian di Provinsi Bali. *Jurnal Komunikasi Hukum*, 1(1). ISSN : 2356-4164.