

# PEMETAAN SEBARAN KARBON MONOKSIDA AMBIEN DAN POTENSI KARBOKSIHEMOGLOBIN (COHb) DALAM DARAH DI WILAYAH KOTA SURAKARTA

Muji Rahayu  
yayu.yayi@gmail.com

Sudarmadji  
sudarmadji@geo.ugm.ac.id

## Abstract

*Surakarta City which is transitment point so raising activity of the traffic and increse ambient carbon monoxide concentrations would potentially cause carboxyhemoglobin in the blood. The purpose of this research is to 1) mapping the distribution, 2) determine spatial patterns, and 3) how the ambient concentrations of carbon monoxide and potential carboxyhemoglobin in the blood on different of environmental, social and economic community. Mapping the distribution of the concentration of carbon monoxide ambient and potential carboxyhemoglobin in blood, then spatial pattern with spatial autocorrelation analysis using Geographic Information System. Interpretation of environmental conditions with Quickbird image and socio-economic measures directly in the field. Result of mapping has a random spatial pattern, then locations with the highest concentrations of carbon monoxide at 9,2 ppm and potentially carboxyhemoglobin at 1.477% in blood with exposure during the first hour of being, at the Jongke market is dominated by trade, education and services.*

*Keywords: ambient carbon monoxide, carboxyhemoglobin, autocorrelation, Quickbird image, social and economic*

## Abstrak

Kota Surakarta yang merupakan *transitment point* terjadi peningkatan aktivitas lalu lintas menyebabkan peningkatan konsentrasi karbon monoksida ambien yang berpotensi menimbulkan karboksihemoglobin dalam darah yang berpengaruh terhadap kesehatan. Tujuan dari penelitian adalah 1) melakukan pemetaan sebaran, 2) mengetahui pola keruangan, dan 3) bagaimana konsentrasi karbon monoksida ambien dan potensi karboksihemoglobin dalam darah pada kondisi lingkungan, sosial dan ekonomi masyarakat yang berbeda. Pemetaan konsentrasi sebaran karbon monoksida ambien dan potensi karboksihemoglobin dalam darah serta pola keruangan dengan analisis autokorelasi spasial menggunakan Sistem Informasi Geografi, sedangkan interpretasi kondisi lingkungan dari Citra Quickbird dan pengukuran keadaan sosial ekonomi dilakukan secara langsung di lapangan. Hasil pemetaan menunjukkan pola keruangan random, kemudian lokasi dengan konsentrasi karbom monoksida ambien yang paling tinggi sebesar 9,2 ppm dan dapat berpotensi menjadi karboksihemoglobin dalam darah sebesar 1,477% dengan paparan selama 1 jam yang berada pada lokasi perdagangan, yaitu Pasar Jongke yang didominasi dengan aktivitas perdagangan, pendidikan, dan jasa.

Kata kunci : karbon monoksida ambien, karboksihemoglobin, autokorelasi, Citra Quickbird, sosial dan ekonomi

## **PENDAHULUAN**

Pemusatan penduduk dan aktivitasnya di Kota Surakarta akibat sebagai pusat dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan, pelayanan sosial, dan kegiatan ekonomi, menyebabkan kemungkinan terjadinya pencemaran udara yang disebabkan oleh aktivitas yang berpotensi terjadinya bangkitan dan tarikan transportasi menjadi sumber pencemar utama. Timbulnya bangkitan maupun tarikan perjalanan lalu lintas akan mempengaruhi kinerja jaringan, tingkat pelayanan jalan, dan pengguna jalan secara tidak langsung menyebabkan masyarakat yang paling rentan terhadap pencemaran karbon monoksida, sebab aktivitasnya mengharuskan untuk lebih lama di sekitar jalan.

