

# Penyediaan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Nilai Emisi CO<sub>2</sub> di Kawasan Industri Surabaya

Indri Hastuti dan Haryo Sulistyarno

Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111  
E-mail: haryo.its@gmail.com

*Aktivitas industri di Surabaya berkontribusi terhadap penurunan kualitas udara kota Surabaya melalui emisi pembakaran bahan bakar fosil. Sektor industri di kota Surabaya merupakan penyumbang nilai emisi CO<sub>2</sub> tertinggi di antara sektor rumah tangga dan sektor transportasi. Besar kontribusi nilai emisi CO<sub>2</sub> sektor industri pada tahun 2011 mencapai 51,74%. Industri Margomulyo dan SIER merupakan industri dengan luas terbesar di antara kawasan industri kota Surabaya. Sehubungan dengan hal tersebut, maka penting untuk dilakukan penelitian terkait substansi di atas. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan konsep penyediaan ruang terbuka hijau berdasarkan nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan Industri Surabaya.*

*Penelitian ini melalui beberapa proses input, yaitu mengidentifikasi karakteristik ruang terbuka hijau industri, analisis nilai emisi CO<sub>2</sub>, analisis tingkat emisi CO<sub>2</sub>, dan analisis kebutuhan RTH.. Hasil nilai emisi CO<sub>2</sub> industri berdasarkan komoditas dan golongan industri kemudian dikelompokkan ke dalam 3 tingkatan, yaitu emisi rendah, sedang, dan tinggi. Kemampuan serapan eksisting RTH dan besar sisa emisi di masing-masing kawasan dianalisis agar dapat diketahui besar luasan RTH maksimum yang akan diakomodasi ke dalam konsep penyediaan ruang terbuka hijau berdasarkan nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan industri Surabaya.*

*Hasil yang diperoleh adalah total nilai emisi CO<sub>2</sub> kawasan SIER sebesar 21.225,6 ton CO<sub>2</sub>/tahun, sedangkan kawasan Margomulyo mengeluarkan 17.047,2 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Berdasarkan eksisting ruang terbuka hijau, kemampuan serapan RTH di SIER dan Margomulyo sebesar 7,8% dan 3,5%. Konsep penyediaan RTH di kedua kawasan adalah pengoptimalan proporsi RTH sebesar 18,31% untuk kawasan industri SIER dan 8,38% untuk kawasan industri Margomulyo. Selain itu, konsep penyediaan RTH melalui pemaksimalan lahan kosong mampu mengurangi total nilai emisi menjadi 18.322,16 ton CO<sub>2</sub>/tahun dan 8.074,42 ton CO<sub>2</sub>/tahun.*

**Kata kunci:** ruang terbuka hijau, kawasan industri, nilai emisi CO<sub>2</sub>, konsep penyediaan

## I. PENDAHULUAN

Peningkatan kualitas ekologis suatu kota dapat dilakukan dengan membentuk Ruang Terbuka Hijau pada kawasan perkotaan. Pembentukan Ruang Terbuka Hijau di Perkotaan antara lain meningkatkan mutu lingkungan perkotaan yang nyaman, segar, indah, bersih dan sebagai sarana penanganan lingkungan perkotaan serta dapat menciptakan keserasian lingkungan alam dan lingkungan binaan yang berguna untuk kepentingan masyarakat[1].

Ketidaktepatan rencana dan ketidaktertiban pemanfaatan ruang dapat berpengaruh terhadap penurunan kualitas

lingkungan hidup, sehingga lingkungan menjadi berkembang secara ekonomi, namun menurun secara ekologi[2]. Kondisi demikian menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem, berupa peningkatan suhu dan pencemaran udara. Kegiatan industri adalah konsumen bahan bakar terbesar kedua di Indonesia [3]. Kegiatan industrialisasi yang cepat telah banyak mengeluarkan gas emisi[4]. Kegiatan ini telah menimbulkan lebih dari 20 persen gas emisi rumah kaca. Jumlah ini adalah tiga kali lipat dari pada jumlah emisi yang dikeluarkan oleh semua mobil yang ada di dunia ini dan merupakan nomor dua dari sektor energi yang menghasilkan paling banyak jumlah emisi [5].

