
VEGETASI LANSKAP JALAN SEBAGAI PEREDUKSI ALIRAN ANGIN DI KOTA KUPANG

Landscape Vegetations as Wind Flows Reducer in Kupang City, East Nusa Tenggara

Roosna Maryani O. Adjam
Staf Pengajar Politeknik Pertanian Negeri Kupang
Email: roosnaa@gmail.com

Emi Renoat
Staf Pengajar Politeknik Pertanian Negeri Kupang

ABSTRACT

Kupang City in East Nusa Tenggara is one of the coastal area in Indonesia that has the high speed of wind flows. Leaving the rainy season in May and entering the dry season from June to October each year brings the peak wind season from the northwest. It may reach 28-30 Knots grade (Meteorology, Climatology, and Geophysics Climatology Station of Lasiana, Kupang, 2014). The wind flow has disturbed the safety of road users in the city. The study aim to determine the amount and the impact of wind speed that occurs at three locations of roads, comparing some road vegetations which the best and the worst in solving the wind flow problem, and to develop the road planting plan to reduce the wind flow of road landscape in Kupang. The study was conducted on three roads with vegetation plot include Frans Seda, Piet Tallo and Herman Johanes roads. Wind flow measurements made on each side of the road that exposed to the wind. The study was conducted in May until December 2015. The most effective spot in reducing wind flow is at penghijauan spot with the great number and kind of vegetations, tree canopy and tree rapidity in the area. The worst spot for wind reducer is at Liliba spot and Pertamina spot in Herman Johanes road. The result is supporting by 4 factorial designs which showed that the roads have low rapidity of plants, the sort and height of vegetations which are below 5 meters at the road.

Keywords: Vegetation, Road Landscape, Wind Flow Reducer, Landscape Planting Design

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Lanskap Jalan adalah wajah dari karakter lahan atau tapak yang terbentuk pada lingkungan jalan, baik yang terbentuk dari elemen lanskap alamiah seperti bentuk topografi lahan yang mempunyai panorama yang indah, maupun yang terbentuk dari elemen lanskap buatan manusia yang disesuaikan dengan kondisi lahannya. Lanskap jalan ini mempunyai ciri-ciri khas karena harus disesuaikan dengan persyaratan geometrik jalan dan diperuntukkan terutama bagi kenyamanan pemakai jalan serta diusahakan untuk menciptakan lingkungan jalan yang indah, nyaman dan memenuhi fungsi keamanan (Todd, 1987). Salah satu fungsi keamanan elemen lanskap jalan adalah vegetasi lanskap untuk mengurangi kecepatan angin pada lanskap jalan.

Sebuah model probabilitas untuk pengukuran kecelakaan kendaraan pernah dibuat dengan menggunakan indeks keselamatan di jalan raya. Teori yang digunakan untuk menganalisa kecelakaan bis dengan membuat skenario berdasarkan informasi yang ada. Metodologi menggambarkan beberapa aplikasi seperti analisis kecelakaan yang selanjutnya menggunakan data yang ada untuk memperbaiki desain jalan raya dengan menjelaskan titik kecelakaan potensial yang terjadi pada lingkungan berangin (Sigbjörnsson and Snæbjörnsson, 1998). Penelitian dengan model probabilitas dapat saja dilakukan untuk kasus ini namun belum menjawab kebutuhan desain penanaman pada lanskap jalan Kota Kupang. Peneliti mempertimbangkan untuk perlu dilakukan penelitian observasi yang perlu mendapatkan data kecepatan angin dengan

membandingkan beberapa jalan dengan aliran kecepatan angin yang berbeda dan membuat rekomendasi untuk desain penanaman jalan.

Dengan tujuan untuk mengatasi pengaruh angin yang merusak, secara alamiah terjadi penahanan angin oleh deretan pohon sebagai jalur hijau atau Windbreak. Deretan pohon ini berfungsi penting mengurangi kecepatan angin dan membantu menjaga kelembaban tanah. Lestari *et al* (2013) menunjukkan bahwa vegetasi lokal kota Kupang yang sesuai untuk jalur jalan di pusat kota Kupang terdiri atas tanaman peneduh (Pulai, Lontar, Johar). Vegetasi dalam hal ini, pohon penahan angin, apabila ditanam secara massal dapat berfungsi mengendalikan aliran angin, dengan mereduksi kecepatan angin, memecahkan, menyaring dan mengarahkan alirannya sehingga mengurangi fungsi merusak angin yang dapat membahayakan pengguna jalan. Disamping itu, beberapa jenis vegetasi pohon toleran angin berkemampuan menguapkan air dari dalam tanah. Efektifitas dari pohon penahanan angin ini dipengaruhi oleh sistem penanaman jalur hijau dan kerapatannya pada daerah RTH lanskap jalan.

Kota Kupang di Nusa Tenggara Timur adalah salah satu daerah pesisir Indonesia yang memiliki kecepatan aliran angin yang cukup besar. Meninggalkan musim penghujan pada bulan Mei dan memasuki musim kemarau pada Juni hingga Oktober adalah puncak musim angin dari barat laut yang cukup besar menerpa kota ini. Kecepatan angin terbesar dapat mencapai 28 – 30 Knots pada musim-musim ini (Data Klimatologi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Klimatologi Lasiana Kupang, 2014). Kondisi besarnya

aliran angin ini sangat mengganggu aktivitas pengguna jalan bahkan membahayakan keselamatan pengguna kendaraan motor maupun mobil di Kota Kupang. Penelitian ini difokuskan dengan tujuan untuk mengetahui besar dan dampak kecepatan angin yang terjadi pada tiga lokasi jalan, membandingkan vegetasi pada jalan yang mana yang terbaik dan terburuk dalam memecahkan kecepatan angin, dan membuat perencanaan site plan vegetasi jalan, kepadatan, dan jarak tanam yang tepat dalam memecahkan aliran angin pada lanskap jalan di Kota Kupang.