Pencemaran udara khususnya pencemaran akibat karbon monoksida di udara dapat mengikat hemoglobin dalam darah manusia sehingga membentuk COHb (Karboksihemoglobin), hal tersebut dapat menimbulkan keracunan pada tubuh manusia. Kadar karbon monoksida dalam tubuh manusia dapat diteliti secara langsung dengan melakukan eksperimen, yaitu dengan mengambil sampel darah seseorang dan kemudian diteliti kandungan karbon monoksida dalam darah tersebut. Kajian ilmu Geografi secara tidak langsung tanpa melakukan eksperimen tersebut dapat mengkaji sebaran karboksihemoglobin dengan menggunakan pendekatan keruangan. Pendekatan keruangan untuk mengetahui area yang terkena dampak karbon monoksida ambien yang berupa potensi karboksihemoglobin dalam darah di Kota Surakarta dapat dilakukan dengan interpretasi Citra Quickbird Wilayah Kota Surakarta dan pengukuran konsentrasi karbon monoksida serta meneliti keadaan sosial ekonomi secara langsung di lapangan. Hasilnya

diintegrasikan dalam Sistem Informasi Geografi.

## **METODE PENELITIAN**

Metode penelitian untuk melakukan pemetaan sebaran karbon monoksida ambien dan potensi karboksihemoglobin dalam darah manusia di wilayah Kota Surakarta dilakukan dengan mengetahui emisi karbon monoksida ambien, kemudian dianalisis keterkaitannya dengan kondisi keruangan atau fisik, dan diskripsi kondisi sosial-ekonomi dengan menggunakan citra penginderaan jauh resolusi tinggi, Sistem Informasi Geografis, dan wawancara langsung pada masyarakat. Parameter kondisi keruangan atau fisik yang digunakan yaitu kepadatan bangunan, kerapatan vegetasi, ketinggian bangunan dan penggunaan lahan yang diasumsikan mempengaruhi sebaran konsentrasi karbon monoksida diperoleh dengan interpretasi dari citra penginderaan jauh, sedangkan emisi karbon monoksida dan kondisi sosial dan ekonomi diketahui dengan melakukan pengukuran dan wawancara langsung di lapangan. Hasil dari parameter-parameter tersebut kemudian diintegrasikan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis.

Analisis spasial yang digunakan ialah dengan analisis autokorelasi spasial, yaitu untuk mengetahui pola keruangan dari hubungan antara posisi pada satu area dan nilai sampel pada area tersebut. Pola spasial yang diungkapkan antara lain yaitu pola bergerombol, tersebar, atau acak. Analisis autokorelasi spasial dilakukan dengan menggunakan bantuan Arc.GIS 9.3 yang merupakan hasil kalkulasi dari metode Moran I, dengan rumusan sebagai berikut. (Goodchild, 1986, dalam Mitchel, 2005).

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j} Z_i Z_j}{S_0 \sum_{i=1}^n Z_i^2}$$

Dimana  $Z_i$  adalah deviasi untuk sampel  $i$  yang diperoleh dari  $(x_i - \bar{X})$ ,  $w_{i,j}$  adalah bobot spasial dari variabel  $i$  dan  $j$ ,  $n$  merupakan jumlah total sampel, dan  $S_0$  adalah agregat dari seluruh bobot spasial.

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{i,j}$$

Nilai  $Z$  diperoleh dari,

$$Z_i = \frac{I - E[I]}{\sqrt{V[I]}}$$

$$E[I] = -1/(n-1)$$

Dimana,

$$V[I] = E[I^2] - E[I]^2$$

Karbon monoksida di udara akan dihirup dan diikat oleh hemoglobin (Hb) pada darah menjadi karboksihemoglobin (COHb) dan dinyatakan dalam % COHb dalam darah. % COHb dalam darah dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ COHb} = 0,16 \times (\text{konsentrasi CO di udara dalam ppm}) + 0,5 \% \text{ COHb}$$

Konsentrasi karbon monoksida yang mengikat hemoglobin dalam darah dapat menimbulkan efek pada kesehatan, hubungan antara konsentrasi karboksihemoglobin tersebut dalam darah dengan gangguan pada kesehatan dapat dilihat pada Tabel 2.4.

