

SEBARAN EMISI CO₂ DAN IMPLIKASINYA TERHADAP PENATAAN RUANG AREA INDUSTRI DI KENDAL

Jurnal Pengembangan Kota (2018)

Volume 6 No. 2 (164-173)

Tersedia online di:

<http://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jpk>

DOI: 10.14710/jpk.6.2.164-173

Dina Labiba*, Wisnu Pradoto

Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik,
Universitas Diponegoro

Abstrak. Aktivitas industri adalah salah satu sumber produksi emisi CO₂. Kabupaten Kendal adalah wilayah yang memiliki peran sebagai salah satu pusat aktivitas industri di Provinsi Jawa Tengah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sebaran sumber emisi CO₂ dari sektor industri serta menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan emisi tersebut sebagai dasar acuan dalam merumuskan implikasi kebijakan penataan ruang aktivitas industri di Kabupaten Kendal berdasarkan konsep *low carbon city*. Analisis dilakukan terhadap sembilan aktivitas industri skala besar yang tersebar pada tiga kecamatan di Kabupaten Kendal yaitu Kecamatan Kaliwungu, Boja dan Kangkung dengan menggunakan metode perhitungan IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*). Hasil dari analisis terhadap kadar intensitas produksi emisi CO₂ aktivitas industri menunjukkan bahwa industri PT. Sinar Bahari Agung di Kecamatan Kangkung menghasilkan emisi CO₂ tertinggi. Sementara itu untuk hasil dari analisis potensi pertumbuhan emisi CO₂ menunjukkan bahwa hingga tahun 2031 pertumbuhan emisi CO₂ sektor industri di Kabupaten Kendal akan terus mengalami peningkatan.

Kata kunci: aktivitas industri; emisi CO₂; *low carbon city*

[Title: Spatial Distribution of CO₂ Emission and The Implication for The Industrial Zone Planning in Kendal Regency]. *Industrial activity is one of the sources of CO₂ emissions production. Kendal Regency is a region that has a role as one of the centers of industrial activity in Central Java Province. This study was to determine the distribution of sources of CO₂ emissions from the industrial sector and analyze the factors that influence the growth of emissions as a basis in formulating industrial area spatial planning policies in Kendal Regency based on the concept of low carbon city. Analysis was carried out on nine large-scale industrial activities spread across three sub-districts in Kendal District, Kaliwungu District, Boja District and Kangkung District with using the IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) calculation method. The results of the analysis show that the types of food processing industry activities, namely PT. Sinar Bahari Agung in Kangkung District has the highest levels of CO₂ production. Meanwhile, for the analysis of the growth potential of CO₂ emissions is indicated that until 2031 the growth of CO₂ emissions from the industrial sector in Kendal Regency will continue to increase.*

Keywords: CO₂ emission; industrial activity; low carbon city

Cara mengutip: Labiba, D., & Pradoto, W. (2018). Sebaran Emisi CO₂ dan Implikasinya Terhadap Penataan Ruang Area Industri di Kendal. *Jurnal Pengembangan Kota*. Vol 6 (2): 164-173. DOI: 10.14710/jpk.6.2.164-173

1. PENDAHULUAN

Emisi karbon dioksida (CO₂) adalah salah satu jenis emisi gas rumah kaca yang menjadi faktor utama timbulnya fenomena pemanasan global. Produksi emisi gas karbon dioksida (CO₂) erat kaitannya dengan aktivitas manusia (*anthropogenic activities*). Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), terdapat 5 sektor yang

menjadi sumber utama emisi CO₂ yaitu penggunaan energi, proses industri dan

ISSN 2337-7062 © 2018

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>). – lihat halaman depan © 2018

*Email: labibadina@gmail.com

Diterima 14 Oktober 2018, disetujui 23 Desember 2018

penggunaan produk, PKPL (pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan), serta limbah (Rypdal, dkk., 2006). Untuk mencapai komitmen penurunan emisi CO₂ sebesar 26% (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BAPPENAS, 2011). Perlu adanya upaya mitigasi dalam bentuk kontrol seluruh aktivitas yang berpotensi memproduksi CO₂. Walaupun secara umum sektor industri memberikan kontribusi rendah terhadap pertumbuhan emisi CO₂, apabila tidak diberlakukannya skenario kebijakan untuk mengontrol pertumbuhan produksi emisi CO₂ dari sektor tersebut, risiko pertumbuhan emisi dapat meningkat.

Salah satu strategi penataan ruang dalam penanganan aktivitas perkotaan yang saat ini telah banyak diterapkan di berbagai kota dunia dalam upaya pengurangan produksi emisi CO₂ adalah konsep *Low Carbon City*. Konsep tersebut mengacu kepada tujuan *low carbon* dimana kebijakan yang dihasilkan tidak hanya menghasilkan arah kebijakan dari penggunaan teknologi rendah karbon, namun lebih utamanya mampu memicu sebuah perubahan ekonomi serta struktur industri dan pola konsumsi masyarakat (Lundin & Ng, 2009). Penerapan konsep *Low Carbon City* dalam menangani permasalahan kota industri dapat digunakan sebagai upaya mitigasi maupun adaptasi (Lundin & Ng, 2009; Zhang, dkk., 2018).

