

## PEMANFAATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DALAM IDENTIFIKASI DAYA SERAP EMISI KARBON DI KECAMATAN TEMBALANG, KOTA SEMARANG

Tiasa Adimagistra<sup>1</sup>, Rizqy Ridho Prakasa<sup>2</sup>, Wahjoerini<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Semarang,  
<sup>1</sup> [tiasa.adimagistra@usm.ac.id](mailto:tiasa.adimagistra@usm.ac.id), <sup>2</sup> [rizqyridho21@gmail.com](mailto:rizqyridho21@gmail.com), <sup>3</sup> [wahjoerini@usm.ac.id](mailto:wahjoerini@usm.ac.id)

### Abstrak

Pencemaran udara yang terjadi pada kawasan padat aktivitas seperti perkotaan umumnya disebabkan oleh kegiatan industri, moda transportasi kendaraan bermotor, asap limbah, dan limbah rumah tangga. Hubungan antara aktivitas tertentu juga dapat mempengaruhi tingkat pencemaran udara seperti pergerakan manusia dari suatu tempat ke tempat lain yang memanfaatkan moda transportasi seperti kendaraan bermotor. Menurut Shaheen (2007), sektor transportasi merupakan salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca yang paling utama. Penggunaan kendaraan bermotor pada kehidupan modern ini banyak membantu pergerakan manusia. Di sisi lain, penggunaan kendaraan bermotor berperan dalam pelepasan emisi ke lingkungan. Seperti yang terjadi di Kecamatan Tembalang, Kota Semarang, dimana banyak terdapat aktivitas penduduk seperti perdagangan jasa, pendidikan, dan beberapa sektor pemerintahan. Pada kawasan pendidikan yang cukup dominan penggunaan lahannya berkontribusi terhadap pencemaran udara karena terdapat pergerakan manusia dari dan ke kawasan pendidikan menggunakan kendaraan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi daya serap emisi karbon di Kecamatan Tembalang menggunakan analisis dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Metode yang dilakukan adalah dengan menghitung potensi serap emisi karbon, emisi karbon wilayah, dan daya serap emisi karbon. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi perencana maupun pemerintah (*stakeholder*) dalam menyusun kebijakan penataan ruang wilayah.

*Keywords: Daya Serap, Emisi Karbon, Kawasan Pendidikan, SIG*

### 1. Pendahuluan

Kawasan perkotaan yang padat aktivitas turut berkontribusi dalam pencemaran udara yang disebabkan oleh kegiatan industri, kendaraan bermotor, asap rokok, limbah rumah tangga, dan sebagainya. Pencemaran udara yang berasal dari aktivitas tersebut dapat meningkatkan konsentrasi gas CO<sub>2</sub> di atmosfer yang saat ini memiliki pengaruh terhadap peningkatan efek rumah kaca. Hubungan antara aktivitas tertentu juga dapat mempengaruhi tingkat pencemaran udara seperti pergerakan manusia dari suatu tempat ke tempat lain yang memanfaatkan moda transportasi seperti kendaraan bermotor. Salah satu sumber dan penyebab terjadinya perubahan iklim adalah besarnya emisi yang dihasilkan oleh berbagai sumber yang menggunakan bahan bakar fosil. Menurut Shaheen (2007), sektor transportasi merupakan salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca yang paling utama. Kendaraan bermotor merupakan salah satu moda transportasi penting dalam kehidupan saat ini yang digunakan untuk melakukan pergerakan dari suatu tempat ke tempat lain. Di sisi lain, penggunaan kendaraan bermotor berperan dalam pelepasan emisi ke lingkungan.