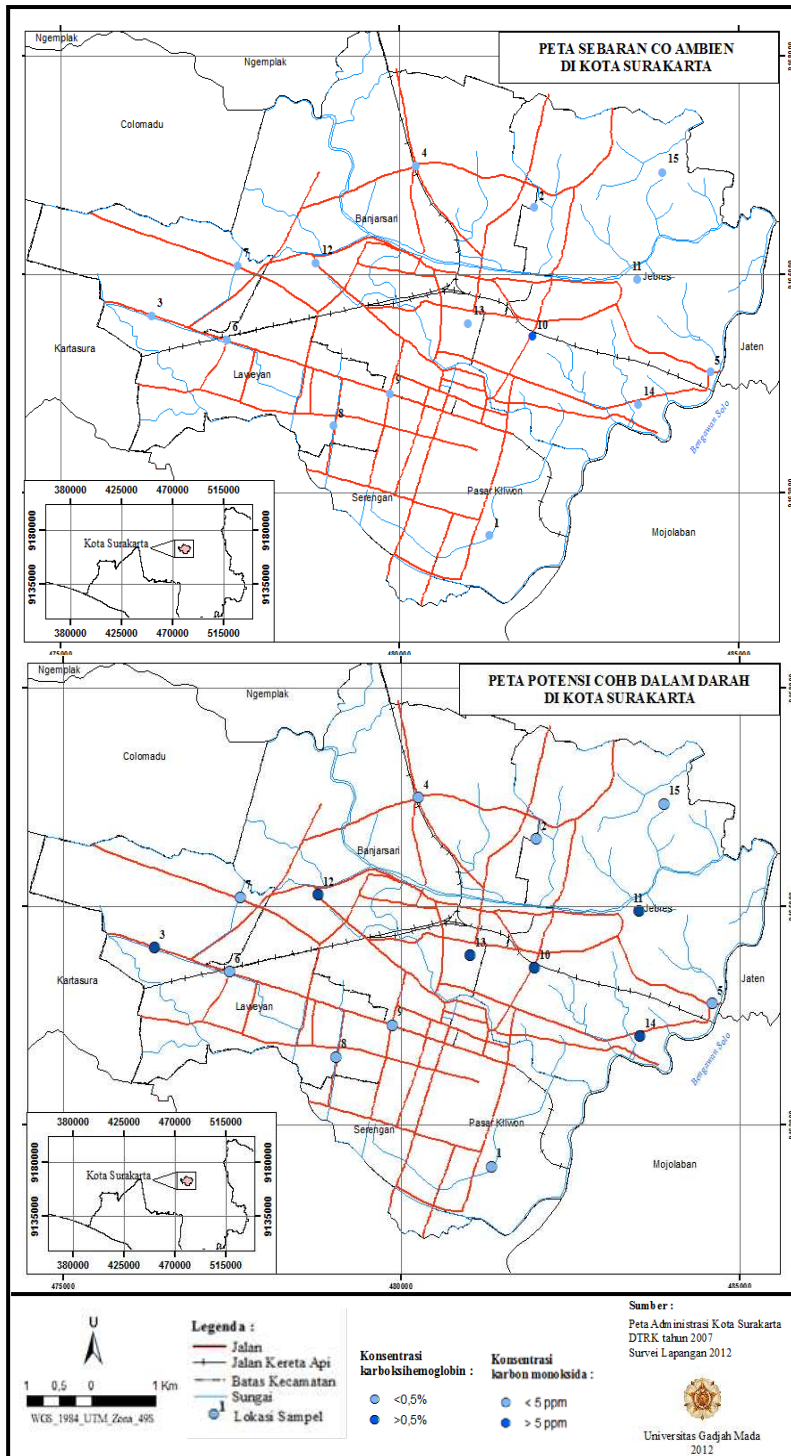
Tabel 2.1. Hubungan antara konsentrasi karboksihemoglobin dalam darah dengan gangguan kesehatan

% COHb	Gejala
0-10	Tidak terdapat gejala fisik
10-20	Pening kepala dari rasa tertekan, pelebaran pembuluh darah kulit
20-30	Sakit kepala, rasa berdenyut pada tulang pelipis
30-40	Pening kepala amat sangat, mabuk, lemas dan hilang tenaga, mual dan gangguan penglihatan
40-50	Pening kepala amat sangat, mabuk, lemas dan hilang tenaga, mual dan gangguan penglihatan, nadi dan pernapasan lebih cepat
50-60	nadi dan pernapasan lebih cepat, koma dan kejang
60-70	koma dan kejang, frekuensi jantung dan pernapasan menurun, orang meninggal
70-80	Nadi lemah, pernapasan lambat, meninggal dalam beberapa jam
80-90	Meninggal dalam satu jam
90+	Meninggal dalam beberapa detik