Kota Surabaya secara dinamis telah mengalami pengembangan kawasan terbangun, pengembangan kawasan industri, peningkatan kepemilikan kendaraan bermotor, dan pengembangan pola ruang lain yang menyebabkan kualitas udara kota Surabaya menurun. Indikasi ini terlihat dari hasil monitoring udara ambien kota Surabaya oleh Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya bahwa kualitas udara ambien dari tahun 2006-2009 mengalami penurunan. Nilai ISPU kategori udara tidak sehat mengalami kenaikan dari indikasi angka enam (6) meningkat menjadi angka 30 di tahun 2009. Nilai ISPU ini berdasarkan beberapa sumber pencemaran, yaitu SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, debu, H<sub>2</sub>S, dan NH<sub>3</sub>. Peningkatan zat karbon lebih banyak dihasilkan, karena berbagai aktifitas kekotaan (transportasi dan industri) merupakan pengguna bahan bakar fosil terbesar di mana hasil pembakarannya merupakan salah satu sumber penyumbang zat karbon [5].

Aktivitas industri berada di kawasan industri SIER dan Margomulyo. Kedua kawasan ini merupakan kawasan industri dengan luas terbesar di antara kawasan industri di kota Surabaya dan memiliki jenis industri yang bervariasi. Kegiatan kedua industri ini berkontribusi dalam pengeluaran emisi berupa gas CO<sub>2</sub> yang berdampak pada penurunan kualitas udara kota Surabaya. Hal ini diindasikan dari nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan industri SIER yang mencapai 468,84 ton CO<sub>2</sub>/tahun [6].

Proporsi ruang terbuka hijau merupakan gambaran kebutuhan RTH dalam satu kawasan. Proporsi RTH perkotaan secara umum membutuhkan minimal 30%. Sedangkan untuk KDH membutuhkan minimal 10% dari total luas kavling. Akan tetapi besar proporsi ini harus mampu mengakomodasi permasalahan lingkungan dari kegiatan perkotaan, salah satunya industri. Ruang terbuka hijau industri diperuntukan

untuk mengurangi tingkat pencemaran, yaitu nilai emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh kegiatan industri Surabaya. Selain itu ruang terbuka hijau industri turut menjaga keseimbangan lingkungan udara kota Surabaya[7]. Untuk meminimalisir dampak nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan industri Surabaya, maka dibutuhkan komitmen dan upaya serius untuk mewujudkan kondisi lingkungan perkotaan Surabaya yang ideal. Untuk itu perlu dilakukan suatu tahap penelitian untuk menentukan konsep penyediaan ruang terbuka hijau guna mengurangi nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan industri Surabaya

II. URAIAN PENELITIAN

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan positivistik. Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan tinjauan studi literatur. Wilayah penelitian meliputi industri Margomulyo dan SIER di kota Surabaya. Pengumpulan data primer dan sekunder diperlukan untuk menunjang penguatan analisis seperti data konsumsi bahan bakar fosil, karakteristik RTH, dan data lain. Adapun analisis yang diperlukan adalah analisis kuantitatif seperti analisis nilai emisi CO<sub>2</sub> industri, analisis tingkat nilai emisi CO<sub>2</sub> industri, dan analisis kebutuhan dan proporsi RTH industri. Dari tahapan di atas akan dapat diperoleh konsep penyediaan RTH berdasarkan nilai emisi CO<sub>2</sub> industri di Surabaya

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis nilai emisi CO<sub>2</sub>

Analisis ini menggunakan metode kuantitatif dengan sumber data berupa data-data pemakaian bahan bakar fosil . Alat analisis yang digunakan adalah A/R Methodological Tools, yaitu dengan perhitungan matematis sesuai rumus IPCC Guidance 2006 . Output yang dihasilkan adalah nilai emisi industri berdasarkan jenis dan komoditas industri.