Kabupaten Kendal adalah salah satu wilayah yang menjadi pusat aktivitas industri di Provinsi Jawa Tengah. Potensi untuk terus tumbuhnya aktivitas industri di Kabupaten Kendal sangat tinggi karena dukungan dari pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam menjadikan Kabupaten Kendal sebagai pusat aktivitas industri sangat tinggi. Didukung dengan ketersediaan infrastruktur penunjang aktivitas industri baik dari segi transportasi darat maupun transportasi yang telah tersedia, pemerintah daerah Kendal juga masih terus mengoptimalkan sarana prasarana pendukung aktivitas industri lainnya. Hal tersebut dapat menjadi daya tarik bagi para investor lokal maupun asing untuk berinvestasi di Kabupaten Kendal (Primadhyta, 2018).

Namun, pertumbuhan aktivitas industri identik dengan pertumbuhan produksi emisi CO₂. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Lundin dan Ng

(2009) di dalam penelitiannya yang menyatakan bahwa proses industrialisasi identik dengan aktivitas yang berdampak terhadap peningkatan produksi emisi CO₂ di dunia. Kontribusi industri dalam peningkatan emisi CO₂ juga ditemukan di Xiamen, China dalam penelitian Zhang dkk (2018). Lebih lanjut, menurut Ghozali, Pamungkas, dan Santoso (2017), aktivitas industri yang berperan sebagai sumber emisi gas karbon dioksida (CO₂) terbesar adalah industri semen, industri besi dan baja, industri kertas, industri petrokimia, industri keramik, serta industri yang menggunakan bahan karbonat dalam proses produksinya.

Tanpa adanya upaya mitigasi dalam mengelola aktivitas industri untuk mereduksi produksi emisi CO₂, risiko pertumbuhan emisi CO₂ sangat besar. Tujuan dari penurunan emisi CO₂ Indonesia sebesar 26% pada tahun 2020 mungkin akan sulit untuk dicapai. Oleh karena itu, perlu adanya studi untuk mengidentifikasi aktivitas industri di Kabupaten Kendal yang berperan sebagai sumber emisi CO₂. Hasil dari studi tersebut bertujuan untuk merumuskan implikasi kebijakan dalam pengelolaan area industri di wilayah tersebut dimana pengelolaan yang diharapkan adalah mampu menjaga produktivitas aktivitas industrinya namun di sisi lain juga mampu menekan pertumbuhan emisi CO₂. Dalam merumuskan sebuah implikasi kebijakan penataan ruang area industri menuju pembangunan *low carbon city*, perlu diketahui terlebih dahulu sebaran area-area industri yang menjadi sumber produksi emisi karbon dioksida (CO₂). Selain itu, mengetahui kadar intensitas dari produksi emisi yang dihasilkan dari masing-masing aktivitas industri juga sangat diperlukan untuk mampu menyusun kebijakan yang sesuai dengan tujuan mencapai target penurunan emisi karbon dioksida (CO₂) Indonesia (Novananda & Setiawan, 2015).

Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian dilakukan dengan menganalisis persebaran aktivitas industri berdasarkan kategori *Intergovernmental Panel for Climate Change* (IPCC) yang mempengaruhi produksi emisi karbon dioksida (CO₂). Analisis sebaran tersebut bertujuan untuk mengetahui gambaran umum mengenai sebaran produksi emisi karbon dioksida (CO₂) dari aktivitas industri di Kabupaten Kendal serta kadar

intensitas emisi yang dihasilkannya. Selain itu, dilakukan juga analisis mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan emisi CO₂ dari aktivitas industri tersebut. Hasil dari kedua analisis digunakan sebagai dasar untuk merumuskan implikasi kebijakan penataan ruang yang sesuai untuk penataan area industri di Kabupaten Kendal dalam upaya menekan pertumbuhan emisi karbon dioksida (CO₂) dari sektor industri.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah menggunakan metode statistik deskriptif. Deskriptif statistik dilakukan berdasarkan hasil perhitungan produksi emisi karbon dioksida (CO₂) dengan model perhitungan IPCC dari hasil data primer maupun sekunder. Pemilihan sampling industri di dalam penelitian melalui teknik *non-probability sampling*. Aktivitas industri yang menjadi subjek penelitian sebagai sumber emisi CO₂ dilihat berdasarkan tiga karakteristik yang berbeda yaitu dari segi penggunaan energi, sektor proses produksi dan penggunaan produk (IPPU) dan penggunaan mesin industri cerobong boiler (lihat Tabel 1).