Tujuan Penelitian

1. mengetahui besarnya kecepatan angin yang terjadi pada tiga lokasi jalan,
2. membandingkan vegetasi pada lanskap jalan dengan kemampuan mereduksi /memecahkan aliran angin yang terbaik dan terburuk, dan mengadaptasi desain penanaman vegetasi sesuai dengan aturan pada Dirjen Binamarga (1996).
3. menyusun desain penanaman lanskap jalan yang tepat dalam mereduksi aliran angin pada lanskap jalan di Kota Kupang.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada beberapa plot jalan dengan vegetasi. Plot jalan berupa jalur hijau yang terdiri dari beberapa jenis tanaman yang ditanam di pinggir jalan di empat lokasi. Lokasi penelitian di empat tempat di Kota Kupang yaitu Jalan Frans Seda, Jalan Piet Tallo, dan Jalan Herman Yohanes, di Kota Kupang. Pengukuran aliran angin dilakukan pada setiap sisi jalan yang terpapar angin.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah data iklim makro dan mikro kawasan. Alat yang digunakan selama penelitian adalah komputer, anemometer, termometer, kompas, dan kamera digital.

Metode Penelitian

Plot penelitian akan diambil pada empat jalan yaitu Jalan Frans Seda, Jalan Piet Tallo, dan Jalan Herman Yohanes di Kota Kupang yang masing-masing dibagi menjadi dua yaitu plot A (asosiasi tanaman tinggi/pohon), dan plot B (asosiasi tanaman rendah/rumput). Setiap plot berukuran 20 x 20 m.

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah kecepatan angin, jenis tanaman, tinggi tanaman, kerapatan tanaman, lokasi terbuka/tertutup, dan waktu.

Metode pengamatan yang dilakukan pada kedua plot di setiap lokasi, masing-masing selama 20 menit dengan tiga kali ulangan dengan metode continuous sampling untuk menghemat waktu dan biaya dengan mengurangi pekerjaan pengukuran di lapangan tetapi diharapkan tidak mengurangi kecermatan sampling yang diperoleh (Usman, 2008). Pengukuran dilakukan di empat lokasi dengan kondisi jalan yang hampir sama yaitu jalan terbuka yang terpapar angin dengan keberadaan bangunan merata, yang diambil pada pukul 08.00 - 12.00 WIT dan 12.00 - 16.00 WIT. Karena rentang waktu pengukuran yang cukup lama, pengukuran dapat dilakukan pada hari yang sama di keempat lokasi. Oleh karena itu digunakan metode survey dengan asumsi hari pengukuran dan waktu pengukuran yang bersamaan.

Analisis akan dilakukan terhadap faktor waktu, jenis tanaman, jarak tanam, tinggi tanaman, Kerapatan tanaman dan lokasi terbuka atau tertutup. Analisa ini digunakan untuk mengetahui pengaruh faktor terhadap kecepatan angin. Analisa akan melihat dimana lokasi terbaik (dengan kecepatan angin yang memenuhi zona kenyamanan lanskap) dan lokasi terburuk (dengan kecepatan angin yang terbesar yang membahayakan pengguna lanskap). Dari hasil analisa dan perbandingan, akan dibuat sintesis susunan vegetasi yang seharusnya dibuat sesuai dengan zona kenyamanan lanskap jalan dan aturan penyusunan vegetasi lanskap pereduksi angin dari Binamarga (1996).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Tapak, Aksesibilitas dan Jaringan Jalan Persepsi dan Preferensi

Kota Kupang terletak pada 10°36'14"-10°39'58" LS dan 123°32'23"-123°37'01"BT; Luas wilayah 180,27 Km², dengan peruntukan Kawasan Industri 735,57 Ha, permukiman 10.127,40 Ha, Jalur Hijau 5.090 Ha, perdagangan 219,70 Ha, pergudangan 112,50 Ha, pertambangan 480 Ha, pelabuhan laut/udara 670,1 Ha, pendidikan 275,67 Ha, pemerintahan/perkantoran 209,47 Ha, lain-lain 106,54 Ha.

Suhu rata-rata di Kota Kupang berkisar antara 23,8 °C sampai dengan 31,6 °C. Tempat-tempat yang letaknya dekat dengan pantai memiliki suhu udara yang rata-rata relatif lebih tinggi. Kelembaban udara rata-rata berkisar antara 73 persen sampai dengan 99 persen. Curah hujan selama tahun 2010 tercatat 1.720,4 mm dan hari hujan sebanyak 152 hari. Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari, yaitu tercatat 598,3 mm, sedangkan hari hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember dengan 28 hari hujan.

ADJAM, RENOAT

Jalan Herman Yohanes merupakan jalan kolektor primer yang didisain menurut klasifikasi jalan Kelas 2 bagi jalan-jalandengan 2 jalur, memberikan pelayanan angkutan cepat bagi angkutan antar kota atau dalam kota dengan kontrol dan kecepatan rencana 60 km/jam (Dirjen Bina Marga, 2015). Pembangunan Jalan Herman Yohanes yang menghubungkan Jalan Timor Raya dan Jalan Piet Tallo sepanjang kurang lebih 5 km dengan lebar tubuh jalan 10 m dua jalur masing-masing 5 m, lebar median 2,5 m, dan lebar bahu jalan bervariasi untuk bagian kiri (utara) dan kanan (selatan) jalan. Banyaknya jalan dengan keluaran pada jalan ini pada saat ini belum akan menimbulkan kemacetan. Kondisi jalan sendiri cukup baik, dimana badan jalan terbuat dari aspal.

Jalan utama di Kota Kupang memiliki kecepatan aliran angin yang cukup besar. Meninggalkan musim penghujan pada bulan Mei dan memasuki musim kemarau pada Juni hingga Oktober adalah puncak

musim angin dari barat laut yang cukup besar menerpa jalan jalan utama di kota. Kecepatan angin terbesar dapat mencapai 28 – 30 Knots pada musim-musim ini (Data Klimatologi Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Klimatologi Lasiana Kupang, 2014). Kondisi besarnya aliran angin ini sangat mengganggu aktivitas pengguna jalan bahkan membahayakan keselamatan pengguna kendaraan motor maupun mobil di Kota Kupang. Beberapa data dampak kecepatan angin yang mengganggu/ merugikan pengguna jalan dapat dilihat pada Tabel 1.