Berikut adalah rumus yang disesuaikan dengan IPCC Guidance 2006:

$$\text{Emisi CO}_2 = \text{FC} \times \text{CEF} \times \text{NCV}$$

keterangan :

Emisi CO<sub>2</sub> = jumlah emisi CO<sub>2</sub> (satuan massa)

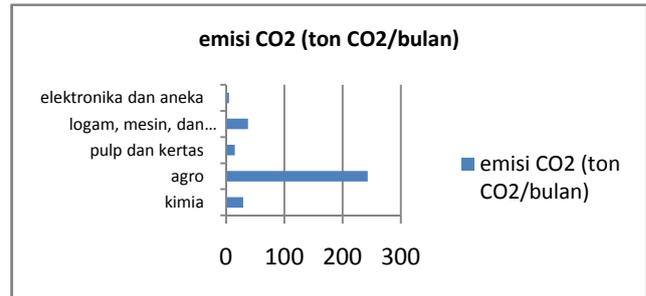
FC = jumlah bahan baker fosil yang digunakan (massa/volume)

NCV = nilai Net Calorific Volume (energy content) per unit massa atau volume bahan bakar (TJ/ton fuel)

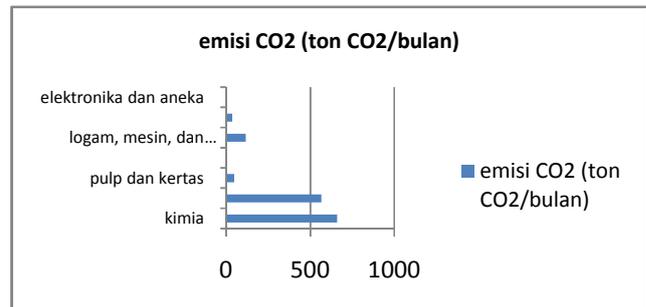
CEF = Carbon Emission Factor (ton CO<sub>2</sub>/TJ) Berdasarkan nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan industri SIER golongan menengah, industri dengan keluaran emisi terbesar adalah industri dengan komoditas industri agro sebesar 111,7 ton CO<sub>2</sub>. Kemudian industri dengan komoditas agro sebesar 48,2 ton CO<sub>2</sub>. Sedangkan industri dengan keluaran emisi terkecil adalah industri dengan komoditas logam,mesin,dan rekayasa sebesar 0,034 ton CO<sub>2</sub>.

Sedangkan nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan industri SIER golongan besar, industri dengan keluaran emisi terbesar adalah PT industri dengan komoditas industri agrosebesar 633 ton CO<sub>2</sub>. Kemudian industri dengan komoditas agro sebesar 223,4 ton CO<sub>2</sub>. Sedangkan industri dengan keluaran emisi terkecil

adalah industri dengan komoditas logam,mesin,dan rekayasa sebesar 0,074 ton CO<sub>2</sub>. Total emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan di kawasan SIER ini sebesar 1.768,8 ton CO<sub>2</sub> per bulan



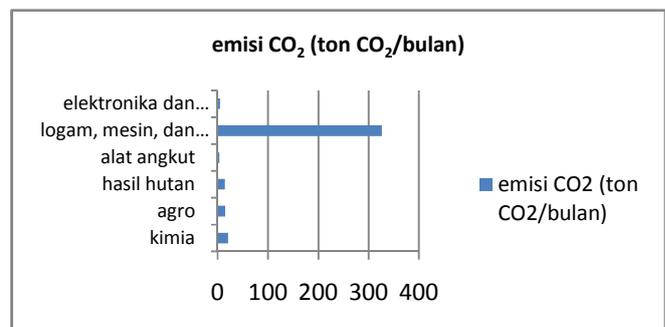
Gambar 1. Nilai emisi CO<sub>2</sub> Industri menengah di kawasan sier



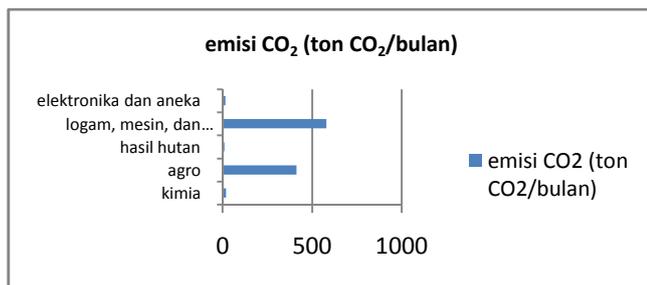
Gambar 2. Nilai emisi CO<sub>2</sub> Industri besar di kawasan sier