Tabel 1. Aktivitas industri yang menjadi subjek penelitian

Sektor Penggunaan Energi	Sektor IPPU	Kepemilikan Mesin Industri Cerobong Boiler
CV. Berkat Karunia Sentosa		
PTP. Nusantara IX (PERSERO) KB Sukamangu		PT. Kayu Lapis Indonesia
Cahaya Abadi Chip, CV		
Boga Makmur Gracia, PT	Industri produksi besi, PT. Abadi Jaya Manunggal	
Mahkota Niko Perkasa		PT. Rimba Partikel
PT. Mas Sumbiri		Indonesia
CV. Panen Utama Jaya		
PT. Citra Mas Mandiri		CV. Merapi
PT. Raberindo Pratama		
PT. Tri Sinar Purnama		
PT. Asia Pacific Fibers		
PT. Kayu Lapis Indonesia		PT. Asia Pacific Fiber
PT. Rimba Partikel		

Sektor Penggunaan Energi	Sektor IPPU	Kepemilikan Mesin Industri Cerobong Boiler
Indonesia		
PT. Samator Gas		
PT. Tossa Shakti Flat Glass		
PT. Abadi Jaya Manunggal	Industri Produksi kaca, PT.	PT. Tri Sinar Purnama
PT. Texmaco Perkasa Engineering	Tossa Glass	
PT. Sinar Bahari Agung	Shakti	
PT. Seafer General Foods	Deviasi Glass	PT. Rubberindo Pratama
PT. Tahu Sederhana		

Jumlah produksi emisi karbon dioksida (CO₂) diketahui dengan menggunakan metode perhitungan *Intergovernmental Panel on Climate Change*. Faktor utama dalam perhitungan adalah data aktivitas dikalikan faktor emisi (Rypdal, dkk., 2006).

$$\text{Emisi GRK} = \sum \text{Ai} \times \text{Efi}$$

Keterangan:

Emisi GRK : Jumlah emisi CO₂ (satuan massa)

Ai : Konsumsi bahan bakar jenis (TJ)/
Kapasitas Produksi Aktivitas Industri

Efi : Faktor emisi (kg/TJ)

Data aktivitas atau **Ai** disesuaikan dengan kategori pendekatan yang digunakan dalam menghitung produksi emisi CO₂, apakah dari sektor penggunaan energi atau dari sektor proses produksi dan penggunaan produk (IPPU).

Penentuan kadar intensitas emisi CO₂ ditentukan berdasarkan hasil perhitungan kuartil dari hasil perhitungan produksi emisi CO₂ dari tiap aktivitas industri (Novananda & Setiawan, 2015). Rumus kuartil yang digunakan adalah

$$Q_i = i(n+1) / 4$$

Keterangan :

Q_i : Nilai kuartil ke-i

i : Jenis kuartil

n : Jumlah data

Analisis mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan emisi CO₂ berdasarkan indikator milik (Tan, Yang, & Yan, 2015) dapat dilihat dari beberapa kategori yaitu ekonomi, pola energi, teknologi, sosial dan gaya hidup, karbon dan lingkungan, aksesibilitas perkotaan serta limbah. Penelitian mengenai produksi emisi karbon dioksida (CO₂) fokus terhadap aktivitas industri sehingga kategori yang digunakan untuk melihat pertumbuhan emisi karbon dioksida (CO₂) adalah kategori penggunaan energi. Indikator yang digunakan untuk mengukur produksi emisi karbon dioksida (CO₂) dari penggunaan energi (Lin & Xu, 2018; Tan, dkk., 2015) dilihat dari

1. Pertumbuhan ekonomi dari sektor industri
2. Efisiensi energi, yang merupakan hasil dari pertumbuhan ekonomi sektor industri dibagi dengan total konsumsi energi
3. Struktur energi, yang merupakan hasil perhitungan dari total konsumsi bahan bakar per jenis (batubara, gas alam, bensin, solar, LPG dan minyak tanah) dibagi dengan total konsumsi energi dari seluruh jenis bahan bakar

Sedangkan dalam melakukan analisis terhadap faktor penghambat pertumbuhan emisi CO₂ sektor industri, menggunakan data mengenai ketersediaan RTH di masing-masing aktivitas industri (Hasdania, Sasmita, & Asmura, 2017; Tosiani, 2015) dengan standar minimal ketersediaan seluas 10% dari total luas lahan industri. Seluruh analisis menggunakan model analisis statistik deskriptif berdasarkan dengan data yang terkumpul selama tahapan pencarian data. Selanjutnya hasil dari analisis tersebut dilakukan analisis tren untuk mengetahui potensi pertumbuhan emisi CO₂ dari sektor industri untuk mengetahui kecenderungannya apakah mengalami penurunan atau mengalami peningkatan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Sebaran Aktivitas Industri serta Produksi Emisi CO₂ di Kabupaten Kendal

Hasil analisis mengenai sebaran produksi emisi CO₂ dari sektor industri dilihat dari tiga kategori utama di dalam aktivitas industri yang menjadi penyebab timbulnya emisi CO₂ yaitu dari penggunaan energi, proses produksi dan penggunaan produk serta dari

kepemilikan mesin penghasil emisi CO₂. Di Kabupaten Kendal mesin yang banyak digunakan aktivitas industri dan berpengaruh terhadap produksi emisi CO₂ adalah cerobong boiler. Berdasarkan analisis sebaran aktivitas industri dari penggunaan energi, terdapat 22 aktivitas industri skala besar yang berada di Kabupaten Kendal. Pusat persebarannya terdapat di Kecamatan Kaliwungu dan Kecamatan Boja.

