

## APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) UNTUK SEBARAN BEBAN EMISI CO<sub>2</sub> BERDASARKAN KEPADATAN LALU LINTAS DI KOTA SURABAYA BAGIAN SELATAN

**Aan Eka Pranata Jaya, Yuwono**

Jurusan Teknik Geomatika, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111  
e-mail: yuwono@geodesy.its.ac.

### Abstrak

Aktifitas transportasi kota Surabaya semakin meningkat, **ketidakseimbangan antara pertumbuhan kendaraan dengan penyediaan jalan, menimbulkan kepadatan lalu lintas yang puncaknya terjadi pada jam sibuk. Aktifitas ini berakibat udara di ruas jalan tidak sehat dikarenakan pembakaran bahan bakar dari kegiatan tersebut menghasilkan emisi karbon. Terutama karbon dioksida berpotensi menyebabkan pemanasan global akibat bertambahnya gas rumah kaca. Maka untuk mengetahui beban emisi karbon, khususnya gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) di Surabaya bagian Selatan yang dilakukan menggunakan faktor emisi dan program yaitu sistem informasi berbasis komputer. Sistem informasi berbasis komputer ini berupa Sistem Informasi Geografis (SIG) yang menyajikan gambaran mengenai beban emisi (CO<sub>2</sub>) yang dihasilkan dari jumlah kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut. Jumlah kendaraan akan dianalisa dengan mengkonversi satuan kendaraan ke satuan mobil penumpang (smp). Beban emisi dihitung dari jumlah kendaraan yang telah dikonversikan dikalikan dengan faktor emisi dan konsumsi kendaraan untuk mobil penumpang.** Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada tahun 2008, tahun 2010 dan tahun 2011 beban emisi tertinggi di jalan Ahmad Yani yaitu 6.437.199,867 ton CO<sub>2</sub> / tahun terjadi pada tahun 2011 dan yang terendah di jalan Mastrip yaitu 494.511,264 ton CO<sub>2</sub> /tahun terjadi pada tahun 2008. Dari aplikasi Sistem Informasi Geografis dapat diketahui jumlah kendaraan (smp) yang melalui ruas jalan di Surabaya bagian Selatan dan juga beban emisi karbon (CO<sub>2</sub>) yang berasal dari pembakaran dapat diketahui jumlahnya.

*Kata Kunci*— Sistem Informasi Geografis, Derajat Kejenuhan, Beban Emisi Karbon (CO<sub>2</sub>), Kota Surabaya Selatan.

### 1. PENDAHULUAN

Surabaya merupakan kota metropolitan kedua setelah Kota Jakarta yang secara geografis terletak antara 7°12'-7°21' LS dan 112°36'-112°54' BT, dengan jumlah penduduk mencapai 3.104.584 jiwa pada tahun 2012 (Dispenduk Capil Kota Surabaya, 2012). Sebagai kota metropolitan yang menjadi daerah tujuan penduduk sekitar Kota Surabaya untuk mencari penghasilan. Hal ini menjadikan alat transportasi terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Menurut Kasatlantas Polrestabes Surabaya, Sabilul Alif, mengatakan bahwa jumlah kendaraan di Surabaya sampai november 2012 tercatat 4.166.847 unit. Jumlah itu terdiri 604.060 mobil penumpang, 220.712 mobil beban, 7.185 bus, 945 kendaraan khusus dan 3.333.947 sepeda motor. Jumlah ini naik sekitar 138.837 unit dibandingkan 2011 lalu. [1]

Perkembangan ini berakibat pada kualitas udara Kota Surabaya yang semakin tinggi. Emisi yang