Berdasarkan nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan industri Margomulyo golongan menengah, industri dengan keluaran emisi terbesar adalah industri dengan komoditas industri logam,mesin,dan rekayasa sebesar 306,8 ton CO<sub>2</sub>. Kemudian industri dengan komoditas industri kimia sebesar 11,1 ton CO<sub>2</sub>. Sedangkan industri dengan keluaran emisi terkecil adalah industri dengan komoditas industri kimia sebesar 0,092 ton CO<sub>2</sub>.

Sedangkan nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan industri Margomulyo golongan besar, industri dengan keluaran emisi terbesar adalah industri dengan komoditas industri logam,mesin,dan rekayasa sebesar 290,4 ton CO<sub>2</sub>. Kemudian industri dengan komoditas agro sebesar 150,1 ton CO<sub>2</sub>. Sedangkan industri dengan keluaran emisi terkecil adalah industri dengan komoditas hasil hutan sebesar 0,5 ton CO<sub>2</sub>. Total emisi CO<sub>2</sub> yang dikeluarkan di kawasan Margomulyo ini sebesar 1.420,6 ton CO<sub>2</sub> per bulan.



Gambar 3. Nilai emisi CO<sub>2</sub> industri menengah di kawasan margomulyo



Gambar 4. Nilai emisi CO<sub>2</sub> industri besar di kawasan margomulyo

### B. Analisis tingkat nilai emisi CO<sub>2</sub> industri

Metode yang digunakan untuk mengkategorikan tingkat emisi ke dalam 3 tingkatan, yaitu emisi rendah, sedang, dan tinggi adalah dengan menggunakan analisis statistik deskriptif. Variabel yang digunakan dalam proses ini adalah variabel emisi CO<sub>2</sub> di masing-masing industri. Analisis ini melihat kecenderungan nilai kuartil 1 dan kuartil 3 dengan menggunakan proses minitab sehingga hasil yang diperoleh akan menggambarkan batasan tingkat emisi CO<sub>2</sub>.

Nilai emisi CO<sub>2</sub> di 60 industri di kawasan SIER memiliki nilai rata-rata emisi sebesar 29,5 ton CO<sub>2</sub>. Maka dapat diketahui kuartil 1 dan kuartil 3 sebagai ambang batas dari tingkatan emisi CO<sub>2</sub>. Adapun batasan dari tingkat emisi rendah antara 0 hingga 1,4 ton CO<sub>2</sub>, tingkat emisi sedang antara 1,5 ton CO<sub>2</sub> hingga 8,6 ton CO<sub>2</sub>, dan tingkat emisi tinggi di atas 8,6 ton CO<sub>2</sub>. Kelompok nilai emisi rendah sebanyak 15 industri (25%), untuk kelompok nilai emisi sedang sebanyak 30 industri (50%), dan untuk kelompok nilai emisi tinggi sebanyak 15 industri (25%).

(i) Lampiran peta tingkat nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan SIER

Nilai emisi CO<sub>2</sub> di 61 industri di kawasan Margomulyo, memiliki nilai rata-rata emisi sebesar 23,29 ton CO<sub>2</sub>. Maka dapat diketahui kuartil 1 dan kuartil 3 sebagai ambang batas dari tingkatan emisi CO<sub>2</sub>. Adapun batasan dari tingkat emisi rendah antara 0 hingga 1,36 ton CO<sub>2</sub>, tingkat emisi sedang antara 1,37 ton CO<sub>2</sub> hingga 8,38 ton CO<sub>2</sub>, dan tingkat emisi tinggi di atas 8,38 ton CO<sub>2</sub>.

Kelompok nilai emisi rendah sebanyak 14 industri (22,9%), untuk kelompok nilai emisi sedang sebanyak 32 industri (52,4%), dan untuk kelompok nilai emisi tinggi sebanyak 15 industri (24,5%).