Kota Semarang yang merupakan ibu kota provinsi Jawa Tengah menjadi salah satu kota paling

berkembang di Pulau Jawa dengan jumlah penduduk lebih dari 2,1 juta jiwa pada saat padat aktivitas (siang hari). Salah satu kegiatan yang dikembangkan di Kota Semarang adalah kawasan pendidikan yang terdapat di Kecamatan Tembalang. Pada tahun 2020, sudah terdapat 6 perguruan tinggi di Kecamatan Tembalang yaitu Universitas Diponegoro, Politeknik Negeri Semarang, Politeknik Kesehatan Kemenkes Semarang, Universitas Ki Ageng Pandanaran, Universitas Muhammadiyah Semarang, dan Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Karya Husada. Aktivitas pada kawasan pendidikan ini berkontribusi terhadap pencemaran udara karena terdapat pergerakan manusia dari dan ke kawasan pendidikan menggunakan kendaraan bermotor roda dua dan empat serta kendaraan pribadi maupun kendaraan umum.

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi daya serap emisi karbon di Kecamatan Tembalang menggunakan analisis dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Proses yang dilakukan adalah dengan menghitung potensi serap emisi karbon, emisi karbon wilayah, dan daya serap emisi karbon. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi perencana maupun pemerintah (*stakeholder*) dalam menyusun kebijakan penataan ruang wilayah.

## 2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu menghitung potensi serap, emisi karbon, dan daya serap karbon. Dalam analisis SIG, potensi serap merupakan perkalian antara luas tata guna lahan dengan koefisien vegetasi dengan rumus sebagai berikut :

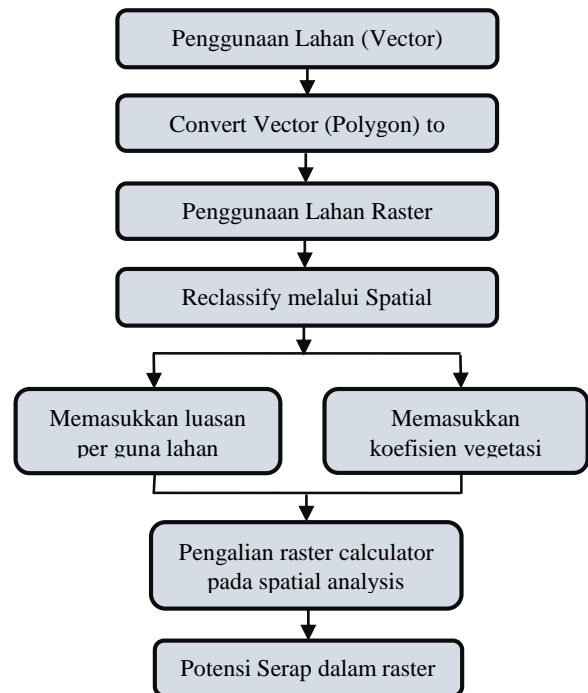
$$\text{Daya Serap Emisi} = \text{Potensi Serap} - \text{Emisi Karbon Wilayah}$$

Analisis yang akan digunakan adalah analisis aritmatika. Hal ini didasarkan pada kebutuhan analisis daya serap emisi yang menggunakan rumus aritmatika yaitu pengurangan. Akan ditampilkan bagan flow chart dalam melakukan analisis daya serap emisi. Analisis yang digunakan dalam hal ini adalah analisis aritmatika. Dalam prosesnya, terdapat proses re-klasifikasi dan proses aritmatika. Proses re-klasifikasi merupakan proses mengelompokkan kembali suatu raster input menjadi beberapa kelas (dengan interval tertentu) di dalam raster output (Eddy Prahasta, 2011).

Dengan fungsi ini, setiap nilai kelas piksel di dalam raster masukan akan diberi sebuah nilai baru di dalam raster output. Namun, perlu mendapat perhatian bahwa proses re-klasifikasi dalam spatial analysis ini hanya mampu dilakukan pada data raster. Sementara itu, proses aritmatika menggunakan tool Raster calculator. Raster Calculator merupakan sebuah tool yang menyediakan fasilitas untuk menjalankan hitungan matematis dengan menggunakan fungsi, bilangan konstanta, dan hitungan aljabar peta, serta operator matematis dalam data raster. Sehingga, input yang diperlukan berupa data raster.

### 2.1 Potensi Serap

Potensi serap merupakan informasi hasil pengolahan data perkalian antara luasan guna lahan dengan koefisien vegetasi yang telah ditentukan. Berikut di bawah ini merupakan *flow chart* pengolahan data potensi serap.