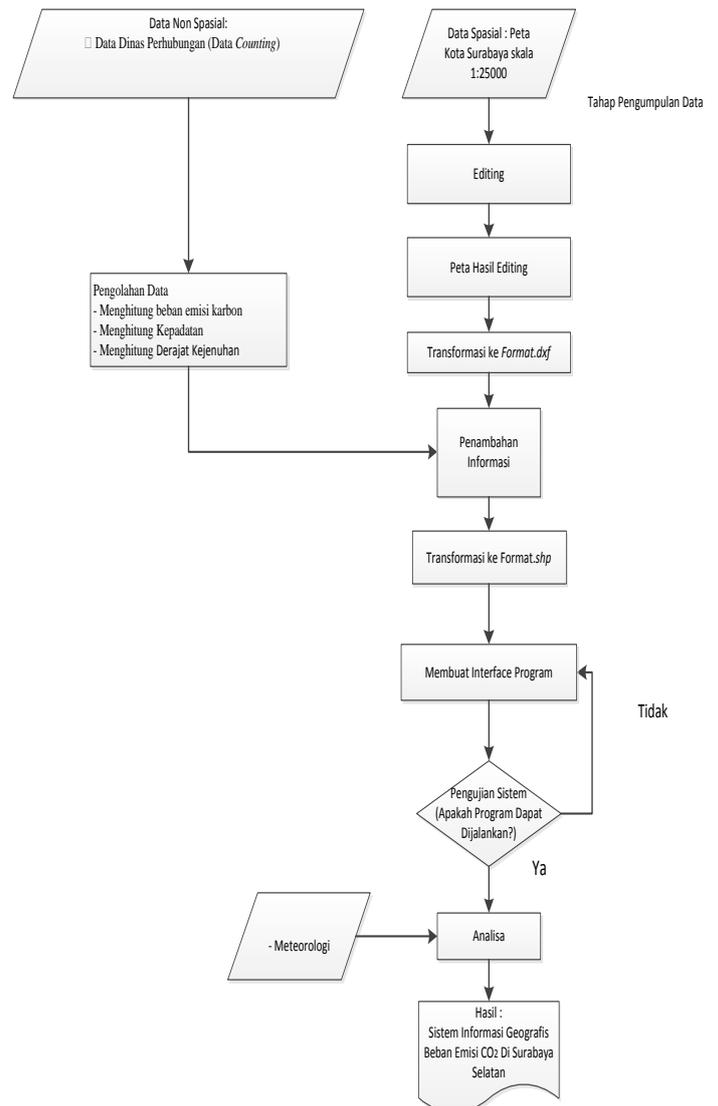
paling berpengaruh adalah emisi karbon. Hal ini disebabkan adanya penggunaan bahan bakar fosil pada kegiatan transportasi. Proses pembakaran bahan bakar fosil tersebut menghasilkan unsur-unsur karbon dan senyawa pencemar udara yaitu debu, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, partikel Pb, PM<sub>10</sub> dan lain-lain. Emisi karbon yang sangat berpengaruh adalah emisi karbon dioksida CO<sub>2</sub> yang dapat memperbesar pemanasan global. Kepadatan arus lalu lintas pada jam-jam sibuk tidak terkendali menunjukkan kecepatan perjalanan rendah sehingga tingkat kualitas udara menjadi buruk. Sehubungan dengan keterbatasan penyediaan prasarana jalan sebagai akibat hal-hal tersebut di atas, penelitian ini dimaksudkan untuk memberikan informasi mengenai tingkat kepadatan lalu lintas terutama pada jam-jam sibuk di jalan utama. Sistem Informasi Geografis (SIG) yang menyajikan gambaran mengenai kepadatan lalu lintas dan kadar udara (polusi) CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari kepadatan kendaraan. Dalam hal ini, jam sibuk kerja di pukul 06.00-09.00 pada pagi hari dan

16.00 – 19.00 pada sore hari karena pada buku panduan Survey Kinerja Lalu Lintas Kota Surabaya yang didapat dari Dinas Perhubungan Pemerintah Kota Surabaya menunjukkan bahwa jam tersebut memiliki volume lalu lintas tertinggi diantara 05.00-21.00 BBWI.

