

**PENENTUAN PRIORITAS PENGEMBANGAN JALUR HIJAU  
MENGUNAKAN PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI  
GEOGRAFIS DI KOTA SURAKARTA**

**Nurul Purnamasari<sup>1)</sup>, Alif Noor Anna<sup>2)</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta

[nurulpurnamasari3@gmail.com](mailto:nurulpurnamasari3@gmail.com)

<sup>2</sup>Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

[a.nooranna@gmail.com](mailto:a.nooranna@gmail.com)

***Abstract***

This study aims to determine the distribution of the green belt on arterial and collector roads and prioritize the development of the green belt in the arterial and collector roads. The data sources used include Quickbird Imagery In 2013, secondary data and field surveys.

The research method used survey method is like was conducted by examining the interpretation of canopy density using Quickbird image. The survey was also conducted to retrieve a volume of data traffic and the comfort level. Sampling was conducted using purposive sampling method. The analytical method used is quantitative analysis tiered by giving dignity to each of the variables of the determinants of the priority development of the green belt by utilizing Geographic Information System software.

Based on the research results, the distribution of the green belt located on arterial roads and collector roads in the city of Surakarta. Percentage is mostly on the arterial road at Slamet Riyadi street. 28.461% on arterial roads and collector roads in Surakarta desperately needs development of green belt. Priority development of green belt Surakarta on arterial roads on a priority I includes Ahmad Yani street, Dr. Radjiman, Jend. Sudirman, for collector roads include Veteran, Adi Sucipto, Kyai Mojo, Kapt. Mulyadi, Tangkuban Perahu and Yos Sudarso street. The volume of traffic on this road was dominant has a very high volume. Activities that occur therein causing the volume to increase, especially at peak hours. Some of them street close to the center of government and became the center of the economy. Conditions densities in the green belt of moderate to very rarely reduce the level of comfort on the road section. In certain conditions, the air temperature will increase and humidity decreases.

**Keywords:** Green Belt, Traffic, Canopy Density, Level of Convenience.

## 1. PENDAHULUAN

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk terjadi peningkatan jumlah kendaraan bermotor. Sebagai akibatnya adalah pencemaran udara. Hal ini berdampak negatif terhadap lingkungan perkotaan. Kota Surakarta mempunyai posisi strategis sebagai kota transit menjadikan kota tersebut sebagai pusat kegiatan perdagangan, jasa, pendidikan, pariwisata, transportasi, dan industri. Menurut hasil inventarisasi emisi yang dilakukan di Surakarta dengan basis data 2010, sumbangan emisi partikel halus dari sektor transportasi adalah 50% sampai dengan 70% dari total emisi partikel halus dan sekitar 75% dari total emisi gas-gas berbahaya.

Gas-gas buangan kendaraan bermotor dari aktivitas transportasi menyebabkan penurunan kualitas udara. Penurunan kualitas udara ditandai dengan suhu udara yang semakin tinggi, udara yang panas, kering dan tidak nyaman. Menurut UU Nomor 26 Tahun 2007, perencanaan tata ruang wilayah kota (RTH) harus memuat rencana penyediaan dan pemanfaatan RTH. Keberadaan RTH untuk saat ini dirasa sangat penting, khususnya untuk pengembangan jalur hijau pada jalan-jalan utama. Pengembangan jalur hijau jalan dapat berfungsi untuk menyerap polusi udara, peredam kebisingan, pemecah angin, pembatas pandang, penahan silau kendaraan, penahan debu, peneduh dan sebagai hiasan untuk memperindah kota terkait estetika kota. Berdasarkan hasil studi Puslitbang Jalan dan Jembatan (Nanny K, dkk, 1998), pengendalian polusi udara untuk polutan NO<sub>x</sub> dan SO<sub>2</sub> dengan pemanfaatan tanaman jenis pohon dapat mereduksi 16,70 – 67,39%, jenis perdu 6,56 – 80,0% dan jenis semak 18,13 – 67,33%. Besarnya reduksi tersebut, antara lain tergantung dari : macam tanaman, kerapatan daun, konsentrasi polutan eksisting pada lokasi yang bersangkutan. Fungsi dari jalur hijau jalan yang bersifat multifungsi dan sangat efisien

untuk mengatasi pencemaran udara. Penataan dan penerapan teknologi pereduksi polusi udara dengan penataan lingkungan pada tiap ruas jalan, di rasa perlu yaitu dengan menanam tanaman pereduksi polusi udara. Penanaman pohon dengan jenis berdaun lebat dan rapat di antara jalan dan pemukiman akan dapat digunakan untuk menyaring debu kotor dan gas-gas berbahaya.