Sumber : Analisis Penyusun, 2020

**Gambar 1 Flow Chart Pengolahan Data Potensi Serap**

Diagram di atas merupakan proses re-klasifikasi nilai tata guna lahan. Re-klasifikasi ini digunakan untuk menghasilkan data raster potensi serap per guna lahan. Potensi serap per guna lahan merupakan hasil dari perkalian luas per guna lahan dengan koefisien vegetasi.

**Tabel 1 Perhitungan Nilai Potensi Serap**

Penggunaan Lahan	Persen tase	Koefisien Limpasan	Luas Lahan (Ha)	Luas Lahan x Koefisien
Permukiman	40%	0,5	1526	763
Olahraga	5%	0,3	190,75	57,225
Perdagangan	15%	0,6	572,25	343,35
Perkantoran	5%	0,4	190,75	76,3
Makam	3%	0,2	114,45	22,89
Fasilitas Pendidikan	28%	0,6	1068,2	640,92
Fasilitas Kesehatan	3%	0,4	114,45	45,78
Sub Terminal	1%	0,4	38,15	15,26

Sumber : Analisis Penyusun, 2020

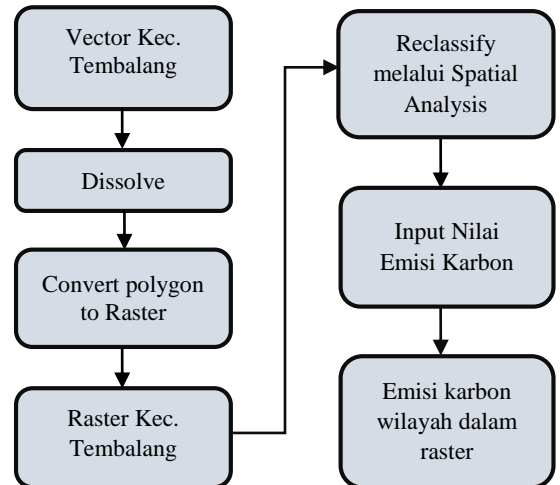
**Tabel 2 Nilai Koefisien Limpasan / Vegetasi**

Jenis Daerah	Koefisien Limpasan	Nilai C yang Digunakan
Daerah Perdagangan Kota	0,70 – 0,95	Diambil nilai C = 0.80 karena Kota Semarang memiliki daerah yang cukup luas
Daerah Perdagangan Sekitar Kota	0,50 – 0,70	
<b>Daerah Permukiman</b>		Untuk pemukiman diambil C = 0.5 karena mengingat beragamnya jenis rumah yang ada di Kota Semarang maka diambil nilai rata-rata C untuk pemukiman
Satu rumah	0,30 - 0,50	
Banyak rumah, terpisah	0,40 – 0,60	
Banyak rumah, rapat	0,60 - 0,75	
Pemukiman, Pinggiran kota	0,25 – 0,40	Untuk perkantoran , fasilitas umum dan social diambil dari pemukiman yaitu C = 0.70 (apartemen) mengingat perkantoran juga berupa bangunan
Apartemen	0.50 – 0.70	
<b>Daerah industry</b>		C = 0.65 karena industri yang ada berupa home industry
Ringan	0.50-0.80	
padat	0.60-0.90	
Lapangan, kuburan dan sejenisnya	0.10-0.25	Lapangan olahraga, TPU diambil C = 0.25, dengan mempertimbangkan rencana perubahan keadaan daerah di masa yang akan datang
Halaman, jalan kereta api dan sejenisnya	0.20-0.35	Stasiun, diambil C = 0.35 dengan mempertimbangkan rencana perubahan keadaan daerah di masa yang akan datang
Lahan tidak terpelihara	0.10-0.30	Lahan terbuka diambil nilai C = 0.30, dengan mempertimbangkan rencana perubahan keadaan daerah di masa yang akan datang

Sumber : SNI 03-2415-1991

## 2.2 Emisi Karbon Wilayah

Dalam proses ini akan dimasukkan informasi nilai emisi karbon Kecamatan Tembalang melalui beberapa tahapan dalam SIG. Di bawah ini merupakan *flow chart* dari proses pengolahan data Emisi karbon wilayah.