Vegetasi pohon dan semak yang banyak ditemui di sepanjang jalan utama kota merupakan hasil penanaman yang dilakukan oleh Dinas Kebersihan dan Lingkungan Hidup Kota Kupang. Vegetasi tersebut dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu vegetasi alami dan vegetasi buatan. Jenis-jenis vegetasi yang ditemukan pada lokasi studi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Permasalahan terkait angin kencang di jalan utama kota Kupang

No	Permasalahan terkait angin kencang terhadap pengguna jalan	Waktu
1	Pohon di median Jalan Piet Tallo tumbang (2 pohon)	2 Juli 2005
2	Pengendara motor terjatuh (5 orang) di Jalan Herman Johanes	15 Agustus-1 September 2007
3	Baliho jalan terlepas (1) di Jalan Frans Seda	11 September 2010
4	Pohon di median Jalan Eltari tumbang (1 pohon)	22 Juli 2012
5	Pengendara motor terjatuh (2 orang) di Eltari 1	20 Agustus 2015

Sumber: Laporan Polda Kota Kupang (2015)

Tabel 2 Vegetasi lanskap Jalan

Lokasi jalan	Nama Lokal	Nama Latin	Dominansi	Kondisi Tanaman/ Pohon pada tapak
Median dan sisi jalan	Beringin	<i>Ficus benjamina</i>	Rendah	Baik
	Angsana	<i>Pterocarpus indicus</i>	Rendah	Baik
	Turi	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Tinggi	Sangat Baik
	Lamtoro	<i>Leucaena leucocephala</i>	Tinggi	Sangat baik
	Glodokan tiang	<i>Polyathia longifolia</i>	Rendah	Baik
	Mahoni	<i>Swietenia mahagoni</i>	Tinggi	Baik
	Bougenvil	<i>Bougenvillea spectabilis</i>	Tinggi	Baik
	Bunga mentega	<i>Nerium oleander</i>	Sedang	Baik
	Rumput gajah	<i>Axonopus compressus</i>	Rendah	Kurang baik
	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Rendah	Baik
	Kersen	<i>Muntingia colabura</i>	Rendah	Baik
	Pucuk merah	<i>Syzygium oleana</i>	Tinggi	Baik
	Pisang	<i>Musa sp</i>	Rendah	Kurang baik
	Gamal	<i>Gliricidia sepium</i>	Tinggi	Baik
	Kudo reo	<i>Lannea coromandelica</i>	Tinggi	Baik
	Flamboyan	<i>Delonix regia</i>	Tinggi	Baik
	Cemara	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Tinggi	Baik

ADJAM, RENOAT

Tabel 3. Pengamatan Kecepatan Angin pada Lokasi

Lokasi dan Plot	Kerapatan Tanaman	Tinggi Tanaman	Waktu	Rerata Kecepatan Angin (Km/Jam)*	Deskripsi Gejala yang dirasakan	Vegetasi
Jl. Frans Seda						
(IA) Depan Museum	Median Jalan (JT 5-10 m)	Pohon 5 m, semak	9.00 WIT	34,1	Pohon kecil berayun, terbentuk puncak gelombang - gelombang kecil pada permukaan air	Akasia (<i>Accacia</i> sp), <i>Gmelina arborea</i> , Pucuk merah (<i>Syzygium oleana</i>), Mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i>), Bungur (<i>Lagerstromia</i> sp), Song of india (<i>Dracaena reflex</i>), <i>Gmelina arborea</i> , Bougenvil (<i>Bougenvilea</i> sp)
			14.00 WIT	35,6		
			19.00 WIT	34,1		
(IB) Taman Nostalgia	Median jalan (JT 3-5 m)	Pohon 5 m	9.00 WIT	28	Pohon kecil berayun, terbentuk puncak gelombang - gelombang kecil pada permukaan air	Akasia (<i>Accacia</i> sp), <i>Gmelina arborea</i> , Pucuk merah (<i>Syzygium oleana</i>), Mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i>), Flamboyan (<i>Delonix regia</i>), Song of india (<i>Dracaena reflex</i>), <i>Gmelina arborea</i> , Bougenvil (<i>Bougenvilea</i> sp)
			14.00 WIT	29,6		
			19.00 WIT	32,5		
(IC) Bundaran PU	Median Jalan (JT 2-5 m)	Pohon > 5 m	9.00 WIT	34,3	Pohon kecil berayun, terbentuk puncak gelombang - gelombang kecil pada permukaan air	Akasia (<i>Accacia</i> sp), <i>Gmelina arborea</i> , Kersen (<i>Muntingia calabura</i>), Pucuk merah (<i>Syzygium oleana</i>), Mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i>), Flamboyan (<i>Delonix regia</i>), Kudo reo (<i>Lannea coromandelica</i>), Cemara (<i>Casuarina equisetifolia</i>), Beringin (<i>Ficus benjamina</i>)
			14.00 WIT	33		
			19.00 WIT	35,1		
Jl. Piet Tallo						
(IIA) Jembatan Liliba	Tanpa tanaman	Pohon 0 m	9.00 WIT	41,3	Dahan besar bergerak; kawat bergesekan, sulit dalam menggunakan payung	-
			14.00 WIT	43,3		
			19.00 WIT	40		
(IIB) Depan Stikes	Median jalan (JT 2-3 m)	Pohon > 5m	9.00 WIT	37,1	Dahan besar bergerak; kawat bergesekan, sulit dalam menggunakan payung	Jambu mede (<i>Anarcadium ocident</i>), Flamboyan (<i>Delonix regia</i>), Cemara (<i>Casuarina equisetifolia</i>), Akasia (<i>accacia</i> sp), Angsana (<i>Pterocarpus indicus</i>)
			14.00 WIT	37,2		
			19.00 WIT	37,1		
(IIC) Spot Area Neo	Median jalan (JT 10 m)	Pohon > 5 m	9.00 WIT	43,2	Dahan besar bergerak; kawat bergesekan, sulit dalam menggunakan payung	<i>Gmelina arborea</i> , Flamboyan (<i>Delonix regia</i>), Gamal (<i>Gliricedia sepium</i>), Bungur (<i>Lagerstromia</i> sp), Bougenvil (<i>Bougenvilea</i> sp)
			14.00 WIT	44,5		
			19.00 WIT	43,1		
Jl. Herman Johannes						
(IIIA) Penghijauan	Median dan sisi jalan (JT 0-2 m)	Pohon > 10 m	9.00 WIT	20,5	Debu & kertas beterbangan; cabang kecil bergerak	Gamal (<i>Gliricedia sepium</i> , Kersen (<i>Muntingia colabura</i>)
			14.00 WIT	24,4		
			19.00 WIT	21		
(IIIB) Spot Pertamina	Median jalan (JT 2- 5 m)	Pohon > 5m	9.00 WIT	39,2	Dahan besar bergerak; kawat bergesekan, sulit dalam menggunakan payung	Bougenvil (<i>Bougenvilea</i> sp), Flamboyan (<i>Delonix regia</i>)
			14.00 WIT	41,2		
			19.00 WIT	40		
(IIIC)	Median jalan	Pohon > 5 m	9.00 WIT	36,3	Dahan besar bergerak;	Akasia (<i>Accacia</i> sp), Kersen