## 2. KAJIAN LITERATUR

Menurut *US Dept. of Transportation* (1972) sumber utama emisi polusi udara di Amerika Serikat adalah transportasi, khususnya untuk kendaraan bermotor berbahan bakar bensin. Polusi tersebut antara lain berupa gas nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), hidro karbon (HC), karbon monoksida (CO<sub>2</sub>) dan sulfur oksida (SO<sub>x</sub>).

Menurut Kriebizsch (1992) tingginya gas CO<sub>2</sub> di permukaan bumi juga berpengaruh pada kondisi tanaman, setiap kenaikan dua kali dari konsentrasi CO<sub>2</sub> menyebabkan kenaikan temperatur sebesar 3 C°. Seperti halnya daya serap CO<sub>2</sub> pada sebuah pohon, ini juga ditentukan oleh luas keseluruhan daun, umur daun, dan fase pertumbuhan tanaman. Selain itu, pohon-pohon yang berbunga dan berbuah memiliki kemampuan fotosintesis yang lebih tinggi, sehingga penyerapan CO<sub>2</sub> menjadi lebih baik. Faktor lain yang ikut menentukan daya serap CO<sub>2</sub> adalah suhu, sinar matahari, dan ketersediaan air.

Menurut Cherish (2012) kenyamanan dipengaruhi oleh keadaan RTH, di dalam RTH terdapat vegetasi yang dapat mempengaruhi iklim mikro yaitu sebagai perlindungan yang dapat mengurangi radiasi matahari dan mengurangi temperatur. RTH juga memiliki variasi jenis vegetasi yang berbeda yang dapat diklasifikasi berdasarkan strukturnya yaitu pohon, semak, dan rumput.

- a. **Manfaat langsung** (dalam pengertian cepat dan bersifat *tangible*), yaitu membentuk keindahan dan kenyamanan (teduh, segar, sejuk) dan mendapatkan bahan-bahan untuk dijual (kayu, daun, bunga, buah).
- b. **Manfaat tidak langsung** (berjangka panjang dan bersifat *intangibile*), yaitu pembersih udara yang sangat efektif, pemeliharaan akan kelangsungan persediaan air tanah, pelestarian fungsi lingkungan beserta segala isi flora dan fauna yang ada (konservasi hayati atau keanekaragaman hayati).

### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian menggunakan metode survei. Survei dilakukan untuk mendapatkan volume lalu lintas, suhu dan kelembaban udara serta uji ketelitian data citra Quickbird yaitu kerapatan kanopi. Pengambilan sampel dilakukan dengan *proposive sampling*. Metode analisis menggunakan analisis kuantitatif berjenjang yaitu dengan memberikan harkat tiap variabel penentu

prioritas pengembangan jalur hijau memanfaatkan software Sistem Informasi Geografis.

Data yang digunakan meliputi:

- a. Data primer antara lain volume lalu lintas, suhu dan kelembaban udara
- b. Data sekunder antara lain kerapatan kanopi dari interpretasi citra Quickbird, *shapefile* jaringan jalan, jaringan sungai yang diperoleh dari instansi terkait.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Umumnya, jalan utama di Kota Surakarta baik jalan arteri maupun kolektor telah terdapat jalur hijau dengan tingkat kerapatan kanopi yang berbeda-beda.

Beberapa jalan seperti pada ruas Jalan Slamet Riyadi dan Jalan Tentara Pelajar, pepohonan di tepi jalan mempunyai ukuran pohon yang besar dan rindang serta mempunyai kerapatan yang sangat rapat sehingga saat siang hari dengan cuaca yang panas-pun pada ruas jalan tersebut kondisi udara tetap nyaman, sejuk dan dingin. Tabel 3.1. menunjukkan matrix uji ketelitian interpretasi citra.