Sumber: Zinuddin dan Hariadi, 1988

## HASIL PENELITIAN

Hasil pemetaan sebaran karbon monoksida ambien dan potensi karboksihemoglobin di wilayah Kota Surakarta ditunjukkan dengan peta pada Gambar 3.1. Hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida ambien di wilayah Kota Surakarta paling tinggi ialah sebesar 9,2 ppm dengan potensi karboksihemoglobin sebesar 1,477% dalam darah pada pukul 10.20-11.20 di lokasi Pasar Jongke dan paling rendah ialah sebesar 1,05 ppm dengan potensi karboksihemoglobin dalam darah sebesar 0,173% pada pukul 09.13-10.13 di *roadside* Baturono. Persentase tertinggi tersebut masih dalam range 0-10% yang berarti tidak terjadi gejala apapun yang mempengaruhi kesehatan.



Gambar 3.1 Peta sebaran karbon monoksida ambien dan potensi karboksihemoglobin dalam darah.

Hasil dari perhitungan analisis pola keruangan autokorelasi antara area dan nilai konsentrasi karboksihemoglobin yaitu nilai indeks Moran I sebesar  $-0,05$  berarti menunjukkan pola random atau acak, sebab lokasi yang digunakan untuk sampel mempunyai kondisi yang berbeda, yaitu berupa *roadside*, perdagangan, perumahan, taman, pergudangan dan industri, sedangkan nilai konsentrasi yang diukur ialah satu jenis yaitu karboksihemoglobin. Selain itu, jarak antar posisi atau letak sampel juga berjauhan yang berarti antar posisi geografis sampel mempunyai keterkaitan posisi geografis yang rendah.

Perbandingan masing-masing sampel dengan konsentrasi karbon monoksida ambient tertinggi ialah pada Gambar 3.2. Masing-masing sampel diantaranya ialah pada lokasi *roadside* Kerten, Perumahan Pelangi di Mojosongo, Taman Balekambang, Pasar Jongke, dan Industri Iskandartex.

*Roadside* Kerten yang merupakan pintu masuk dari arah barat yaitu dari Kabupaten Sukoharjo, Boyolali dan Yogyakarta. Melalui interpretasi citra pada titik lokasi ini masuk ke dalam blok yang mempunyai kepadatan bangunan tinggi, kerapatan vegetasi sangat jarang, ketinggian bangunan sekitar kurang dari 3 lantai, lokasi tepat terletak pada Jl. A. Yani, dan berjarak kurang dari 50 meter dengan lampu lalu lintas. Pada lokasi ini mempunyai kondisi sosial yang beresiko rendah, sebab semua responden mengetahui tentang bahaya pencemaran karbon

monoksida ambien dan cara untuk menanggulangnya. Hasil pengukuran konsentrasi karbon monoksida ambien pada titik lokasi ini sebesar 3,6 ppm, sehingga potensi karboksihemoglobin sebesar 0,581% dapat mengikat dalam darah dengan paparan selama 1 jam, sedangkan waktu rata-rata kegiatan di luar ruangan ialah 7 jam untuk melakukan kegiatan sebagai juru parkir dan karyawan mempunyai rata-rata pendapatan sebesar Rp. 50.000,- dalam satu hari.

Perumahan Pelangi, Kecamatan Mojosongo mempunyai kepadatan permukiman rendah akan tetapi permukiman Mojosongo merupakan lokasi pendidikan seperti SMU N 5 dan 6 Surakarta dan merupakan jalur alternatif untuk menuju Terminal Tirtonadi, sedangkan kondisi sosial sebagian responden mengetahui tentang bahaya pencemaran karbon monoksida ambien serta mengetahui cara menaggulangi dan mencegahnya, sedangkan mereka mempunyai kegiatan di luar ruangan rata-rata lebih dari 8 jam sebagai pedagang dengan pendapatan rata-rata sebesar Rp. 100.000,- per hari.