Sementara berdasarkan hasil analisis produksi emisi CO₂ dari sektor proses produksi dan penggunaan produk, terdapat dua industri skala besar yaitu PT. Abadi Jaya Manunggal dan PT. Tossa Shakti Deviasi Glass. PT. Abadi Jaya Manunggal adalah jenis industri produksi baja. Sedangkan PT. Tossa Shakti Deviasi Glass adalah jenis industri produksi kaca. Dengan menggunakan model perhitungan IPCC dengan data aktivitas kapasitas produksi aktivitas industri, diketahui produksi emisi CO₂ dari masing-masing aktivitas industri adalah 4,5% untuk PT. Abadi Jaya Manunggal dan 5,4% untuk PT. Tossa Shakti Deviasi Glass.

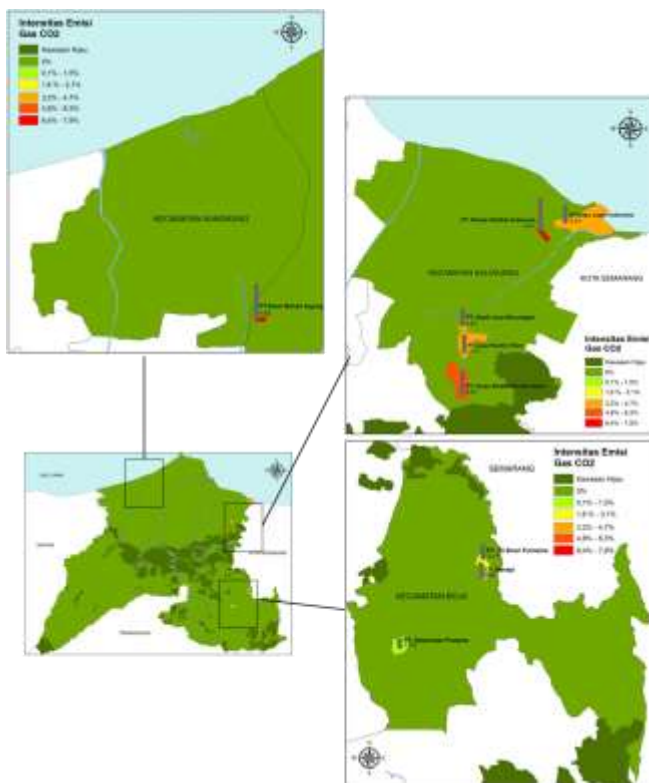
Hasil sebaran emisi CO₂ dari dilihat dari produksi emisi CO₂ yang dihasilkan dari cerobong boiler adalah terdapat 7 aktivitas industri skala besar. Persebarannya adalah lima aktivitas industri di Kecamatan Kaliwungu, tiga aktivitas industri di Kecamatan Boja dan satu aktivitas industri di Kecamatan Kangkung.

Tabel 2. Daftar Industri serta Kadar Produksi Emisi CO₂ yang Dihasilkan di Kabupaten Kendal

Nama Perusahaan Industri	Produksi Emisi CO ₂	Sektor IPPU	Kepemilikan Cerobong Boiler
CV. Merapi	2,6%		V
PT. Tri Sinar Purnama	3,1%		V
PT. Rimba Partikel Indonesia	6,5%		V
PT. Sinar Bahari Agung	7,5%	V	
PT. Raberindo Pratama	0,8%		V
PT. Kayu Lapis Indonesia	4,2%		
PT. Asia Pacific	4,1%		V

Nama Perusahaan Industri	Produksi Emisi CO ₂	Sektor IPPU	Kepemilikan Cerobong Boiler
Fiber			
PT. Tossa Shakti Deviasi Glass	5,4%	V	
PT. Abadi Jaya Manunggal	4,5%	V	

Berdasarkan Tabel 2, maka persebaran produksi emisi CO₂ dari masing-masing aktivitas industri khususnya sumber emisi dari sektor proses produksi dan penggunaan produk serta emisi dari mesin boiler memiliki intensitas 0% hingga 7,9%. Aktivitas industri yang memiliki persentase produksi emisi CO₂ tertinggi adalah PT. Sinar Bahari Agung di Kecamatan Kangkung yang merupakan industri pengolahan makanan dengan kadar emisi CO₂ yang dihasilkan sebesar 7,5%. Sementara aktivitas industri yang menghasilkan kadar emisi CO₂ terendah dari produktivitasnya adalah PT. Raberindo Pratama di Kecamatan Boja dengan emisi CO₂ yang dihasilkannya sebesar 0,8%. Peta sebaran aktivitas industri beserta kadar emisi yang dihasilkannya dapat dilihat pada Gambar 1.