Lokasi dan Plot	Kerapatan Tanaman	Tinggi Tanaman	Waktu	Rerata Kecepatan Angin (Km/Jam)*	Deskripsi Gejala yang dirasakan	Vegetasi
Lasiana	(JT 2-5 m)		14.00 WIT	37,5	kawat bergesekan, sulit dalam menggunakan payung	<i>(Muntingia calabura)</i> , Flamboyan (<i>Delonix regia</i>), Kudo reo (<i>Lamnea coromandelica</i>), Beringin (<i>Ficus benjamina</i>), Gamal (<i>Gliricidia sepium</i>)
			19.00 WIT	36,4		

Sumber: Skala Beaufort

*Ekivalen kecepatan angin pada ketinggian 10 m di atas permukaan tanah datar dan terbuka.

Berdasarkan hasil pengamatan vegetasi pada setiap jalan, terlihat bahwa pada masing masing lokasi mempunyai vegetasi yang beragam yaitu tanaman tinggi dengan semak atau rumput.

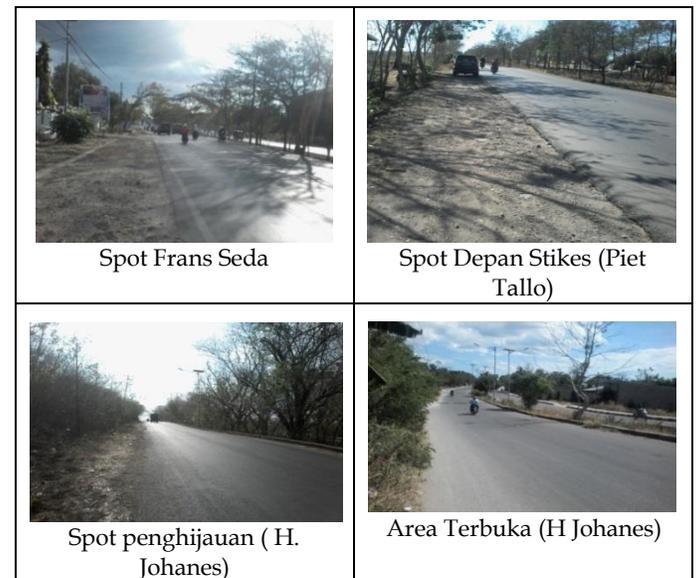
1. Jalan Frans Seda

Pada jalan Frans Seda (JFS) memiliki jenis vegetasi yang beragam dengan median jalan yang lebar (10 m) dengan jenis vegetasi yang lebih beragam, kerapatan tanaman (2-3m), dan rimbun (Gambar 1). Pada tiap plot terdapat jenis vegetasi yang berbeda. Data jenis vegetasi pada masing masing jalan dapat dilihat pada Tabel 3. Plot IB dengan kecepatan angin 34,1-35,6 km/jam memiliki vegetasi pohon dan semak pada sisi jalan dan median jalan (3m) dengan kerapatan vegetasi 5-10 m sedangkan Plot IB (kecepatan angin 28-32,5 km/jam) memiliki jenis vegetasi yang sama dengan kerapatan vegetasi 3-5 m, dan plot IC dengan kecepatan angin 33,0-35,1 km /jam memiliki median jalan yang lebar (15 m) dengan kerapatan vegetasi yang cukup tinggi (jarak tanam 1-1,5 m) namun pada sisi jalan kiri tidak ditanami vegetasi. Hal ini menyebabkan rerata kecepatan angin di plot IA lebih besar dari plot IB dan hampir menyamai plot IC.

2. Jalan Piet Tallo

Pada Jalan Piet Tallo, ada tiga spot lokasi yang cukup berbeda yaitu spot Jembatan Liliba (IIA), yaitu area terbuka tanpa vegetasi dimana memiliki nilai kecepatan angin rata-rata kedua paling besar yaitu (40-43,3 km/jam); spot depan Stikes (IIB) adalah area terbuka dengan median jalan bervegetasi rapat (3-5 m) dengan kecepatan angin 37,2 km/jam; dan spot Hotel Neo (IIC) yang terbuka, minim vegetasi jalan, namun median jalan memiliki vegetasi yang rapat dengan kecepatan angin 43,1-44,5 km/jam. Pada dasarnya tanaman mengendalikan angin melalui penghalangan, pengarahan, pembiasan, dan penyerapan (Chiara dan Koppelman, 1997). Perbedaannya didasarkan tidak hanya pada derajat keefektifan tanaman, tetapi juga teknik perletakkannya. Penghalangan dengan pohon, seperti halnya penghalangan yang lainnya, akan mengurangi kecepatan angin dengan meningkatkan tahanan terhadap aliran angin. Pohon dan semak berdaun

sepanjang tahun serta pohon berdaun lebat dipakai secara sendiri-sendiri atau digabung untuk mempengaruhi gerakan angin. Plot IIA sama sekali tidak memiliki penanaman vegetasi oleh karena area jembatan, sehingga nilai kecepatan angin cukup besar dibanding yang lain. Plot IIB dengan jenis vegetasi pohon, memiliki median jalan yang lebar (10 m) dengan kerapatan vegetasi yang padat (jarak tanam 2-5 m). Plot IIC memiliki sisi jalan dan median jalan yang lebar (jarak tanam 2-5 m) namun berada pada area terbuka (Ruang terbuka hijau/padang rumput) sehingga kecepatan angin yang menerpa jalan ini sangat tinggi pada waktu waktu tertentu. Setiap jenis vegetasi akan mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menahan angin yang akan tergantung pada tinggi, kerapatan tanaman dan area terbuka atau tertutup dari RTH sekitarnya.