Tabel 3.1. Matrix Uji Ketelitian Interpretasi Citra

Interpretasi Jalur Hijau	Penilaian Di Lapangan			Jumlah Sampel	Ketelitian %
	Lahan Terbangun	Jalan	Jalur Hijau		
Lahan Terbangun	5	-	1	6	83,33
Jalan	-	5	-	5	100
Jalur Hijau	-	1	7	8	100
			Total	19	

Sumber : Survei lapangan, 2016

Uji ketelitian dihitung berdasarkan metode uji ketelitian (Short, 1962) berikut ini:

$$\text{Uji Ketelitian Interpretasi} = \frac{\text{jumlah sampel kelas yang benar}}{\text{jumlah seluruh sampel kelas}} \times 100\%$$

$$= (5 + 5 + 7 / 19) \times 100\%$$

$$= 89,47 \%$$

Perhitungan uji ketelitian di atas dapat dilihat keakuratan interpretasi citra jalur hijau mencapai 89,47 %. Keakuratan data tersebut dapat dikategorikan masih layak digunakan untuk penelitian lebih lanjut.

### VOLUME LALU LINTAS

Gas yang dikeluarkan dari pergerakan kendaran bermotor menyebabkan polusi udara. Tanaman mampu menghasilkan oksigen dan menyerap gas-gas yang dihasilkan dari aktivitas transportasi. Berbagai aktivitas didalamnya meliputi aktivitas sekolah, perkantoran, perdagangan, pertokoan, jasa dan lain sebagainya. Masing-masing ruas jalan memiliki variasi volume lalu lintas yang berbeda-beda. Kepadatan volume lalu lintas dapat dilihat pada jam-jam puncak. Arus lalu lintas diperkirakan mengalami kenaikan yang

signifikan pada jam-jam puncak ini dibandingkan pada waktu lainnya.

Volume lalu lintas tertinggi berada di jalan arteri pada ruas Jalan Jendral Sudirman sedangkan untuk jalan kolektor pada ruas Jalan Yos Sudarso. Ruas jalan tersebut berada dekat dengan perdagangan dan perkantoran. Aktivitas perdagangan yang terjadi menyebabkan arus lalu lintas meningkat pada jam-jam puncak. Untuk lebih jelas kelas volume lalu lintas dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2. Kelas Volume Lalu Lintas

VolumeLalu Lintas (smp)	Keterangan	Prosentase Panjang Jalan (%)
<5.000	Sangat Rendah	2,37
5.001 – 10.000	Rendah	36,87
10.001 – 15.000	Sedang	42,23
15.001 – 20.000	Tinggi	18,48
>20.000	Sangat Tinggi	-

Sumber : Pengolahan data, 2016

### TINGKAT KENYAMANAN

Jumlah kendaraan bermotor meningkat bersama dengan polusi udara, semakin banyak kendaraan bermotor makin besar polusi udara. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor biasanya terjadi di sekitar jalan utama dengan jenis penggunaan lahan pertokoan, perkantoran, perdagangan dan pendidikan. Ruang tersebut dimanfaatkan untuk lahan parkir. Ruas Jalan Tangkuban Perahu mempunyai nilai THI paling besar yaitu 29,292 C° dengan kondisi yang tidak nyaman.

Ruas jalan ini mempunyai kerapatan kanopi sangat tidak rapat, sehingga di sekitar jalan ini tidak nyaman. Berbeda dengan ruas Jalan Slamet Riyadi, akan banyak dijumpai pepohonan besar yang rindang. Dari hasil pengamatan nilai THI sebesar masih cukup nyaman terutama saat siang hari dengan nilai THI 28,086 dengan tingkat kenyamanan sebagian tidak nyaman. Berikut Tabel menunjukkan kelas tingkat kenyamanan (THI).