(ii) lampiran peta tingkat nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan Margomulyo

### C. Analisis kebutuhan RTH

Kemampuan serapan total di kawasan SIER adalah 1657,14 ton atau sekitar 7,8% dari total emisi yang dikeluarkan di kawasan SIER selama 1 tahun. Maka sisa emisi CO<sub>2</sub> yang tidak mampu terserap oleh RTH eksisting sebesar 19.568,5 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Kemampuan serapan total di kawasan Margomulyo adalah 607,4 ton atau sekitar 3,5% dari total emisi yang dikeluarkan di kawasan Margomulyo selama satu tahun. Maka sisa emisi CO<sub>2</sub> yang tidak mampu terserap oleh RTH eksisting sebesar 16.439,7 ton CO<sub>2</sub>/tahun

Kebutuhan RTH dapat diketahui dengan pendekatan luas

tutupan RTH. Apabila akan disediakan RTH jenis pohon yang memiliki daya serap 569,07 ton/ha/tahun dan sisa emisi CO<sub>2</sub> di kawasan SIER sebesar 19.361 ton CO<sub>2</sub>, maka kebutuhan RTH yang dibutuhkan dalam satuan luas adalah 34,02 ha. Sedangkan untuk di kawasan Margomulyo dengan sisa emisi sebesar 14.678,3 ton CO<sub>2</sub> membutuhkan luas RTH 28,8 ha.

Proporsi RTH ideal industri ini dapat diketahui melalui pendekatan analisis kebutuhan RTH. Di kawasan industri SIER diketahui bahwa total nilai emisi CO<sub>2</sub> di kawasan SIER selama satu tahun sebesar 21.225,6 ton CO<sub>2</sub>. Apabila akan ditanami vegetasi dengan tipe penutup lahan pohon yang memiliki daya serap 569,07 ton/ha/tahun (Dahlan, 2007), sehingga besar proporsi RTH ideal di kawasan SIER adalah 18,31%. Untuk kawasan Margomulyo, selama satu tahun mengeluarkan 17.047,2 ton CO<sub>2</sub> sehingga dapat diketahui proporsi RTH ideal sebesar 8,38%.

## IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Kawasan SIER mengeluarkan total emisi 21.225,6 ton CO<sub>2</sub>/tahun, sedangkan kawasan Margomulyo mengeluarkan total emisi 17.047,2 ton CO<sub>2</sub>/tahun. Konsep penyediaan RTH di kedua kawasan adalah pengaturan proporsi RTH, pengawasan KDB dan KDH industri, serta pemaksimalan lahan kosong untuk ditanami vegetasi di RTH publik dan RTH privat industri. Dengan konsep penyediaan RTH tersebut mampu mengurangi total nilai emisi menjadi 18.322,16 ton CO<sub>2</sub>/tahun untuk kawasan SIER dan 8.074,42 ton CO<sub>2</sub>/tahun untuk kawasan Margomulyo.