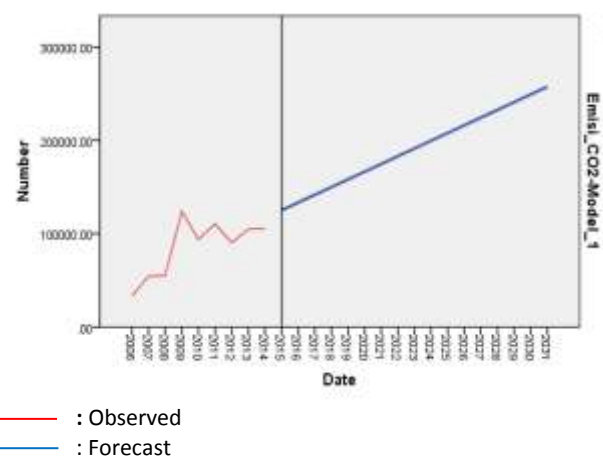


Gambar 1. Peta Persebaran Aktivitas Industri Skala Besar Sumber Emisi CO₂ serta Persentase Intensitas Produksi Emisinya

Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dari Sektor Industri

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan emisi CO₂ dibangun berdasarkan faktor yang memicu pertumbuhan serta faktor yang menghambat pertumbuhan emisi CO₂. Pemilihan faktor-faktor yang mempengaruhi diambil berdasarkan penelitian milik Tan, dkk. (2015) yang mengidentifikasi pertumbuhan emisi karbon dapat dilihat dari beberapa kategori dan indikator. Penentuan faktor-faktor yang dipakai di dalam analisis disesuaikan dengan karakteristik objek penelitian yaitu aktivitas industri di Kabupaten Kendal.

Faktor pemicu pertumbuhan dari sektor industri di dalam penelitian ini dari sektor penggunaan energi. Pengaruh penggunaan energi terhadap pertumbuhan emisi CO₂ dapat dilihat dari beberapa indikator yaitu pertumbuhan ekonomi, efisiensi energi serta struktur energi (Tan, dkk., 2015). Sementara ketersediaan ruang terbuka hijau yang memadai yaitu memiliki luasan 10% dari total luas lahan industri dan dilengkapi vegetasi penyerap emisi yang sesuai sebagai tutupan lahan (Irianti, 2010), merupakan faktor penghambat dari pertumbuhan emisi CO₂ (Tan, dkk., 2015).



Gambar 2. Grafik Peramalan Pertumbuhan Produksi Emisi CO₂ Sektor Industri Kabupaten Kendal

Hasil analisis mengenai penggunaan energi sebagai faktor pemicu pertumbuhan emisi CO₂ dilihat dari pertumbuhan efisiensi energi beserta struktur penggunaan energi di Kabupaten Kendal yang

didominasi oleh konsumsi bahan bakar jenis gas. Kecenderungan pertumbuhan dari kedua indikator tersebut menunjukkan tren pertumbuhan yang mengalami peningkatan (lihat Gambar 2). Dengan memasukkan kedua jenis indikator ke dalam analisis *trendline*, pertumbuhan emisi CO₂ dari sektor industri dilihat dari penggunaan energi akan mengalami peningkatan hingga tahun 2031.

Sementara hasil analisis mengenai ketersediaan ruang terbuka hijau secara memadai di tiap aktivitas industri didapati hanya sekitar 22% aktivitas industri yang telah memenuhi ketersediaan ruang terbuka hijau secara memadai. Sementara sebesar 78% aktivitas industri lainnya belum memiliki ketersediaan ruang terbuka hijau secara memadai. Sehingga berdasarkan hasil analisis mengenai faktor pemicu dan penghambat pertumbuhan emisi CO₂ dari sektor industri di Kabupaten Kendal menunjukkan adanya potensi terjadinya peningkatan produksi emisi CO₂ dari sektor industri dilihat dari kedua faktor yang mempengaruhinya (lihat Gambar 3).



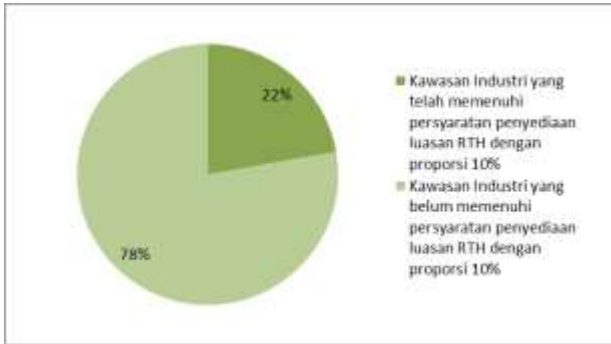
Gambar 3. Bagan Analisis Mengenai Asumsi Pertumbuhan Emisi CO₂ Sektor Industri

Implikasi Kebijakan Penataan Ruang untuk Diterapkan dalam Penataan Area Industri di Kabupaten Kendal