Tabel 3.3. Kelas Tingkat Kenyamanan (THI)

Temperature Humidity Index (THI)	Keterangan	Persentase Panjang Jalan (%)
----------------------------------	------------	------------------------------

≤ 23	Tidak Nyaman	-
23,1 – 25	Sebagian Tidak Nyaman	-
25,1 – 27	Nyaman	-
27,1 – 29	Sebagian Tidak Nyaman	93,7
≥ 29,1	Tidak Nyaman	6,30

Sumber : Pengolahan data, 2016

### KERAPATAN KANOPI

Kondisi di bawah pohon yang rindang akan terasa sangat sejuk dan teduh terutama saat cuaca panas di siang hari. Sebaliknya, kondisi di bawah tajuk pohon di malam hari sangatlah berbeda.

Semakin rapat kanopinya maka akan semakin rimbun, makin rimbun maka cahaya matahari akan semakin sedikit yang menembus kanopi. Area di bawah kanopi pohon akan terlindungi dari cahaya matahari. Bahkan di beberapa penggal jalan, dapat ditemukan kondisi di atas dimanfaatkan untuk lokasi berdagang.

Dari hasil penelitian kerapatan rapat menunjukkan prosentase paling banyak. Ruas jalan tersebut mempunyai pohon-pohon yang besar dan rindang sehingga kondisi di bawah tajuk pohon teduh dan sejuk. Kondisi ini dapat ditemukan pada ruas Jalan Slamet Riyadi adanya trotoar yang lebar memberikan kenyamanan bagi pedestrian. Berikut kelas kerapatan jalur hijau dapat dilihat pada Tabel 3.4 di bawah ini.

Tabel 3.4. Kelas Kerapatan Jalur Hijau

Kerapatan Kanopi (%)	Keterangan	Persentase (%)
< 10 %	Sangat Jarang	2,96
10 – 24 %	Jarang	13,44
25 - 39 %	Sedang	26,02
40 - 59 %	Rapat	37,12
> 60 %	Sangat rapat	20,47

Sumber : Pengolahan data, 2016

### 5. Uji Ketelitian Citra Quickbird Untuk Kerapatan Kanopi Jalur Hijau

Hasil intrepretasi citra akan lebih akurat jika dilakukan uji ketelitian yaitu dengan membandingkan hasil pengamatan pada citra dengan kondisi di

lapangan. Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling*. Berikut matriks uji akurasi dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.5. Matrix Uji Ketelitian Interpretasi Citra

Kerapatan Kanopi	Penilaian Di Lapangan	Jumlah
------------------	-----------------------	--------

<b>Jalur Hijau</b>	Sangat Jarang	Jarang	Sedang	Rapat	Sangat Rapat	<b>Sampel</b>	<b>Ketelitian %</b>
Sangat Jarang	<b>4</b>	-	-	-	-	4	100
Jarang	-	<b>8</b>	-	-	-	8	100
Sedang	-	-	<b>5</b>	2	-	7	71,43
Rapat	-	-	-	<b>4</b>	-	4	100
Sangat rapat	-	-	1	-	<b>4</b>	5	80
					<b>Total</b>	28	

Sumber: Survei lapangan, 2016

Uji ketelitaian dihitung berdasarkan metode uji ketelitian Short (1962) rumus nomor lima berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Uji Ketelitian Interpretasi} &= \frac{\text{Jumlah sampel kelas yang benar}}{\text{Jumlah seluruh sampel kelas}} \times 100\% \\ &= (4 + 8 + 5 + 4 + 4 / 28) \times 100\% \\ &= 89,286 \% \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan uji ketelitian diatas maka keakuratan interpretasi citra jalur hijau mencapai 89,286 %. Keakuratan data tersebut dapat dikategorikan masih layak digunakan untuk penelitian lebih lanjut.

## 6. PRIORITAS PENGEMBANGAN JALUR HIJAU JALAN DI KOTA SURAKARTA

Penentuan prioritas pengembangan jalur hijau jalan pada jalan utama di Kota Surakarta disusun berdasarkan variabel yang berpengaruh seperti volume lalu lintas, tingkat kenyamanan dan kerapatan kanopi jalur hijau. Hasil pengolahan data masing-masing variabel diberikan nilai harkat kemudian tiap data digabungkan dalam satu unit analisis dengan cara tumpangsusun. Sistem Informasi Geografis ini digunakan untuk analisis keruangan dengan

menyajikan datanya ke dalam bentuk peta.