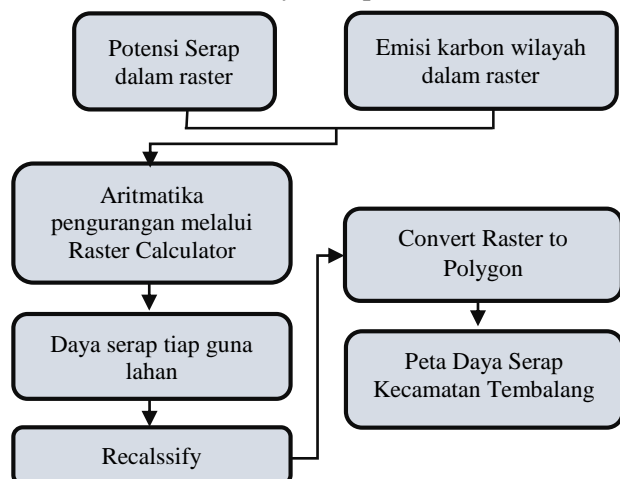
Sumber : Analisis Penyusun, 2020

**Gambar 2 Flow Chart Re-Klassifikasi Emisi Karbon Wilayah**

Bagan di atas merupakan proses re-klassifikasi wilayah kecamatan. Nilai yang kemudian dimasukkan adalah nilai emisi karbon di kecamatan Tembalang. Emisi karbon di Kecamatan Tembalang sendiri bernilai 238.5  $\mu\text{m}^3$ .

## 2.3 Daya Serap

Daya serap merupakan proses pengolahan data akhir. Data yang dibutuhkan adalah data potensi serapan dan data emisi kecamatan Tembalang. Pada proses ini, dilakukan proses aritmatika pengurangan. Di bawah ini merupakan *flow chart* dari proses aritmatika analisis daya serap.



Sumber : Analisis Penyusun, 2020

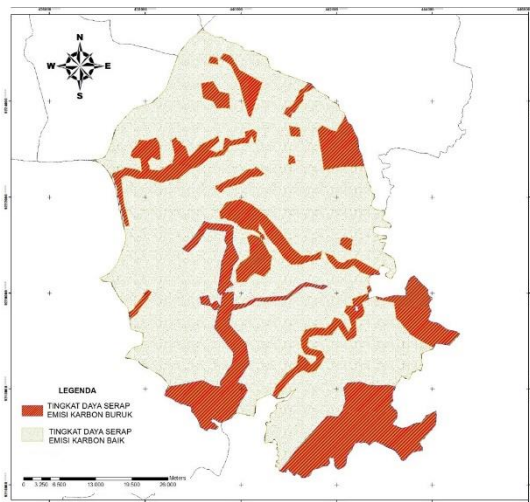
**Gambar 3 Flow Chart Proses Analisis Aritmatika**

Bagan di atas merupakan bagan proses aritmatika. Setelah data raster dari potensi serap dan emisi karbon diketahui, maka dilakukan proses

aritmatika menggunakan *Raster Calculator*. Setelah itu akan terlihat nilai daya serap emisi yang masih terkotak-kotak sesuai dengan guna lahan. Untuk menyederhanakannya, maka dilakukan re-klasifikasi dengan tujuan menggeneralisir nilai daya serap karbon dengan batasan nilai minus merupakan wilayah yang daya serapnya buruk dan nilai positif merupakan wilayah yang daya serapnya baik.

### 3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan beberapa tahapan yang telah dilakukan untuk menghitung emisi karbon di Kecamatan Tembalang, berikut ini merupakan hasil perhitungannya yang disajikan dalam bentuk peta pada gambar 4.