Daerah penelitian yang dipilih adalah Kota Surabaya bagian selatan yang merupakan akses masuknya kendaraan dari luar Surabaya memasuki Kota Surabaya. Studi ini dimaksudkan untuk memberikan informasi mengenai tingkat kepadatan lalu lintas dan kadar udara (polusi) terutama pada jam-jam sibuk di jalan arteri.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Dalam mencapai penelitian ini, digunakan data-data seperti data tabular volume lalu lintas arteri di Surabaya dari Dinas Perhubungan Pemerintah Kota Surabaya, dan data lapangan yaitu data CCTV. Dalam penelitian ini pertama akan dilakukan tahap pengolahan data tabular volume lalu lintas Kota Surabaya menggunakan *Microsoft Excel*. Kemudian setelah mendapatkan data derajat kejenuhan (DS) di ruas jalan arteri Kota Surabaya dilanjutkan dengan perhitungan untuk mendapatkan data beban emisi CO<sub>2</sub> (karbon dioksida). Setelah didapat data – data tersebut dimulailah proses digitasi dan mengkonversikan ke format *Shapefile* di *ArcView*. Tahap berikutnya adalah pembuatan *interface* sehingga membuat tampilan lebih menarik. Berikut adalah *flowchart* pengolahan data :



Gambar 1. Diagram Alir Pengolahan data

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Faktor Konversi Kendaraan

Lalu lintas pada kenyataannya terdiri berbagai macam jenis kendaraan yang berbeda-beda. Oleh karena itu, perlu dilakukan pendekatan matematis untuk meminimalisir perbedaan dari masing-masing jenis kendaraan ada sehingga lebih mudah dalam perhitungan faktor emisi. Pada penelitian ini digunakan pendekatan matematis berdasarkan Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI) tahun 1993. Berikut data konversi dari jenis-jenis kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP).

Berikut ini tabel konversi jenis kendaraan ke Satuan Mobil Penumpang (SMP):

No.	Jenis Kendaraan	SMP
1	Kendaraan Ringan	1,00
2	Kendaraan Berat	1,20
3	Sepeda Motor	0,25

Sumber: Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI, 1993)

### 3.2. Derajat Kejenuhan

Derajat Kejenuhan (DS) didefinisikan sebagai ratio volume (Q) terhadap kapasitas (C) dengan kondisi geometric, pola dan komposisi lalu lintas tertentu, dan faktor lingkungan tertentu pula (MKJI, 1996). [2] DS digunakan sebagai faktor kunci dalam penentuan perilaku lalu lintas pada suatu ruas jalan. Nilai derajat kejenuhan menunjukkan apakah ruas jalan akan mempunyai masalah kapasitas atau tidak jika dihubungkan dengan volume lalu lintas yang lewat.

Berikut ini ada rumus untuk mendapatkan derajat kejenuhan suatu ruas jalan:

$$DS = Q / C \dots\dots\dots(\text{Alamsyah, 2008}) [3]$$

Keterangan:

- DS = Derajat kejenuhan (SMP/jam)
- Q = Rasio volume (SMP)
- C = Kapasitas jalan (unit)

Derajat kejenuhan dihitung dengan menggunakan volume dan kapasitas yang dinyatakan dalam (smp/jam). Dalam perancangan ini tingkat kepadatan (*Volume/Capacity*) lalu lintas dibagi menjadi 3, yaitu:

- Nilai VC antara 0-0.5 = Tidak Padat
- Nilai VC antara 0.51-1 = Padat
- Nilai VC lebih besar dari 1= Sangat Padat. (Witarjo, 2009) [4]

Setelah mendapatkan nilai derajat kejenuhan, langkah selanjutnya adalah mengelompokkan nilai tersebut menjadi tiga tingkat kepadatan pada setiap jam sibuk dan menandai tingkat kepadatan tersebut dengan tiga warna yaitu :

Tidak padat : 

Padat : 

Sangat padat: 

Berikut ini adalah tabel hasil perhitungan derajat kejenuhan :

**Tabel 1 Tingkat Kepadatan Lalu Lintas Jalan Arteri Tahun 2008**

Prosentase (%) Tingkat Derajat Kejenuhan Jalan Tahun 2008 (Dari Rendah ke Tinggi)					
Pukul 06.00-07.00		Pukul 07.00-08.00		Pukul 08.00-09.00	
Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai
Diponegoro 8%	0,187	Mastrip 9%	0,266	Mastrip 8%	0,194
Mastrip 10%	0,241	Diponegoro 10%	0,289	Diponegoro 9%	0,213
Arjuno 15%	0,342	Arjuno 15%	0,430	Mayjen Sungkono 18%	0,407
Mayjen Sungkono 15%	0,349	Mayjen Sungkono 16%	0,454	Arjuno 20%	0,458
Wonokromo 23%	0,522	Wonokromo 23%	0,663	Wonokromo 22%	0,506
A. Yani 29%	0,657	A. Yani 26%	0,744	A. Yani 23%	0,521