Gambar 1. Beberapa spot sampel lokasi lanskap jalan

3. Jalan Herman Johannes

Pada Jalan Herman Johannes terbagi atas 2 spot yaitu spot IIIA penghijauan yang dipenuhi dengan barisan pohon penghijauan (15 tahun penghijauan kota) memiliki kecepatan angin 20,5-24,4 km/jam, Spot IIIB area Pertamina yang memiliki area terbuka, kerapatan tanaman renggang dan kontur jalan menurun 450 memiliki kecepatan angin 39,2-41,2 km/jam. Spot IIIA

ADJAM, RENOAT

memiliki sisi dan median jalan yang dipenuhi tanaman pohon tinggi dengan kerapatan tanaman yang tinggi sehingga menyebabkan aliran angin menjadi kecil dan nyaman bagi pengguna jalan. Kondisi ini akan menjadi hal ideal yang diharapkan dapat dijadikan panduan desain vegetasi pereduksi angin. Spot IIC area Lasiana memiliki kecepatan angin 36,3-37,5 km/jam adalah area pinggiran kota dengan keberadaan tanaman jalan yang cukup banyak, memiliki median jalan dengan jarak tanam 2-5 m. Chiara dan Koppelman (1997) menyatakan bahwa tanaman dapat digunakan bersama dengan

bentuk permukaan tanah untuk mengubah aliran angin sepanjang lanskap dan di sekitarnya. Pembiasan angin di atas pohon atau tanaman perdu merupakan cara lain dalam pengendalian angin (Gambar 2).

Berdasarkan pengamatan kecepatan angin, didapat nilai yang beragam pada setiap plot, yang dipengaruhi oleh faktor lokasi, waktu, kerapatan tanaman dan tinggi tanaman. Untuk mengetahui interaksi dari faktor-faktor tersebut maka dilakukan uji dengan menggunakan Analisa Faktorial Empat Faktor dan Uji beda nyata terkecil

Tabel 4. Hasil analisa rancangan faktorial empat faktor

Contrast	DF	Contrast SS	Mean square	F Value	Pr>F
Antar waktu dalam jarak <5m	1	0.0000800	0.0000800	0.08	0.9012
Antar waktu dalam jarak 5m	1	0.0001298	0.0001298	0.02	0.3334
Antar waktu dalam jarak >5m	1	0.0000011	0.0000011	0.01	0.4545
Antar waktu dalam plot 1A	1	0.0000000	0.0000000	0.00	0.9088
Antar waktu dalam plot 1B	1	0.00007700	0.00007700	0.03	0.8767
Antar waktu dalam plot 1C	1	0.00000090	0.00000090	0.01	0.8999
Antar waktu dalam plot 2A	1	0.00000000	0.00000089	0.01	0.2222
Antar waktu dalam plot 2B	1	0.00006066	0.00000000	0.00	1.000
Antar waktu dalam plot 2C	1	0.00000009	0.00000000	0.00	1.000
Antar waktu dalam plot 3A	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.000
Antar waktu dalam plot 3B	1	0.00000078	0.00000078	0.09	0.8777
Antar waktu dalam plot 3C	1	0.12000890	0.12000890	2.09	0.6767
Antar jarak dalam waktu 9 am	1	0.99890000	0.99890000	4.03	0.1123
Antar jarak dalam waktu 14 pm	1	0.12500000	0.12500000	0.06	0.8976
Antar jarak dalam waktu 19 pm	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.000
Antar jarak dalam plot 1A	1	0.00005600	0.00005600	0.01	0.9707
Antar jarak dalam plot 1B	1	0.08900005	0.08900005	1.02	0.5650
Antar jarak dalam plot 1C	1	0.00078777	0.00078777	0.01	0.9000
Antar jarak dalam plot 2A	1	0.02111345	0.02111345	0.02	0.9800
Antar jarak dalam plot 2B	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.000
Antar jarak dalam plot 2C	1	0.00000011	0.00000011	0.01	0.0699
Antar jarak dalam plot 3A	1	0.00008900	0.00008900	0.03	0.6760
Antar jarak dalam plot 3B	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.000
Antar jarak dalam plot 3C	1	0.00000076	0.00000076	0.01	0.0123
Antar plot dalam jarak <5m	1	4.32766612	4.32766612	556.78	0.0001*
Antar plot dalam jarak 5m	1	4.90000772	4.90000772	550.90	0.0001*
Antar plot dalam jarak >5m	1	4.67000712	4.67000712	566.09	0.0001*
Antar plot dalam waktu 9 am	1	4.66120000	4.66120000	560.32	0.0001*
Antar plot dalam waktu 14 pm	1	4.30009800	4.30009800	556.78	0.0001*
Antar plot dalam waktu 19 pm	1	6.32000002	6.32000002	865.90	0.0001*
Antar plot dalam tinggi <5m	1	5.28899918	5.28899918	800.95	0.0001*
Antar plot dalam tinggi >5m	1	6.76000088	6.76000088	867.04	0.0001*
Antar tinggi dalam jarak <5m	1	0.00611119	0.00611119	0.03	0.9808
Antar tinggi dalam jarak 5m	1	0.06122222	0.06122222	0.09	0.1222
Antar tinggi dalam jarak >5m	1	0.00000000	0.00000000	0.00	0.4544
Antar tinggi dalam waktu 9 am	1	0.00877000	0.00877000	0.05	0.8000
Antar tinggi dalam waktu 14 pm	1	0.00005400	0.00005400	0.09	0.9890
Antar tinggi dalam waktu 19 pm	1	0.00077777	0.00077777	0.04	0.1129

*Pengaruh faktor berbeda nyata pada taraf 5%

Dari uji ini, didapat hasil bahwa sebagian besar faktor yang diuji berpengaruh nyata terhadap kecepatan angin.

1. Faktor Waktu

Perbedaan waktu (9.00; 14.00 dan 19.00 WIT) mempengaruhi kecepatan angin pada semua lokasi, kerapatan tanaman dan tinggi tanaman. Hal ini disebabkan perbedaan waktu memiliki perbedaan suhu

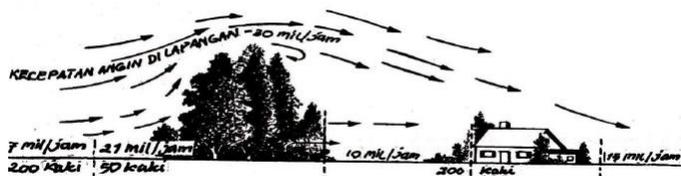
yang relatif tinggi yaitu siang dan malam. Angin bertiup lebih kencang pada siang hari, dimana hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Bernaek (1960), bahwa dalam kondisi luar ruangan, kecepatan angin akan bergantung pada suhu dan kelembaban udara. Pada daerah terbuka, gradien suhu dan angin akan selalu ada yang disebabkan adanya pertukaran panas antara tanah dan atmosfer kemudian karena adanya gesekan antara udara yang bergerak dengan tanah. Suhu pagi, siang, atau malam akan sangat mempengaruhi kecepatan angin. Pada suhu 14.00, suhu relatif lebih tinggi dibandingkan dengan pukul 9.00 dan 19.00. Perbedaan panas akan menyebabkan molekul molekul diudara merenggang menyebabkan kecepatan angin menjadi lebih cepat. Sedangkan suhu yang rendah akan membuat molekul diudara menjadi rapat menyebabkan kecepatan angin lebih lambat.