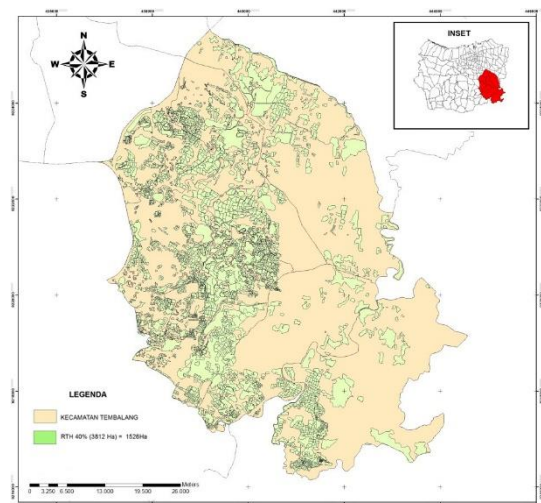
Sumber : Analisis Penyusun, 2020

**Gambar 4** Peta Emisi Karbon Kecamatan Tembalang

Wilayah dengan warna merah merupakan wilayah dengan daya serap yang buruk, sementara itu wilayah dengan warna kuning merupakan wilayah dengan daya serap yang baik. Wilayah yang memiliki daya serap yang buruk disebabkan oleh padatnya aktivitas, seperti permukiman, pabrik, perdagangan, dan lain lain, atau juga dapat disebabkan oleh minimnya vegetasi yang mampu menyerap emisi karbon. Kepadatan aktivitas di Kecamatan Tembalang salah satunya dipengaruhi oleh keberadaan perguruan tinggi di beberapa titik. Di sekitar perguruan tinggi banyak berkembang permukiman untuk kos, kawasan perdagangan dan jasa, serta aktivitas-aktivitas lain yang muncul karena semakin banyaknya penduduk (mahasiswa).

Kecamatan Tembalang merupakan salah satu kecamatan di Kota Semarang yang masih didominasi oleh Ruang Terbuka Hijau (RTH) yang

cukup luas jika dibandingkan dengan kecamatan lain di Kota Semarang karena lahan pertanian yang masih cukup banyak ditemukan di Kecamatan Tembalang, terutama di Kelurahan Meteseh dan Kelurahan Banyumanik.. RTH pada dasarnya dapat berupa RTH Publik, yang penyediaan dan pemeliharannya menjadi tanggung jawab Pemerintah Kabupaten/Kota dan RTH Privat, yang penyediaan dan pemeliharannya menjadi tanggungjawab pihak/lembaga swasta, perseorangan dan masyarakat yang dikendalikan melalui izin pemanfaatan ruang oleh Pemerintah Kabupaten/Kota (Arianti, 2010). Gambar 5 berikut ini adalah luasan RTH di Kecamatan Tembalang.