Prosentase (%) Tingkat Derajat Kejenuhan Jalan Tahun 2008 (Dari Rendah ke Tinggi)					
Pukul 16.00-17.00		Pukul 17.00-18.00		Pukul 18.00-19.00	
Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai
Diponegoro 9%	0,244	Mastrip 9%	0,197	Diponegoro 10%	0,209
Mastrip 12%	0,299	Diponegoro 12%	0,279	Mastrip 12%	0,241
A. Yani 16%	0,412	A. Yani 14%	0,317	A. Yani 14%	0,284
Mayjen Sungkono 17%	0,441	Wonokromo 17%	0,382	Arjuno 20%	0,425
Wonokromo 20%	0,521	Mayjen Sungkono 17%	0,388	Wonokromo 21%	0,440
Arjuno 26%	0,677	Arjuno 30%	0,675	Mayjen Sungkono 23%	0,491

Keterangan warna :					
0-0.5		Tidak Padat			
0.51-1		Padat			
>1		Sangat Padat			

**Tabel 2 Tingkat Kepadatan Lalu Lintas Jalan Arteri Tahun 2010**

Prosentase (%) Tingkat Derajat Kejenuhan Jalan Tahun 2010 (Dari Rendah ke Tinggi)					
Pukul 06.00-07.00		Pukul 07.00-08.00		Pukul 08.00-09.00	
Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai
Wonokromo 5%	0,153	Diponegoro 8%	0,477	Mastrip 9%	0,459
Diponegoro 9%	0,255	Mastrip 11%	0,627	Diponegoro 9%	0,488
Mastrip 16%	0,472	Mayjen Sungkono 14%	0,858	Mayjen Sungkono 13%	0,720
Mayjen Sungkono 16%	0,479	A. Yani 16%	0,957	A. Yani 15%	0,778
Arjuno 25%	0,741	Arjuno 21%	1,233	Wonokromo 27%	1,426
A. Yani 28%	0,836	Wonokromo 30%	1,774	Arjuno 28%	1,472

Prosentase (%) Tingkat Derajat Kejenuhan Jalan Tahun 2010 (Dari Rendah ke Tinggi)					
Pukul 16.00-17.00		Pukul 17.00-18.00		Pukul 18.00-19.00	
Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai
Diponegoro 5%	0,257	Mastrip 8%	0,404	Mastrip 9%	0,435
Mastrip 9%	0,502	A. Yani 15%	0,719	A. Yani 17%	0,791
A. Yani 15%	0,808	Mayjen Sungkono 17%	0,789	Mayjen Sungkono 18%	0,862
Mayjen Sungkono 16%	0,876	Wonokromo 27%	1,294	Wonokromo 27%	1,277
Wonokromo 27%	1,455	Arjuno 33%	1,569	Arjuno 30%	1,425
Arjuno 27%	1,478				