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan mengenai persebaran aktivitas industri sumber emisi CO₂ serta potensi pertumbuhan produksi emisi CO₂ didapati bahwa aktivitas industri yang berperan sebagai sumber emisi CO₂ hanya terdapat di beberapa wilayah, yaitu Kecamatan Kaliwungu, Kecamatan Boja, dan Kecamatan Kangkung. Namun, upaya untuk mengontrol pertumbuhan emisi CO₂ masih sangat dibutuhkan dengan tujuan untuk mencapai target dari Pemerintah Pusat di dalam dokumen Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) yaitu mewujudkan penurunan produksi emisi CO₂ sebesar 26% pada tahun 2020 (Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BAPPENAS, 2011). Konsep penataan kota yang saat ini banyak diterapkan di kota-kota dunia dalam upaya mitigasi menangani risiko pertumbuhan emisi CO₂ adalah dengan konsep *low carbon city* (Liang, 2010; Tan, dkk., 2015; Yang & Li, 2013). Implikasi kebijakan penataan ruang yang dapat diterapkan dalam menata area industri di Kabupaten Kendal untuk mencapai *low carbon city* yakni sebagai berikut.

1. Penegasan penyediaan area ruang terbuka hijau dengan proporsi luas minimal 10% yang ditanami vegetasi penyerap emisi CO₂ di sekitar aktivitas industri

Penyediaan lahan untuk area ruang terbuka hijau dapat dijadikan salah satu upaya untuk menekan produksi CO₂ dari sektor industri (Hasdania, dkk., 2017). Penyediaan area ruang terbuka hijau tidak hanya sebatas terdapatnya lahan peruntukan untuk pemanfaatan lahan ruang hijau, namun juga harus dilengkapi dengan penanaman vegetasi yang memiliki daya serap emisi CO₂ yang besar. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Tosiani (2015) bahwa tipe tutupan lahan adalah berbeda-beda. Tipe tutupan lahan yang ditanami dengan vegetasi yang memiliki daya serap emisi CO₂ tinggi berdampak kepada daya dukung tutupan lahan tersebut terhadap penyerapan emisi CO₂ (Tosiani, 2015).



Gambar 4. Diagram Persentase Area Industri yang Telah Memenuhi Proporsi Ketersediaan RTH

Berdasarkan hasil analisis didapati bahwa ketersediaan lahan ruang terbuka hijau di tiap-tiap aktivitas industri belum memadai (lihat Gambar 4). Sebanyak 78% area industri di Kabupaten Kendal belum memenuhi kriteria penyediaan lahan sebesar 10% dan pemanfaatan lahan ruang terbuka hijau belum dioptimalkan dengan menyediakan vegetasi yang mampu menyerap emisi CO₂ dalam jumlah besar.

Prioritas penyediaan lahan ruang terbuka hijau secara memadai diperuntukkan untuk area industri PT. Sinar Bahari Agung dan PT. Rimba Partikel Indonesia. Kedua industri tersebut merupakan industri yang memproduksi emisi CO₂ terbesar di Kabupaten Kendal dengan kadar emisi diatas 5% setiap hari dari produktivitas industrinya. Penyediaan ruang terbuka hijau di dua area industri tersebut masih sangat kurang dimana luasan lahan yang disediakan untuk peruntukan ruang terbuka hijau masih kurang dari 10% dan masih minimnya ketersediaan vegetasi penyerap emisi CO₂ sebagai tutupan lahan di area ruang terbuka hijau tersebut.

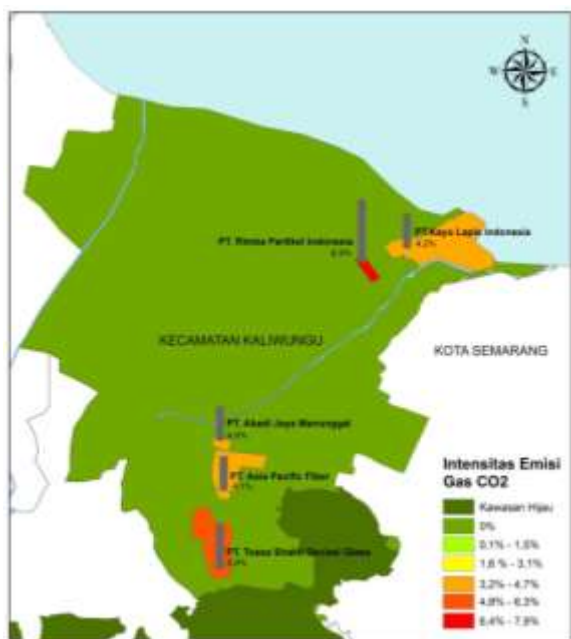
2. Pengoptimalan pemanfaatan lahan industri dan penerapan *industrial symbiosis*

Industrial symbiosis merupakan sebuah upaya untuk saling bertukar bahan baku/energi dan/atau limbah produksi antar aktivitas industri. Pertukaran ini dalam bentuk untuk pemanfaatan kembali bahan baku/energi dan/atau limbah produksi

untuk dijadikan produk utama di dalam proses produksi. Dampak yang ditimbulkan adalah dengan penurunan penggunaan bahan baku ataupun energi dapat mereduksi produksi emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas industri, serta pengurangan produksi limbah dan penggunaan energi juga merupakan salah satu pendekatan dari konsep *low carbon city* (Sahni & Aulakh, 2014).