## UCAPAN TERIMA KASIH

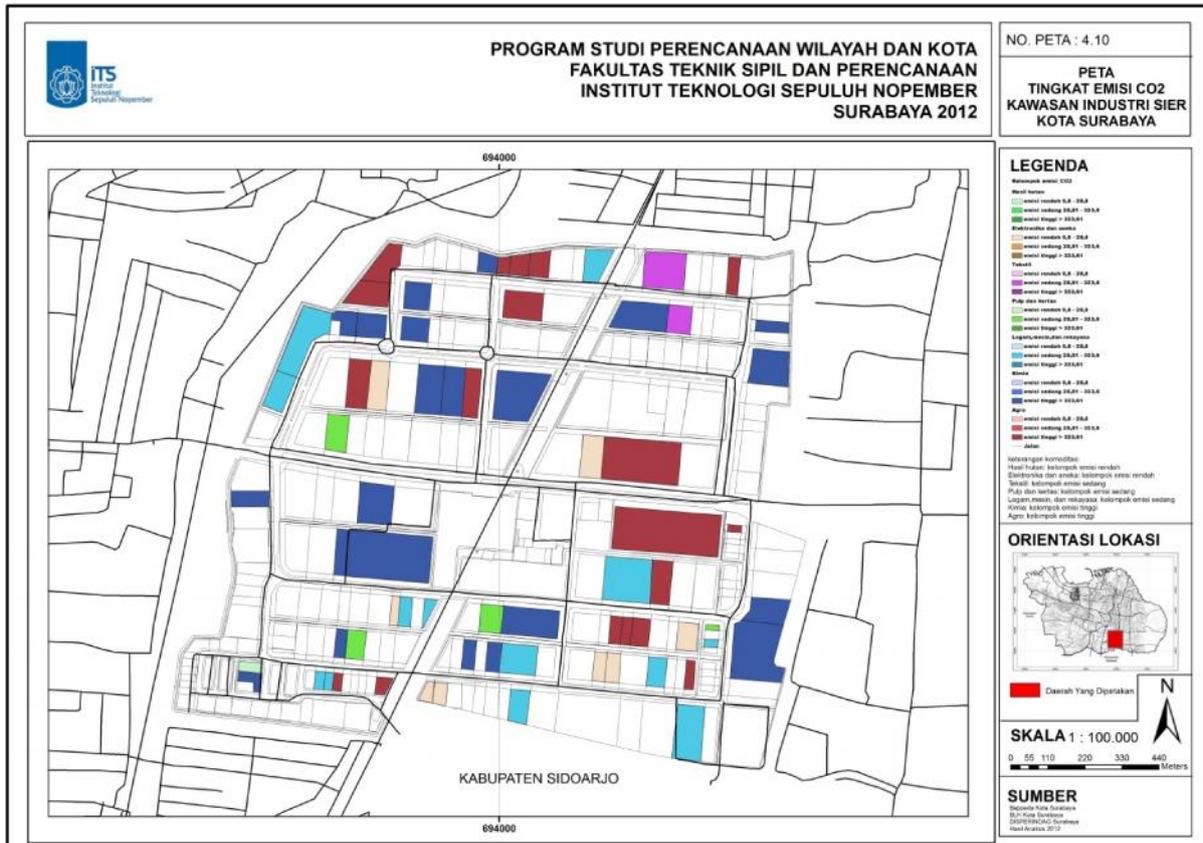
Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah membantu proses penelitian ini. Untuk keluarga, bapak DR Ing Ir Haryo Sulistyarso selaku dosen pembimbing, Ibu Ema Umilia, ST, MT, Bapak Rachmat Boedisantoso, dosen dan karyawan Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota atas semua bantuan dan dukungan yang diberikan, teman teman wong kito 2008, serta dinas-dinas terkait lain yang telah banyak membantu

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agustina, Imas. Identifikasi Hubungan Karakteristik Ruang Terbuka Hijau Dengan Kualitas Udara Sebagai Pertimbangan Arah Peningkatan Ruang Terbuka Hijau Kota Bandung. Bandung: ITB, (2005).
- [2] Bali Basworo Pramudito & Setyo S.Moersidik. Dampak Terhadap Kualitas Udara, (2010).
- [3] Gunadi, Sugeng. Arti RTH Bagi Sebuah Kota: Makalah pada Buku: Pemanfaatan RTH di Surabaya. Surabaya, (1995).
- [4] L.X. Zhang, C.B. Wang, Z.F. Yang\*, B. Chen. Carbon emissions from energy combustion in rural China. State Key Joint Laboratory of Environmental Simulation and Pollution Control, School of Environment, Beijing Normal University, Beijing 100875, China, (2010).
- [5] Nemerow, Agardy J, Sullivan P, Salvato J. Environmental health and safety for municipal infrastructure, land use and planning, and industry: sixth edition. Wiley, (2008).
- [6] Setiawan, Ricky Yusdianto. Kajian Carbon Footprint dari Kegiatan Industri di Kota Surabaya. Surabaya:ITS, (2010).

- [7] Rowe, D. Bradley. Green roofs as a means of pollution abatement. Department of Horticulture, Michigan State University, A212 Plant and Soil Sciences Bldg., East Lansing, MI 48824, USA, (2010).

Lampiran (i)



Lampiran (ii)