Keterangan warna :					
0-0.5		Tidak Padat			
0.51-1		Padat			
>1		Sangat Padat			

**Tabel 3 Tingkat Kepadatan Lalu Lintas Jalan Arteri Tahun 2011**

Prosentase (%) Tingkat Derajat Kejenuhan Jalan Tahun 2011 (Dari Rendah ke Tinggi)					
Pukul 06.00-07.00		Pukul 07.00-08.00		Pukul 08.00-09.00	
Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai
Arjuno 8%	0,329	Mayjen Sungkono 8%	0,405	Diponegoro 7%	0,5
Mayjen Sungkono 9%	0,364	Diponegoro 9%	0,495	Mastrip 11%	0,5
Diponegoro 13%	0,526	Arjuno 10%	0,533	Mayjen Sungkono 11%	0,5
Mastrip 13%	0,531	Mastrip 13%	0,712	Arjuno 16%	0,8
A. Yani 19%	0,756	A. Yani 21%	1,116	A. Yani 17%	0,5
Wonokromo 38%	1,549	Wonokromo 40%	2,137	Wonokromo 38%	1,5
Prosentase (%) Tingkat Derajat Kejenuhan Jalan Tahun 2011 (Dari Rendah ke Tinggi)					
Pukul 16.00-17.00		Pukul 17.00-18.00		Pukul 18.00-19.00	
Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai	Nama Jalan	Nilai
Diponegoro 10%	0,507	Diponegoro 8%	0,422	Diponegoro 11%	0,4
Mastrip 12%	0,594	Mastrip 12%	0,614	Arjuno 11%	0,5
A. Yani 14%	0,725	Mayjen Sungkono 14%	0,696	Mastrip 12%	0,5
Mayjen Sungkono 17%	0,878	A. Yani 15%	0,734	Mayjen Sungkono 16%	0,7
Arjuno 18%	0,910	Arjuno 16%	0,816	A. Yani 17%	0,7
Wonokromo 29%	1,507	Wonokromo 34%	1,704	Wonokromo 33%	1,5
Keterangan warna :					
0-0.5					
0.51-1					
>1					

### 3.3. Perhitungan Beban Emisi CO<sub>2</sub>

Emisi adalah zat, energi dan atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang mempunyai dan atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Satuan emisi (umumnya) berupa kg/tahun, m<sup>3</sup>/hari atau satuan massa atau volume/satuan waktu.

Emisi karbon merupakan jumlah total karbon yang dihasilkan dari suatu kegiatan. Emisi yang dihasilkan dapat berupa gas CO maupun gas CO<sub>2</sub> (yang termasuk sebagai gas rumah kaca) yang dihasilkan secara langsung maupun tidak langsung dari kegiatan manusia.

Faktor emisi adalah koefisien yang menghubungkan suatu aktivitas dengan jumlah senyawa kimia tertentu yang kemudian menjadi sumber emisi (*Climate Change Information Center*).

Faktor emisi dapat juga didefinisikan sebagai sejumlah berat tertentu polutan yang dihasilkan oleh terbakarnya sejumlah bahan bakar selama kurun waktu tertentu. Dari definisi tersebut dapat diketahui bahwa jika faktor emisi suatu polutan diketahui, maka banyaknya polutan yang

lolos dari proses pembakarannya dapat diketahui jumlahnya persatuan waktu.

Dibawah ini adalah Faktor Emisi CO<sub>2</sub> digunakan dalam Tugas Akhir :

Tipe kendaraan/ bahan bakar	Faktor emisi (gram/liter)					Catatan (km/l)
	NO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	CO	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	
Bensin :						
Kendaraan penumpang	21,35	0,71	462,63	0,04	2597,86	8,9
Kendaraan niaga kecil	24,91	0,71	295,37	0,04	2597,86	7,4
Kendaraan niaga besar	32,03	0,71	281,14	0,04	2597,86	4,4
Sepeda motor	7,12	3,56	427,05	0,04	2597,86	19,6

Sumber: IPCC, 1996 dalam Jinca et al, 2009

Berikut ini adalah rumus untuk mencari beban emisi CO<sub>2</sub> tiap ruas jalan:

$$Q = n \times FE \times K \dots\dots\dots [5]$$

Dimana,

Q = Kekuatan emisi (g/jam.km)

n = Jumlah Kendaraan (SMP/jam atau kendaraan/jam)

FE = Faktor emisi CO<sub>2</sub> (g/liter)

K = Konsumsi bahan bakar (liter/100 km)

Hasil perhitungan tiap ruas jalan:

**Tabel 1 Beban emisi CO<sub>2</sub> pada tahun 2008**

Nama Jalan	Emisi (kg/jam.km)	Beban Emisi (ton CO2/bulan)	Beban Emisi (ton CO2/Tahun)
A. Yani	827551	297918	3575020
Wonokromo	824679	296884	3562614
Mastrip	114470	41209	494511
Diponegoro	390505	140582	1686982
Arjuno	252308	90831	1089969
Mayjen Sungkono	670127	241246	2894948