Hasil analisis mengenai persebaran aktivitas industri menunjukkan bahwa pada umumnya persebaran aktivitas industri berkelompok pada suatu lingkungan yang saling berdekatan antara satu dengan lainnya. Salah satu faktor utama dalam penerapan konsep *industrial symbiosis* adalah dengan mengelompokkan aktivitas industri yang dapat melakukan hubungan simbiosis di dalam satu wilayah yang saling berdekatan. Potensi yang telah dimiliki dari sebaran aktivitas industri dimana bentuk sebarannya adalah berkelompok saling berdekatan antara satu aktivitas industri dengan industri lainnya telah menjadi salah satu potensi untuk dapat diterapkan konsep *industrial symbiosis* kedepannya.

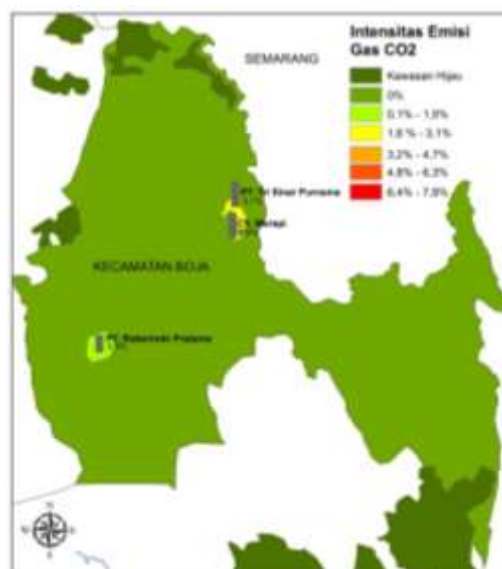
Pemerintah Kabupaten Kendal juga telah menetapkan Kecamatan Kaliwungu sebagai pusat dari aktivitas industri (lihat Gambar 5). Hal tersebut menunjukkan potensi pembangunan aktivitas industri akan berkumpul di Kecamatan Kaliwungu. Terlebih ketersediaan lahan untuk pembangunan aktivitas industri lainnya di Kecamatan Kaliwungu masih sangat besar. Potensi pertumbuhan aktivitas industri secara berkelompok dan berpusat di Kecamatan Kaliwungu menjadi salah satu faktor pendukung untuk penerapan konsep *industrial symbiosis* bagi aktivitas industri ke depannya. Penerapan konsep dapat dibangun dengan menyediakan *masterplan* bagi pembangunan aktivitas industri yang telah berinvestasi dan pemberian izin pembangunan disesuaikan dengan kedekatan antar aktivitas industri untuk dapat diterapkan *industrial symbiosis*.



Gambar 5. Peta Sebaran Aktivitas Industri serta Intensitas Produksi Emisi CO₂ yang dihasilkannya di Kecamatan Kaliwungu

3. Membatasi pertumbuhan area industri di wilayah bagian selatan Kabupaten Kendal

Menurut Liang (2010) salah satu aspek yang harus diperhatikan dalam pembangunan *low carbon city* skala perkotaan adalah dengan mengoptimalkan pengaturan pola ruang wilayah yang seimbang dan mampu menjaga dengan ketat pola ruang bagi kawasan ekologis hijau di wilayah tersebut. Berdasarkan hasil analisis, persebaran aktivitas industri di Kabupaten Kendal tersebar tidak hanya berpusat di wilayah dengan peruntukan fungsi mawadahi aktivitas industri seperti di Kecamatan Kaliwungu. Salah satu kecamatan yang juga memiliki keberadaan aktivitas industri skala besar yang cukup banyak adalah Kecamatan Boja (lihat Gambar 6). Kecamatan Boja adalah wilayah yang memiliki fungsi peruntukan kawasan sebagai wilayah agropolitan. Apabila tidak adanya upaya untuk membatasi pertumbuhan area industri di wilayah tersebut, memungkinkan untuk munculnya area industri lainnya di kecamatan tersebut. Pembangunan area industri di wilayah Kecamatan Boja yang memiliki fungsi peruntukan kawasan utama sebagai wilayah agropolitan dalam pembangunan aktivitas industrinya dapat disesuaikan dengan potensi yang dimiliki wilayahnya yaitu untuk pembangunan industri pertanian.



Gambar 6. Peta Sebaran Aktivitas Industri serta Intensitas Produksi Emisi CO₂ yang dihasilkannya di Kecamatan Boja

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai sebaran emisi CO₂ serta implikasinya terhadap penataan ruang area industri di Kabupaten Kendal adalah bahwa persebaran aktivitas industri skala besar tersebar di tiga kecamatan yaitu Kecamatan Kaliwungu, Kecamatan Boja dan Kecamatan Kangkung. Dari ketiga wilayah tersebut, Kecamatan Kaliwungu memiliki intensitas produksi emisi CO₂ tertinggi dikarenakan Kecamatan Kaliwungu merupakan wilayah yang telah diperuntukkan menjadi pusat aktivitas industri di Kabupaten Kendal.