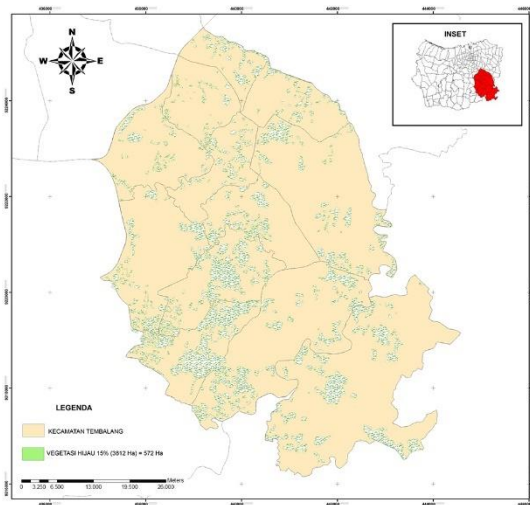


Sumber : Analisis Penyusun, 2020

**Gambar 5** Peta Persebaran RTH Kecamatan Tembalang

Potensi daya serap selain RTH adalah luasan vegetasi yang ada di Kecamatan Tembalang. Luasan vegetasi di Kecamatan Tembalang total sebanyak 15% dari luas total. Menurut Martuti (2013) untuk mengurangi tingginya polusi dari kendaraan bermotor, perlu adanya tanaman yang berfungsi sebagai penyerap bahan pencemar yang dihasilkan. Penanaman pohon dapat dilakukan dengan reboisasi, penghijauan, dan pembuatan hutan kota. Reboisasi yaitu usaha untuk mereduksi CO<sub>2</sub> dengan cara penanaman kembali areal hutan yang telah mengalami penebangan. Penghijauan yaitu penanaman pohon-pohon di luar kawasan hutan. Pembuatan hutan kota dengan menggunakan jenis yang boros menyerap CO<sub>2</sub> sehingga membutuhkan luasan yang minimum. Adaptasi dilakukan melalui penggunaan varietas tanaman yang dianjurkan, seperti tahan terhadap serangan hama dan penyakit dan kebijakan rotasi penanaman sesuai prakiraan iklim yang berkaitan dengan perubahan iklim tersebut. Pola tanam tumpang sari (intercropping)

mempunyai potensi terjadinya gangguan hama yang kompleks. Gambar 6 berikut ini adalah luasan vegetasi hijau di Kecamatan Tembalang.

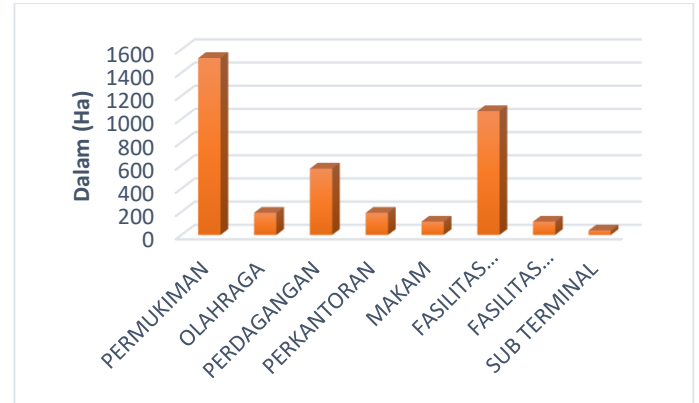


Sumber : Analisis Penyusun, 2020

**Gambar 6 Peta Vegetasi Hijau Kecamatan Tembalang**

Perubahan tata guna lahan yang terjadi di wilayah Tembalang menyebabkan berkurangnya daerah tangkapan air, sehingga air yang mengalir di permukaan (*surface runoff*) meningkat dan debit banjir yang masuk ke Sungai Banjir Kanal Timur menjadi lebih tinggi, untuk mengurangi debit banjir yang terjadi diperlukan bangunan yang dapat mengontrol debit banjir tersebut, karena itu dibuat embung sebagai penampung air serta sebagai suatu pengendali banjir.

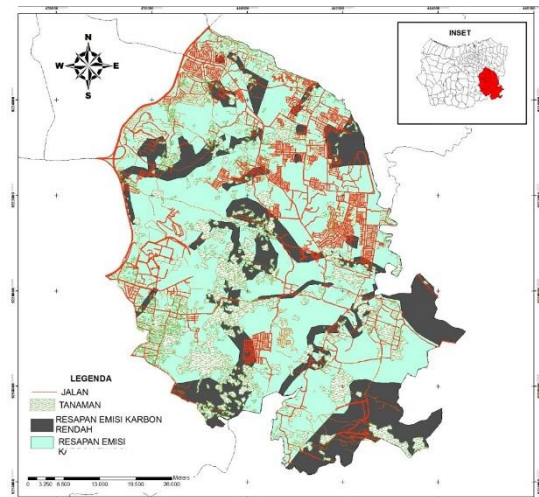
Di Kota Semarang pada DAS bagian hulu di wilayah Tembalang, daerah yang dahulu merupakan daerah terbuka untuk resapan air berubah fungsi menjadi daerah kampus dan pemukiman, perubahan tata guna lahan ini menyebabkan luas daerah yang digunakan untuk masuknya air kedalam tanah (*infiltrasi*) menjadi berkurang, hal ini mengakibatkan limpasan permukaan (*surface runoff*) dari wilayah Tembalang menjadi meningkat. sehingga debit yang mengalir dan masuk ke Banjir Kanal Timur menjadi meningkat. Gambar 7 berikut merupakan diagram penggunaan lahan di Kecamatan Tembalang.