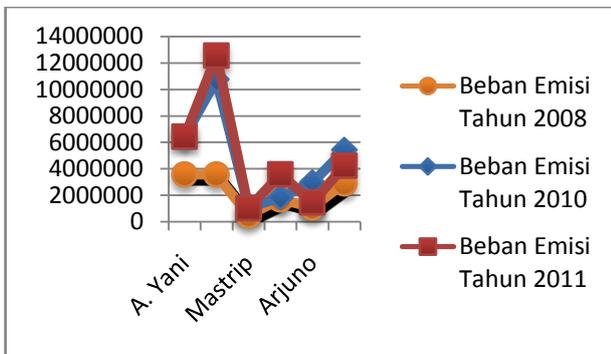
**Tabel 2 Beban emisi CO<sub>2</sub> pada tahun 2010**

Nama Jalan	Emisi (kg/jam.km)	Beban Emisi (ton CO2/bulan)	Beban Emisi (ton CO2/Tahun)
A. Yani	1488267	535776	6429314
Wonokromo	2488439	895838	10750056
Mastrip	242669	87361	1048329
Diponegoro	424909	152967	1835606
Arjuno	687097	247355	2968260
Mayjen Sungkono	1256386	452299	5427589

**Tabel 3 Beban emisi CO<sub>2</sub> pada tahun 2011**

Nama Jalan	Emisi (kg/jam.km)	Beban Emisi (ton CO <sub>2</sub> /bulan)	Beban Emisi (ton CO <sub>2</sub> /Tahun)
A. Yani	1490093	536433	6437200
Wonokromo	2907818	1046814	12561773
Mastrip	239391	86181	1034169
Diponegoro	832024	299529	3594344
Arjuno	339506	122222	1466666
Mayjen	979649	352674	4232084
Sungkono			

Berdasarkan 3 tabel diatas dapat diketahui peningkatan dari beban emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh gas buang kendaraan yang melewati ruas jalan tersebut.



**Gambar 6. Kurva Hasil Perhitungan Beban Emisi CO<sub>2</sub>**

**3.4. Interface Menggunakan Visual Basic**

Berikut ini adalah Tampilan pembuka Sistem Informasi Geografis (SIG) Beban Emisi CO<sub>2</sub> Di Kota Surabaya Selatan, disini berisi mengenai judul dari aplikasi tersebut dan merupakan akses menuju interface detail.



**Gambar 7 Tampilan Awal SIG Pada Visual Basic Analisa Kepadatan Lalu Lintas**

Berdasarkan tabel – tabel diatas diperoleh data jumlah kendaraan dalam satuan mobil penumpang (smp/jam) yaitu:

Pada tahun 2008 jumlah kendaraan yang melewati jalan arteri Surabaya Selatan yaitu 282348,4 (smp/jam).

Pada tahun 2010 jumlah kendaraan yang melewati jalan arteri Surabaya Selatan yaitu 607675,6 (smp/jam).

Pada tahun 2011 jumlah kendaraan yang melewati jalan arteri Surabaya Selatan yaitu 715213,8 (smp/jam).

Untuk rincian tiap ruas jalan berikut ini:

Jalan Ahmad Yani : Pada tahun 2008 jumlah kendaraan 27102,55 smp/jam dan mengalami peningkatan jumlah kendaraan sekitar 79,61 % sekitar 48679,3 smp/jam pada tahun 2010. Begitu pula untuk tahun 2011 mengalami pertumbuhan 79,64% sekitar 48687,8 smp/jam.

Jalan Wonokromo : Pada tahun 2008 jumlah kendaraan 26951,5 smp/jam, mengalami peningkatan signifikan berkisar 300% jumlah kendaraan menjadi 81345,9 smp/jam. Pada tahun 2011 ruas jalan ini mengalami peningkatan 352,5% dari tahun 2008 dengan angka kendaraan 95011,6 smp/jam.