2. Faktor Kerapatan tanaman dan tinggi tanaman

Perbedaan kerapatan tanaman (tanpa tanaman, jarak 0-2 m, 2-5 m, 5-10 m) terhadap kecepatan angin mempengaruhi kecepatan angin pada taraf 5%. Hal ini berkaitan dengan faktor lingkungan yaitu topografi, suhu, arah angin, dan vegetasi. Vegetasi ikut berperan dalam pergerakan angin. Adanya vegetasi akan menyebabkan angin bertiup kearah atas dan membuat daerah yang berangin tenang dan sejuk menjadi lebih luas (Marsh, 1991).

Pada setiap jarak, memiliki jenis vegetasi yang berbeda beda sehingga kecepatan angin dapat tereduksi. Pada jarak tanam 5-10 m umumnya berupa tanaman pohon tinggi, dan semak atau rumput. Sedangkan pada jarak 2-5 m umumnya adalah pohon tinggi dan pohon rendah.

Pada spot IA (Frans Seda), kerapatan tanaman pada sisi jalan dan median jalan 5-10 m oleh pohon tinggi dan diselingi semak. Pohon tinggi dapat menahan angin bila ditanam berbaris dengan jarak tanam rapat, sedangkan kerapatan 5-10 m adalah sangat rendah untuk menahan angin. Dengan minimnya pohon tinggi dan banyaknya semak pada median jalan, serta kerapatan tanaman yang rendah, dapat menguntungkan faktor estetika tapi merugikan pada kecepatan angin yang tidak dapat direduksi.



Gambar 2 Pohon mengurangi kecepatan angin (Sumber: Chiara dan Koppelman, 1997)

Pada spot IC (Frans Seda), median jalan cukup lebar dengan kerapatan tanaman cukup tinggi, namun area tersebut adalah area industri sehingga sisi sisi jalan tidak ditumbuhi jajaran pohon tinggi sehingga membuat kecepatan angin pada area ini lebih tinggi dibanding spot JFS lainnya. Kekurangan pohon tinggi dan minim kerapatan tanaman pada sisi jalan yang membutuhkan menyebabkan tekanan kecepatan angin cukup besar dan mengganggu daerah ini. Spot IIA (Piet Tallo) atau di Jembatan Liliba, aliran angin termasuk yang memiliki kecepatan paling tinggi, hal ini disebabkan karena area ini merupakan area terbuka yang tidak memiliki vegetasi tanaman. Pada spot IIIB (Herman Johannes) area Pertamina yang memiliki kontur menurun dan kerapatan tanaman rendah serta minimnya pohon tinggi. Sedangkan hal yang menguntungkan terjadi di spot Penghijauan IIIA (Herman Johannes). Hutan penghijauan yang ada memiliki sisi dan median jalan yang dipenuhi tanaman pohon tinggi dengan kerapatan tanaman yang tinggi sehingga menyebabkan aliran angin menjadi kecil dan nyaman bagi pengguna jalan. Kondisi ini akan menjadi hal ideal yang diharapkan dapat dijadikan panduan desain vegetasi pereduksi angin nantinya. Chiara dan Koppelman (1997) menyatakan bahwa tanaman dapat digunakan bersama dengan bentuk permukaan tanah untuk mengubah aliran angin sepanjang lanskap dan di sekitarnya. Pembiasan angin di atas pohon atau tanaman perdu merupakan cara lain dalam pengendalian angin (Gambar 2).

3. Faktor Jenis Tanaman

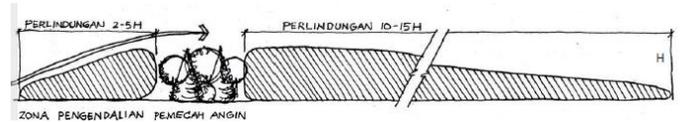
Tanaman dengan perbedaan ketinggian, lebar, jenis, dan komposisi penanaman yang berbeda mempunyai berbagai tingkat pengaruh terhadap pembiasan angin. Pohon berdaun jarum yang bercabang hingga ke dekat permukaan tanah pada umumnya merupakan tanaman yang paling efektif untuk mengendalikan angin. Campuran beberapa jenis dan ukuran tanaman pada penahan angin tersebut dapat menghasilkan permukaan atas yang kasar dan lebih efektif dalam mengendalikan angin. Vegetasi bertekstur daun kasar yang efektif dalam mengurangi kecepatan angin adalah *Accasia sp.*, *Swietenia Mahagoni*, *Lagerstromia sp.*, *Gmelina arborea*, *Delonix regia.*, *Casuarina equisetifolia.*, dan *Ficus benjamina*. Hal ini didukung oleh pernyataan Todd (1987) bahwa kecepatan angin akan berkurang oleh profil permukaan kanopi yang kasar.

4. Faktor Lokasi

Lokasi yang paling efektif dalam memecah dan mereduksi angin pada area sampel di Kota Kupang adalah di Jalan Herman Johannes spot Penghijauan. Hal

ini karena didukung oleh faktor jumlah dan jenis vegetasi yang melimpah, tajuk kanopi kasar dari vegetasi yang cukup banyak, dan kerapatan tanaman pada area lokasi. Keberadaan beberapa faktor tersebut menyebabkan kecepatan angin pada lokasi paling kecil dibandingkan dengan semua area sampel di tiga jalan di Kota Kupang.