Pengolahan dengan SIG diperoleh kelas prioritas pengembangan jalur hijau yang dibagi menjadi 3, antara lain sangat membutuhkan pengembangan jalur hijau mempunyai prioritas I, membutuhkan pengembangan jalur hijau pada prioritas II dan tidak membutuhkan pengembangan jalur hijau pada prioritas III. Berikut Tabel 3.6 menunjukkan kelas prioritas pengembnagan jalur hijau.

Tabel 3.6. Kelas Prioritas Pengembangan Jalur Hijau

Prioritas Pengembangan Jalur Hijau	Keterangan	Prosentase Panjang Jalan (%)		Lokasi Ruas Jalan
		Arteri	Kolektor	
Prioritas I	Sangat membutuhkan pengembangan jalur hijau	Arteri	12,98	Ahmad Yani, Jend. Sudirman
		Kolektor	6,49	Dr. Muwardi, Yos Sudarso
Prioritas II	Membutuhkan pengembangan jalur hijau	Arteri	12,25	Adi Sucipto, Ir. Sutami, Kol.Sutarto, Prof.Dr. Suharso, Urip Sumoharjo, Dr. Radjiman
		Kolektor	42,43	Adi Sucipto, Veteran, Kyai Mojo, Kapten Mulyadi, Tangkuban Perahu Kapt. Tendean, Bhayangkara, Dr. Radjiman, Mangunsarkoro, Brigjend Katamso, Balapan, Letjend. Suprpto, Kahar Muzakir, Letjend. Sutoyo, S. Parman, KH. Agus Salim, Mangonsidi, Gadjah Mada, Mt. Haryono, Honggowongso, Sultan Syahrir, Ir. Juanda
Prioritas III	Tidak membutuhkan pengembangan jalur hijau	Arteri	16,36	Slamet Riyadi, Tentara Pelajar
		Kolektor	9,49	Kol. Sugiyono, Brigjend. Sudiarto, Kebangkitan Nasional, Wahidin, Sumpah Pemuda

Sumber: Pengolaha data, 2016

Berdasarkan analisis 19,47% jalan arteri dan kolektor di Kota Surakarta sangat membutuhkan pengembangan jalur hijau. Ruas jalan tersebut mempunyai volume lalu lintas yang tinggi. Jalan tersebut dekat dengan pusat pemerintahan dan merupakan pusat perdagangan, sehingga arus lalu lintas pada jam puncak sangat ramai. Begitu juga dengan jalur hijau yang mempunyai kerapatan kanopi sedang sampai dengan sangat jarang. Semakin rapat maka area di sekitarnya semakin nyaman, ini ditunjukkan dengan kondisi udara sekitar pepohonan yang sejuk dan rindang.

Menurut Sangadji (2012) sebatang pohon mampu mentranspirasikan air sebanyak 400 liter yang secara langsung dapat menurunkan suhu udara di sekitar pohon. Suhu ini setara dengan kondisi ruangan yang menggunakan AC. Selain itu daun dan batang pada tanaman juga mempunyai kemampuan untuk menghasilkan oksigen, dan menyerap CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> dan debu.