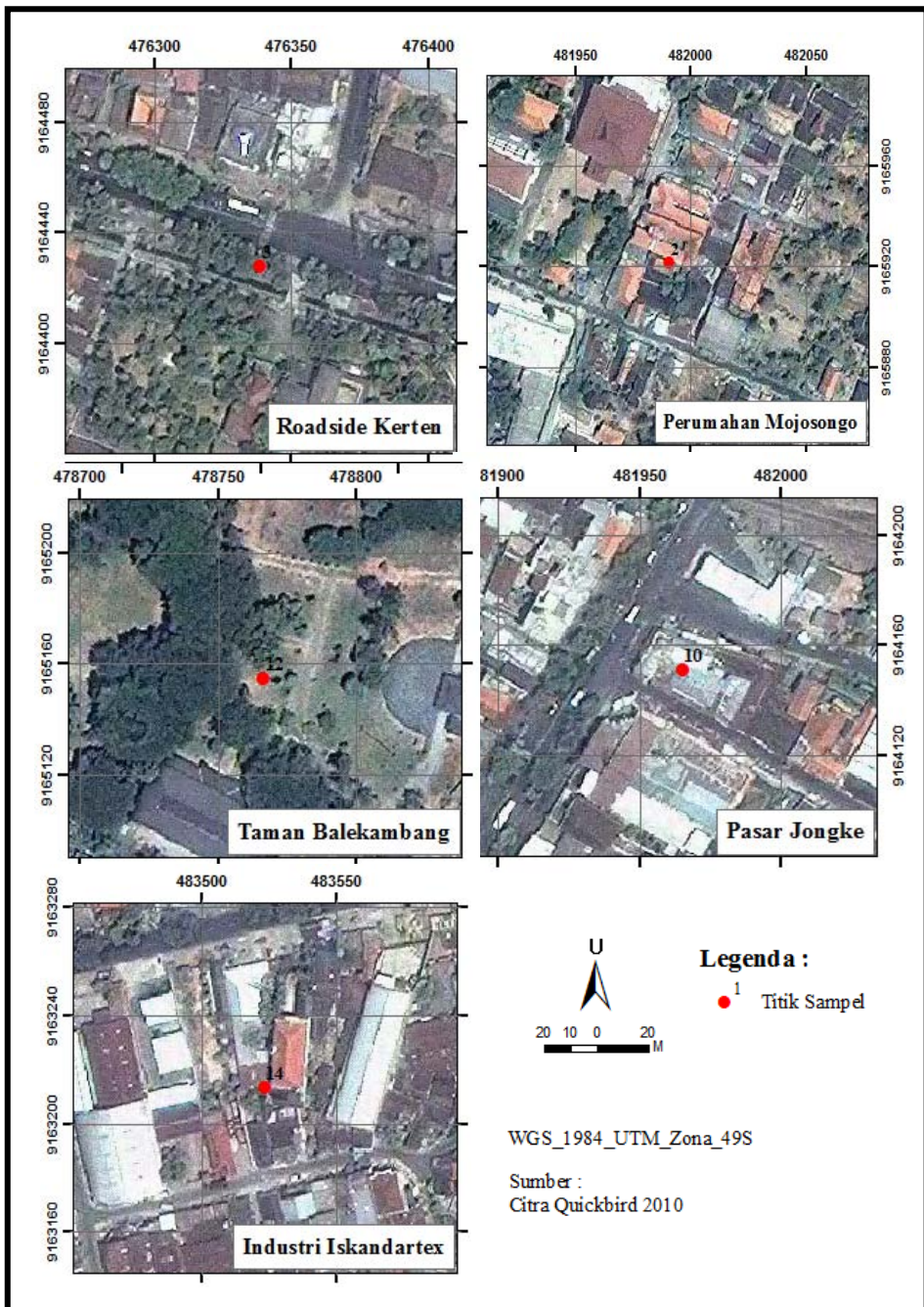
Lokasi Pasar Jongke mempunyai konsentrasi karbon monoksida ambien mencapai 9,2 ppm, lokasi ini berada pada blok yang mempunyai kepadatan sangat padat, kerapatan vegetasi sangat jarang, ketinggian bangunan sekitar rata-rata ialah 2 lantai, berdekatan dengan Jl. Urip Sumoharjo dan terletak pada radius lebih dari 100 meter dari lampu lalu lintas. Kondisi sosial pada lokasi ini mempunyai resiko yang tinggi, hal ini