Daerah yang terburuk dalam pereduksi kecepatan angin adalah spot Jembatan Liliba dan spot Depan Pertamina Jalan Herman Johannes. Hasil ini didukung dengan hasil analisa rancangan faktorial empat faktor dimana memiliki hasil nyata pada $<0,05$ pada aspek jarak tanaman $< 5m$, $5 m$ dan $>5m$, waktu pengamatan pada pagi, siang dan malam, serta tinggi tanaman $<5m$ dan $>5m$. Lokasi area pengukuran merupakan area terbuka, minim jumlah vegetasi dan jenis vegetasi, minim tajuk kanopi kasar dari vegetasi, dan kerapatan tanaman pada area lokasi yang cukup rendah. Pereduksi angin juga perlu memperhatikan orientasi pemecah angin terhadap arah datangnya angin, dimana kedua wilayah ini minim vegetasi untuk menghadapi arah datangnya angin. Hal lain adalah kondisi topografi jalan yang menurun sehingga area atasnya sangat melimpah akan paparan angin. Menurut Todd (1987), untuk meningkatkan keefektifan pengendalian terhadap angin, pemecah angin harus ditempatkan tegak lurus ke arah angin yang perlu pengendalian, dan harus meluas di luar zona yang memerlukan perlindungan pada kedua arah. Hal ini karena kecepatan angin jika mencapai ujung dari suatu penghalang akan lebih besar jika dibandingkan dengan kecepatan sebelum angin mencapai penghalang tersebut. Kemampuan dari suatu pemecah angin untuk memberikan perlindungan berhubungan dengan lokasi, kepadatan, dan komposisi. Lokasi pemecah angin harus dipertimbangkan dari dua sudut pandang. Pertama, pemecah angin yang paling efektif adalah yang ditempatkan tegak lurus terhadap angin yang datang. Kedua, jarak dari zona yang dilindungi langsung berhubungan dengan ketinggian pemecah angin. Semakin pendek pemecah angin, semakin pendek zona perlindungan. Sebuah pemecah angin sebenarnya mengurangi kecepatan angin tidak hanya di belakangnya, tetapi di depannya juga karena angin mulai melambat dan berkumpul pada sisi arah datangnya angin dari sebuah pemecah angin tepat sebelum angin berubah arah dan mengalir di atas pemecah angin tersebut. Panjangnya daerah angin yang terkurangi kecepatannya pada sisi arah datangnya angin dari penghalang ini berkisar dua sampai lima kali ketinggian pemecah angin, dan panjangnya zona pengendalian pada sisi yang terlindung oleh angin dapat sebesar lima belas kali ketinggian penghalang. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 3.



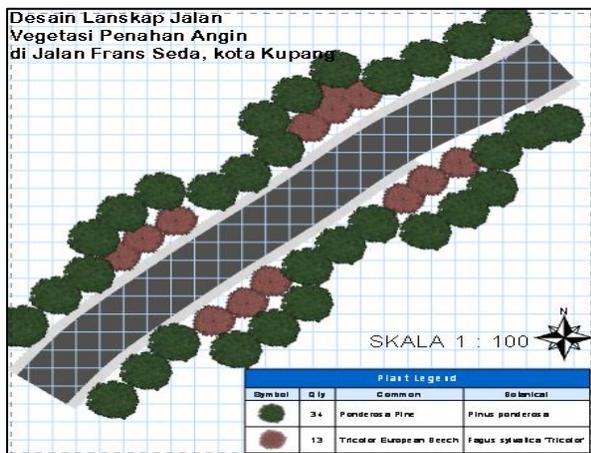
Gambar 3. Panjang area yang terlindungi oleh pemecah angin (Sumber Todd, 1987)

Pengurangan kecepatan angin juga dipengaruhi oleh kepadatan pemecah angin. Semakin dapat ditembus pemecah angin tersebut, akan semakin panjang jarak zona perlindungan. Struktur berupa bangunan dapat ditempatkan pada zona terlindungi dari angin. Struktur juga harus ditempatkan pada area yang tidak terlalu dekat dengan pemecah angin pada zona terlindungi karena ada suatu kantung udara mati tempat sedikit pergerakan udara terjadi, juga jangan diletakkan terlalu jauh karena pengurangan kecepatan semakin rendah. Walaupun zona yang terlindung dapat meluas sampai panjang lima belas kali ketinggian pemecah angin, perlindungan optimum terjadi pada jarak lima sampai tujuh kali ketinggian. Rekomendasi Desain Lanskap Jalan untuk Jalan Satu arah, dua arah, dan intersection dapat dilihat pada Gambar 4, 5, 6, dan 7. Gambar 9 dan 10 menunjukkan Grafik Kerapatan dan tinggi Tanaman terhadap kecepatan angin.

Rekomendasi Penanaman Tanaman Pada Lanskap Jalan Satu dan Dua Arah

Pada jalan satu arah, tanaman yang digunakan adalah tanaman tinggi/pohon, perdu atau semak; dengan massa daun padat. Desain penanaman pohon dapat ditanam berbaris/membentuk massa dengan jarak tanam rapat $< 3 m$. Untuk estetika atau permainan warna untuk mencegah kemonotonan di jalan, dapat menggunakan jenis tanaman pohon yang lebih kecil.

Desain penanaman pada jalan dua arah tidak berbeda terlalu jauh dengan pada jalan satu arah dimana tanaman yang digunakan juga tanaman tinggi/pohon, perdu atau semak; dengan massa daun padat. Desain penanaman pohon dapat ditanam berbaris/membentuk massa dengan jarak tanam rapat $3-5 m$ karena massa pohon pada jalan dua arah lebih banyak dari pada jalan satu arah ditambah lagi dengan keberadaan median jalan. Penanaman massa pohon di median jalan harus diperbesar dengan posisi barisan dengan karakter yang sama dengan pada area sisi sisi jalan. Untuk estetika atau permainan warna untuk mencegah kemonotonan di jalan, dapat menggunakan jenis tanaman pohon dengan warna cerah mencolok (merah, kuning) yang lebih kecil.