Sumber : Analisis Penyusun, 2020

**Gambar 7 Diagram Penggunaan Lahan Kecamatan Tembalang**

Berdasarkan diagram di atas, dapat diketahui bahwa dominasi tata guna lahan di Kecamatan Tembalang diperuntukkan untuk permukiman, fasilitas pendidikan, dengan Universitas Diponegoro dan Politeknik Negeri Semarang sebagai dua contoh pusat kegiatan pendidikan, yang memberikan dampak cukup luas terhadap penataan guna lahan di Kecamatan Tembalang, khususnya di Kelurahan Tembalang. Hubungan antara Vegetasi, RTH, dengan baik atau buruknya daya serap di Kecamatan Tembalang dapat dilihat pada gambar 8 berikut ini.



Sumber : Analisis Penyusun, 2020

**Gambar 8 Peta Daya Serap Emisi Karbon Kecamatan Tembalang**

Berdasarkan peta di atas, dapat dilihat bahwa di titik-titik yang memiliki pusat aktivitas (ditandai dengan jaringan jalan yang memadat) cenderung memiliki serapan emisi karbon yang tinggi atau dapat dikatakan memiliki daya serap yang baik. Hal ini dapat dilihat, bahwa meskipun

jalan-jalan tersebut padat dengan asumsi terdapat pusat-pusat aktivitas di dalamnya, vegetasi yang cukup mampu untuk menyerap karbon hasil pembakaran bahan bakar. Sebaliknya pada titik-titik minim vegetasi memiliki daya serap emisi karbon yang rendah.

#### 4. Kesimpulan

Pertumbuhan kawasan perkotaan yang seiring dengan bertambahnya aktivitas penduduk dapat menyebabkan dampak buruk salah satunya pencemaran udara melalui pelepasan emisi karbon yang dihasilkan oleh bahan bakar kendaraan bermotor. Kecamatan Tembalang, Kota Semarang, wilayah yang memiliki aktivitas cukup padat, salah satunya adalah aktivitas pendidikan, memberikan sumbangsih terhadap pencemaran udara melalui pergerakan manusia menggunakan kendaraan bermotor. Berdasarkan hasil analisis, beberapa kawasan perguruan tinggi yang ada di Kecamatan Tembalang merupakan pengguna lahan terbesar yaitu sebanyak 28% dari total penggunaan lahan. Meskipun demikian, kawasan tersebut memiliki daya serap emisi karbon yang tinggi karena memiliki vegetasi dan RTH yang cukup banyak yang mampu mendukung serapan karbon. Beberapa titik yang memiliki daya serap emisi karbon rendah adalah kawasan permukiman padat penduduk yang tidak memiliki banyak vegetasi dan RTH. Upaya yang dapat dilakukan untuk menambah daya serap emisi karbon adalah dengan melakukan penanaman kembali pohon (reboisasi) dan pembuatan RTH pada kawasan permukiman padat penduduk. Hal ini dapat menjadi pertimbangan bagi penyusun kebijakan penataan ruang untuk melakukan kajian penambahan RTH pada pusat-pusat padat aktivitas.

#### 5. Daftar Pustaka

- Arianti, Iin. 2013. Ruang Terbuka Hijau. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Rekayasa*,
- Badan Standardisasi Nasional. 1991. SNI 03-2415-1991 tentang Metode Pengukuran Debit Banjir. Jakarta : Badan Standardisasi Nasional.
- Martuti, T.K.N. 2013. Peranan Tanaman terhadap Pencemaran Udara di Jalan Protokol Kota Semarang. *Jurnal Biosaintifika*, Vol. 5, No. 1, hal. 36-42.

Prahasta, Eddy. (2011). Tutorial ArcGis Desktop untuk Bidang Geodesi dan Geomatika. Bandung : Informatika.

Shaheen, Susan A. dan Timothy E. Lipman. (2007). Reducing Greenhouse Emissions and Fuel Consumption: Sustainable Approaches for Surface Transportasi. *IATSS Research*, Vol. 31, No. 1, Hal. 6-20.