menunjukkan bahwa semua responden tidak mengetahui bahaya pencemaran karbon monoksida ambien dan tidak mengetahui penanggulangan dan cara pencegahannya. Responden setiap harinya bekerja sebagai pedagang dan tukang becak, pendapatan rata-rata ialah lebih dari Rp. 100.000,- per hari, sedangkan rata-rata waktu beraktivitas di luar ruangan ialah lebih dari 10 jam, padahal lokasi ini mempunyai konsentrasi karbon monoksida ambien mencapai 9,2 ppm, yang dapat mengikat dalam darah sebesar 1,477% dalam darah, dengan paparan selama 1 jam, dari hal tersebut dapat dikatakan bahwa pada lokasi ini mempunyai paling tinggi pada kondisi fisik, sosial dan ekonominya.

Taman Balekambang mempunyai konsentrasi karbon monoksida ambien yang lebih tinggi dibandingkan taman Monumen 45, karena pengunjung taman yang lebih banyak, hal ini menimbulkan pencemaran karbon monoksida ambien yang lebih tinggi. Konsentrasi karbon monoksida ambien pada taman Balekambang ialah sebesar 4,4 ppm, sehingga konsentrasi COHb sebesar 0,709% dengan paparan selama 1 jam, sedangkan konsentrasi karbon monoksida ambien pada Taman Monumen 45 sebesar 3,5 ppm, dengan COHb sebesar 0,565% dengan paparan selama 1 jam. Responden yang berada di kedua taman tersebut kebanyakan ialah pelajar dan juru parkir yang beraktivitas di luar ruangan rata-rata selama 10 jam, walaupun begitu pada lokasi ini mempunyai sosial yang rendah, sebab

rata-rata mereka mengetahui bahaya pencemaran karbon monoksida dan cara menanggulangi dan pencegahannya.

Industri Iskandartex mempunyai konsentrasi karbon monoksida ambien sebesar 4 ppm, sehingga besar COHb ialah sebesar 0,645% dengan paparan selama 1 jam, sedangkan responden yang merupakan pedagang melakukan aktivitas pada lokasi tersebut rata-rata 7 jam tiap harinya. Hasil dari interpretasi citra menunjukkan lokasi ini berada pada blok yang mempunyai kepadatan bangunan sedang, kerapatan vegetasi sangat jarang, ketinggian bangunan sekitar 1 lantai, lokasi ini berdekatan dengan Jl. Ir. Juanda dan merupakan area yang beradius lebih dari 100 meter dari lampu lalu lintas, sedangkan industri di Mojosoongo berada pada blok yang mempunyai kepadatan bangunan jarang dan kerapatan vegetasi jarang. Lokasi ini jauh dari jaringan jalan dan lampu lalu lintas, sehingga konsentrasi karbon monoksida ambien yang terukur hanya sebesar 3 ppm, dan konsentrasi COHb sebesar 0,485% dengan paparan selama 1 jam yang paling mempengaruhi para pedagang yang melakukan aktivitasnya di lokasi tersebut rata-rata selama 7 jam setiap harinya.



Gambar 3.2 Kondisi lingkungan sampel dengan konsentrasi karbon monoksida tertinggi dari Citra Quickbird.

## KESIMPULAN

1. Konsentrasi karbon monoksida ambien dan potensi karboksihemoglobin dalam darah yang paling tinggi terjadi di lokasi titik Pasar Jongke yaitu sebesar 9,2 ppm dan menimbulkan potensi karboksihemoglobin sebesar 1,477% dalam darah, dengan paparan selama 1 jam. Lokasi ini mempunyai kondisi fisik kepadatan bangunan yang sangat padat, dan kerapatan vegetasi sangat jarang, berdekatan dengan Jl. Urip Sumoharjo dan terletak pada radius >100 meter dari lampu lalu lintas. Konsentrasi karbon monoksida ambien dan potensi karboksihemoglobin dalam darah yang paling rendah terjadi di *roadside* Baturono yaitu sebesar 1,05 ppm dan dapat menimbulkan potensi karboksihemoglobin dalam darah 0,175% dengan paparan selama 1 jam. Mempunyai kondisi fisik kepadatan bangunan sangat padat, kerapatan vegetasi sangat jarang, berdekatan dengan jalan yang bersimpangan dengan Jl. Slamet Riyadi dan masuk dalam radius >100 meter dari lampu lalu lintas. Potensi karboksihemoglobin dalam darah yang paling tinggi belum menyebabkan gejala-gejala yang dapat mempengaruhi kesehatan.