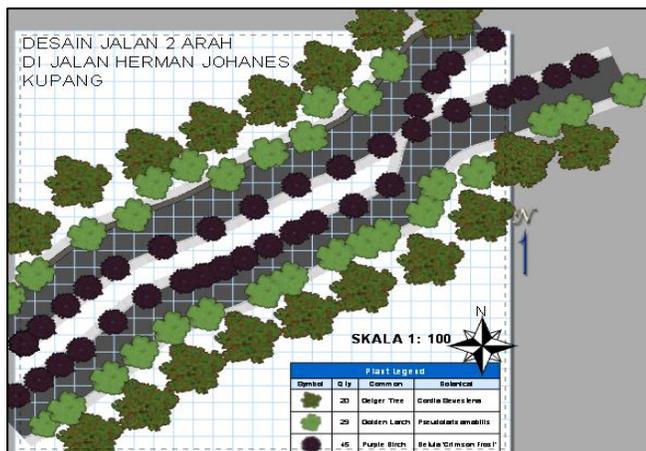
Gambar 4. Rekomendasi Desain Lanskap Jalan untuk Jalan satu arah



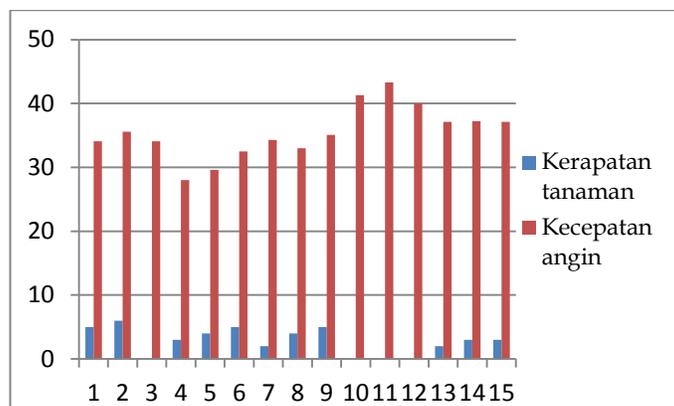
Gambar 7. Perspektif Desain Lanskap Jalan untuk Jalan Dua Arah



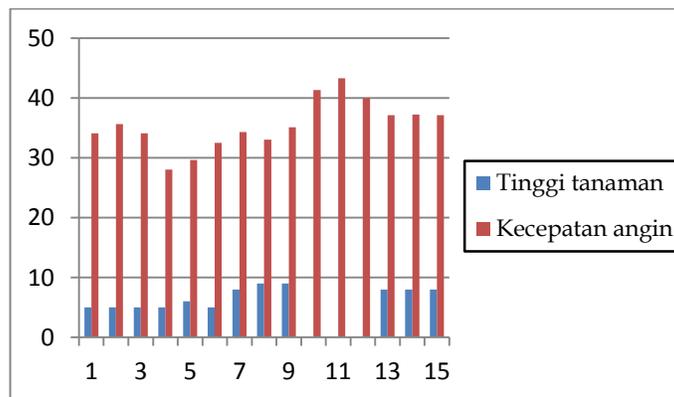
Gambar 5. Perspektif Desain Lanskap Jalan untuk Jalan satu arah



Gambar 6. Rekomendasi Desain Lanskap Jalan untuk Jalan Dua Arah



Gambar 9 Grafik Kerapatan Tanaman terhadap kecepatan angin



Gambar 10. Grafik Tinggi Tanaman terhadap Kecepatan Angin

SIMPULAN

Besarnya kecepatan angin yang cukup berbeda terjadi pada tiga lokasi jalan, Jalan Frans Seda, Jalan Piet Tallo, dan Jalan Herman Johannes. Pada Jalan Frans Seda, memiliki nilai kecepatan angin 28-34 km/jam yang mana masuk pada kategori angin sejuk; Jalan Piet Tallo di beberapa spot lokasinya yaitu di jembatan liliba dan spot H. Neo, memiliki nilai kecepatan angin 37-44

ADJAM, RENOAT

km/jam yaitu masuk pada kategori hembusan angin kuat; sedangkan pada Jalan Herman Johannes memiliki spot terbaik dalam mereduksi angin yaitu di area penghijauan yaitu 20-18 km/jam dan juga spot terburuk yaitu di Depan Pertamina (39-41 km/jam).

Beberapa faktor yang mempengaruhi minimnya kemampuan area untuk mereduksi kecepatan angin di kota Kupang adalah faktor lokasi dan topografi terhadap orientasi datangnya angin, faktor kerapatan dan jenis vegetasi, serta faktor tinggi vegetasi.

Desain penanaman lanskap jalan yang tepat dalam mereduksi aliran angin pada lanskap jalan di Kota Kupang adalah desain lanskap jalan untuk jalan tunggal, yaitu di Jalan Frans Seda dan Jalan Piet Tallo dan desain lanskap jalan untuk jalan ganda di Jalan Herman Johannes.

Saran

Dapat dibuat penelitian lanjutan untuk evaluasi vegetasi pereduksi angin di Kota Kupang dengan memperbesar area sampel jalan, desain pada ruang-ruang jalan, dan konsep penanaman pada lanskap jalan sampai pelaksanaan penanaman hingga evaluasi hasil penanaman vegetasi dalam mereduksi kecepatan angin.

DAFTAR PUSTAKA

- [BMKG Lasiana Kupang]. 2015. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika Stasiun Klimatologi Lasiana Kupang. Data Klimatologi. Kota Kupang. NTT.
- Chiara JD, Koppelman LE. 1997. Standar Perencanaan Tapak. PenerbitErlangga, Penerjemah. Jakarta (ID): Penerbit Erlangga. Terjemahan dari:Site Planning Standards. Cetakan ke-4.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 1996. Peraturan Lansekap Jalan Nomor 033/TBM/1996 Tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Lansekap Jalan, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2008. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008 Tentang Pedoman Penyediaan Dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau Di Kawasan Perkotaan, Jakarta.
- Lestari I, Bagyo Y, Sumarno. 2013. Analisis Kesesuaian Vegetasi Lokal Untuk Ruang Terbuka Hijau Jalur Jalan di Pusat Kota Kupang. Pascasarjana Universitas Brawijaya. Malang [ID].
- Nurnovita, C. 2011. Evaluasi Fungsi Ekologis Pohon Pada RTH Lansekap Permukiman Sentul CityBogor. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purnomohadi, N. 2006. Ruang Terbuka Hijau Sebagai Unsur Utama Tata Ruang Kota. Direktorat Jenderal Penataan Ruang Kementerian Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Polda Kupang. 2015. Rekap Laporan Tahunan Dampak Kecelakaan Terpengaruh Iklim. Kepolisian Daerah Propinsi Nusa Tenggara Timur.
- Sigbjörnsson, R and JT Snæbjörnsson. 1998. Probabilistic assessment of wind related accidents of road vehicles: A reliability approach. Engineering Research Institute, University of Iceland. Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. Volumes 74-76. Pages 1079-1090.
- Todd KW. 1987. Tapak, Ruang, dan Struktur. Ir. Aris K Onggodiputro, penerjemah. Bandung (ID): Penerbit Intermatra. Terjemahan dari: Site,Space, and Structure.
- Usman, H., 2008. Metode Sampling Inventarisasi Hutan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.