Jalan Mastrip : Tahun 2008 ruas jalan mastrip mempunyai jumlah kendaraan 3755,25 smp/jam mengalami peningkatan jumlah kendaraan pada tahun 2010 sekitar 112,8% menjadi 7993 smp/jam. Pada tahun 2011 jumlah mengalami penurunan sekitar 3% dari tahun 2010 dengan jumlah kendaraan 7873 smp/jam.

Jalan Diponegoro : Tahun 2008 ruas jalan diponegoro mempunyai jumlah kendaraan 12777,8 smp/jam. Tahun 2010 mengalami peningkatan jumlah kendaraan 8% dari tahun 2008 menjadi 13900,7 smp/jam. Pada tahun 2011 jumlah kendaraan meningkat 113% dari tahun 2008 sehingga jumlahnya menjadi 27231,05 smp/jam.

Jalan Arjuno : Tahun 2008 jumlah kendaraan diruas jalan arjuno yaitu 70587,1 smp/jam. Dan meningkat 115% pada tahun 2010 jumlahnya menjadi 151918,9 smp/jam. Tahun 2011 jalan arjuno mengalami peningkatan jumlah kendaraan

153% dengan jumlah kendaraan 178803,45 smp/jam.

Jalan M. Sungkono : Tahun 2008 jumlah kendaraan yang terdata yaitu 141174,2 smp/jam. Peningkatan 115% terjadi pada tahun 2010 dengan angka 303837,8 smp/jam. Dan pada tahun 2011 peningkatan juga terjadi 153% dengan angka kendaraan yaitu 357606,9 smp/jam.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian tugas akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan antara lain :

1. Tahun 2008 derajat kejenuhan (ds) tertinggi terletak di jalan ahmad yani dengan nilai ds > 0,744 yaitu tingkat kepadatan lalu lintas padat dan terendah di jalan diponegoro dengan nilai ds = 0,187. Tahun 2010 derajat kejenuhan (ds) tertinggi terletak di jalan wonokromo dengan nilai ds > 1, yaitu tingkat kepadatan lalu lintas sangat padat dan ds terendah di jalan diponegoro yaitu 0,257. Tahun 2011 derajat kejenuhan (ds) tertinggi terletak di jalan wonokromo dengan nilai ds > 1, yaitu tingkat kepadatan lalu lintas sangat padat dan terendah di jalan arjuno yaitu 0,329.
2. Pada tahun 2008 ruas jalan yang memiliki beban emisi co<sub>2</sub> tertinggi adalah jalan ahmad yani 3575020,01 ton co<sub>2</sub> /tahun dan nilai terendah jalan mastrip 494511,264 ton co<sub>2</sub> /tahun. Pada tahun 2010 ruas jalan dengan

beban emisi tertinggi adalah jalan ahmad yani 6429314,254 ton co<sub>2</sub> /tahun dan nilai terendah jalan mastrip 1048328,898 ton co<sub>2</sub> /tahun. Pada tahun 2011 ruas jalan dengan beban emisi tertinggi adalah jalan ahmad yani 6437199,867 ton co<sub>2</sub> /tahun dan nilai terendah jalan mastrip 1034168,924 ton co<sub>2</sub> /tahun.

3. Dari aplikasi sistem informasi geografis dapat diperoleh hasil perhitungan jumlah kendaraan dalam satuan mobil penumpang beserta beban emisi co<sub>2</sub> yang dihasilkan. Untuk mengetahui keadaan di tiap ruas jalan maka ditambahkan hasil cctv.

#### DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_, UPTD PKB DISHUB Surabaya. 2011. "Jumlah Kendaraan Bermotor di Surabaya" Surabaya.
- Direktorat Bina Jalan Kota. 1993. "Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI)". Direktorat Jenderal Bina Marga Republik Indonesia
- Alamsyah, A., 2008. Rekayasa Lalu Lintas Edisi Revisi. Malang : UMM Press.
- Witarjo.2009.Tugas Akhir : Sistem Informasi Geografis Kepadatan Lalu Lintas Dan Daerah Rawan Kecelakaan Kota Surabaya. Surabaya : Politeknik Elektronika Negeri Surabaya-ITS.
- Kementrian Negara Lingkungan Hidup, 2008. Emisi Gas Rumah Kaca dalam Angka 2008, Jakarta