2. Pola keruangan konsentrasi karbon monoksida ambien dan potensi karboksihemoglobin dalam darah dengan menggunakan analisis autokorelasi menunjukkan pola random, karena antara posisi keruangan dengan besar nilai konsentrasi pada sampel mempunyai keterkaitan yang rendah, sedangkan

pola keruangan secara visual di Kota Surakarta termasuk mempunyai pola memusat, konsentrasi karbon monoksida cenderung tinggi pada area yang merupakan pusat aktivitas sosial dan ekonomi, yang menyebabkan bangkitan lalu lintas yang tinggi dan cenderung rendah pada lokasi tarikan lalu lintas.

3. Penggunaan lahan yang paling berpengaruh ialah perdagangan yang berada pada wilayah Kota Surakarta bagian selatan, merupakan salah satu dari pengaruh perkembangan kota yang cenderung mengarah ke bagian selatan. Kemudian untuk kondisi sosial dan ekonomi yang paling berpengaruh ialah

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bagian dari buku (diperoleh melalui database online)  
Khairul, Isson. 2011. Solo Menuju The City of Trees and Flowers. <http://www.kompasiana.com>. Tanggal Akses 23 September 2011.  
Nadhiroh. 2011. Dilarang, Parkir Berderet di Jalan slamet Riyadi. <http://solopos.com>. Tanggal akses 25 September 2011.  
Sri Sultan HB X, 2002, *Pencemaran Udara Yogyakarta Sudah Sampai Ambang Batas*, <http://www.suaramerdeka.com/harian/0211/27/dar34.htm>. Tanggal akses 20 September 2011.
2. Artikel dalam jurnal  
Chaeruddin, Andi. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsentrasi Karbon Monoksida di dalam darah Para Montir Bengkel Otomotif. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Makassar. Jurnal Purifikasi, vol. 7, no. 20, desember 2006 :145-150
3. Buku



Burrough, P.A. 1987. Principle of Geographical Information System for Land Resources Assessment. Oxford : Clarendon Press.

G. Wang, F.H.M. van den Bosch, M. Kuffer, 2008. Modelling Traffic Air Pollution Dispersion. University of Roskilde, Denmark.

Haggett, P., 1983. Geography : A Modern Synthesis. Happer & Row Publ., London.

Jensen, S. Solvang. 1999. A Geographic Approach to Modelling Human Exposure to Traffic Air Pollution using GIS. *Phd Thesis*. Department of Atmospheric Environment, University of Roskilde, Denmark.

Kadyarsi, Ibnu. 2006. Pemetaan Kualitas Udara Kota Surakarta. Fakultas Geografi, UGM Yogyakarta.

Lilesand dan Kiefer. 1999. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Yogyakarta : Gajdah Mada University Press.

Marwasta. 1996. Kajian Pola Permukiman dan agihan Fasilitas Kota Berdasarkan Teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis (Kasus di Kota Surakarta bagian Selatan). *Skripsi*. Yogyakarta : Fakultas : Geografi UGM.

Mashitot, Dewi. 2004. Aplikasi Teknik Penginderaan Jauh untuk Estimasi Potensi Pencemaran Udara di Kawasan Malioboro, Kota Yogyakarta. *Skripsi*. Yogyakarta : Fakultas Geografi UGM.

Prahasta, Eddy. 2002. Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografi. Bandung : Informatika.

Riadi, A. L. Slamet. 1982. Pencemaran Udara. Usaha Nasional, Surabaya.

Soemarmo, S.H. 1999. Catatan kuliah : Meteorologi Pencemaran Udara. ITB Bandung.