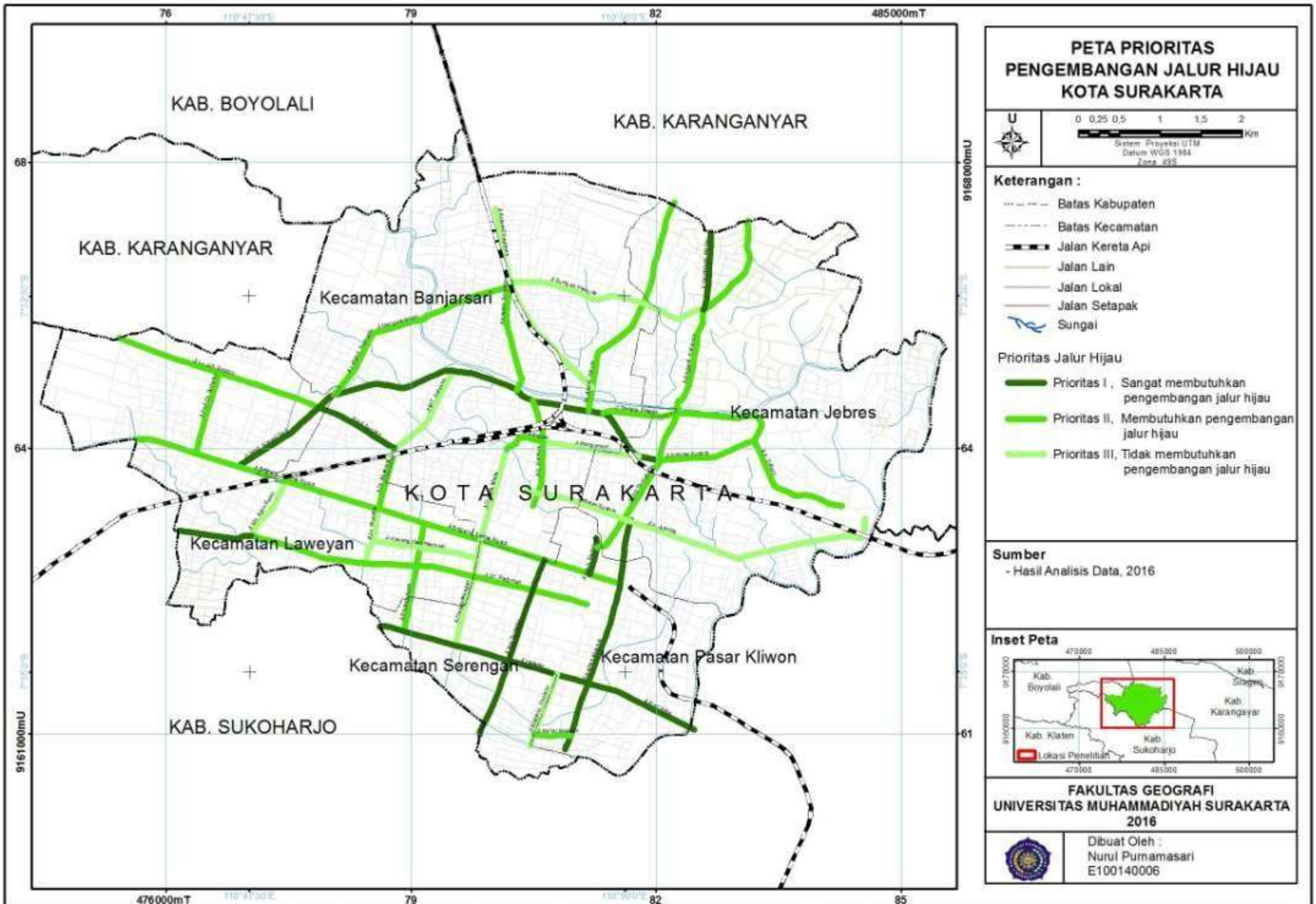
54,68 % Jalan arteri dan kolektor di Kota Surakarta membutuhkan pengembangan jalur hijau dengan prioritas II. Jalan arteri pada prioritas II yang membutuhkan pengembangan jalur hijau yang dapat dilihat pada Tabel



Ruas jalan utama di atas masih dirasa perlu dikembangkan jalur hijau sebagai penyeimbang dari perubahan perkembangan kota khususnya Kota Surakarta.

Secara umum, penentuan prioritas pengembangan jalur hijau dapat dimanfaatkan sebagai bahan masukan dan rekomendasi bagi pengembangan jalur hijau di Kota Surakarta khususnya pada jalan arteri dan jalan kolektor. Data spasial yang diperoleh dengan penggabungan data penginderaan jauh

dan Sistem informasi geografis (SIG) dirasa membantu dan dari teknik di atas dirasa membantu dalam menyajikan data keruangan secara menarik dan komunikatif. Selain itu lokasi-lokasi yang menjadi prioritas pengembangan jalur hijau dapat diketahui sehingga pengembangan jalur hijau dapat memberikan dampak yang positif bagi perbaikan kualitas lingkungan di sekitar area jalan tersebut. Berikut gambar 3.1 menunjukkan prioritas pengembangan jalur hijau.



Gambar 3.1. Peta Prioritas Pengembangan Jalur Hijau Kota Surakarta

## 7. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat dibuat diantaranya :

1. Jalan utama di Kota Surakarta telah terdapat jalur hijau. Jalur hijau dengan pepohonan yang besar dan rindang pada jalan arteri banyak dijumpai pada ruas Jalan Slamet Riyadi, sedangkan pada jalan kolektor terdapat di ruas Jalan Kebangkitan Nasional. Sebaliknya, pada ruas Jalan Tangkuban Perahu, Kyai Mojo, dan Kahar Muzakir, jalur hijau dengan kondisi tersebut tidak dijumpai.
2. Beberapa ruas jalan di Kota Surakarta masih membutuhkan pengembangan jalur hijau dengan prioritas I, khususnya ruas jalan yang dekat dengan pusat perdagangan seperti ruas Jalan Ahmad Yani pada jalan arteri dan ruas Jalan Yos Sudarso untuk jalankolektor.
3. Umumnya, tingkat kenyamanan akan berkurang bersama dengan kenaikan suhu udara. Kondisi ini dapat dijumpai pada ruas jalan yang mempunyai jalur hijau dengan kerapatan kanopi tidak rapat serta mempunyai volume lalu lintas yang tinggi. Kondisi ini dapat ditemukan pada ruas jalan yang dekat dengan pusat perdagangan dan perkantoran seperti ruas Jalan Jend. Sudirman dan Yos Sudarso. Adapun jalur hijau dengan kerapatan kanopi tidak rapat dapat dijumpai di ruas Jalan Tangkuban Perahu, Kyai Mojo, dan Kahar Muzakir.

### Saran

Saran yang dapat diberikan adalah:

1. Survei data sedapatnya dilakukandengan interval yang lebih lama sehingga menunjukkan perubahan nilai yang bervariasi sehingga diperoleh hasil yang maksimal.

2. Pengenalan akan *localknowledge* sangat dibutuhkan untuk mengenali daerah kajian sehingga kegiatan survei lapangan cepat dan tepat.

## 8. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2013. *Surakarta Dalam Angka*. Surakarta : BPS Kota Surakarta.
- Astin Sulistyanyingsih. 1995. Distribusi Suhu Udara dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Serta Pengaruhnya Terhadap Curah Hujan di Kotamadya Yogyakarta. *Skripsi*. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.
- Fransendo. 2014. Aplikasi Penginderaan Jauh untuk Penentuan Prioritas Pengembangan Jalur Hijau Di Kelurahan Sepanjang Jaya dan Kelurahan Bojong Rawalambu Kecamatan Rawalambu Bekasi Jawa Barat. *Skripsi* Yogyakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Fakultas UGM.
- Jeffri Yokaswendra. 2006. Prioritas Penentuan Jalur Hijau pada Sebagian Ruas Jalan Kota Yogyakarta. *Skripsi*. Yogyakarta: Departemen Pendidikan Nasional Fakultas Geografi UGM.
- Joko Apriyanto. 2003. Pemanfaatan Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis Untuk Penentuan Prioritas Pengembangan Jalur Hijau Pada Sebagian Ruas Jalan di Kota Yogyakarta. *Skripsi*. Yogyakarta : Fakultas UGM.
- Richard Sangadji. 2012. Evaluasi Jalur Hijau Pedestrian Di Pusat Kota Ternate Di Tinjau Dari Fungsi Ekologis dan Estetis. *Tesis S2*. Yogyakarta : Sekolah Pascasarjana UGM.
- Sutanto. 1986. *Penginderaan Jauh Dasar Jilid I*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press Suwardjoko Warpani.
2002. *Pengelolaan Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*

*Pengelolaan Lalu Lintas dan  
Angkutan Jalan.* Bandung:

Penerbit Institut Teknik  
Bandung (ITB).