Jenis aktivitas industri yang terdata sebagai sumber emisi CO₂ di Kabupaten Kendal didominasi oleh aktivitas industri berupa industri kayu dan logam. Namun, aktivitas industri yang memiliki kadar intensitas produksi emisi CO₂ tertinggi adalah industri pengolahan makanan PT. Sinar Bahari Agung yang terdapat di Kecamatan Kangkung dengan kadar emisi CO₂ yang dihasilkannya sebesar 7,5%. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan emisi CO₂ dari sektor industri di Kabupaten Kendal terutama dilihat dari penggunaan energi. Penggunaan energi yang berperan sebagai faktor pemicu pertumbuhan emisi CO₂ di Kabupaten Kendal didominasi oleh

penggunaan bahan bakar jenis gas. Berdasarkan kecenderungan pertumbuhan penggunaan energi yang mempengaruhi produksi emisi CO₂ menunjukkan bahwa potensi pertumbuhan emisi CO₂ akan mengalami peningkatan. Selain itu, ketersediaan ruang terbuka hijau juga menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi laju produksi emisi gas karbon dioksida (CO₂). Hasil penelitian melalui observasi lapangan yang telah dilakukan menunjukkan ketersediaan ruang terbuka hijau yang mampu berperan sebagai faktor penghambat pertumbuhan emis CO₂ ketersediaannya belum memadai di banyak area industri.

Hasil dari analisis-analisis tersebut disesuaikan dengan kajian literatur mengenai pembangunan rendah karbon yang diharapkan menjadi tujuan dari pembangunan wilayah Kabupaten Kendal maka implikasi kebijakan penataan ruang yang dapat diusulkan berupa penambahan area RTH di aktivitas industri dengan kadar emisi karbon dioksida tinggi yaitu PT. Sinar Bahari Agung dan PT. Rimba Partikel Indonesia. Selain itu, implikasi kebijakan lainnya berdasarkan pemahaman pembangunan rendah karbon yaitu membatasi pembangunan wilayah dengan intensitas karbon tinggi dan menjaga keseimbangan penyediaan wilayah dengan fungsi hijau yaitu dengan membatasi pertumbuhan aktivitas industri di wilayah bagian selatan Kabupaten Kendal termasuk didalamnya adalah Kecamatan Boja yang memiliki fungsi peruntukan kawasan sebagai kawasan agropolitan. Selanjutnya, dengan melihat dari penerapan konsep untuk pembangunan rendah karbon yang telah diterapkan di negara Cina (Zhang dkk, 2018) maka implikasi kebijakan lainnya adalah mengatur pola pemanfaatan ruang aktivitas industri untuk dijadikan pada satu kawasan terpadu dan menerapkan *industrial symbiosis*.

Penelitian ini memiliki banyak kekurangan terutama kekurangan dalam hal data mengenai produksi emisi CO₂ dari industri skala besar lainnya. Keterbatasan data yang dimiliki juga berdampak kepada keterbatasan untuk menyusun analisis, baik analisis mengenai sebaran emisi CO₂ maupun data mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan emisi CO₂. Berdasarkan hasil penelitian, rekomendasi untuk penelitian selanjutnya adalah analisis mengenai sebaran emisi CO₂ dari sektor lainnya seperti transportasi, penggunaan lahan, limbah ataupun sektor lainnya yang berperan sebagai sumber emisi CO₂. Dengan melakukan penelitian mengenai sebaran sumber emisi CO₂ dari sektor lainnya

beserta kadar intensitas emisi yang dihasilkannya maka dapat diketahui sumber utama produksi emisi CO₂ di Kabupaten Kendal. Selain itu, rekomendasi selanjutnya yang dapat diajukan adalah analisis mengenai upaya untuk penerapan *industrial symbiosis* dengan menganalisis karakteristik aktivitas-aktivitas industri yang terdapat di Kabupaten Kendal dan menganalisis bentuk kerjasama antar aktivitas industri yang dapat diterapkan untuk konsep *industrial symbiosis*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ghozali, A., Pamungkas, A., & Santoso, E. B. (2017). Faktor Keseimbangan Lingkungan Terhadap Emisi Gas CO₂ di Wilayah Perkotaan Gresik. *Prosiding SENATEK 2015*, 978-987. Retrieved from <http://ejournal.itn.ac.id/index.php/senatek/article/view?path=>
- Hasdania, A. M., Sasmita, A., & Asmura, J. (2017). Analisis Kecukupan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik dalam Menyerap Emisi Karbon Dioksida (CO₂) dari Kegiatan Transportasi di Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains*, 4(1), 1-4. Retrieved from <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEK/NIK/article/view/15054>
- Irianti, N. (2010). *Perencanaan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Industri PT. Pindo Deli Pulp and Paper Mills Karawang Jawa Barat*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. Diakses dari <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/44904>
- Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BAPPENAS. (2011). *Pedoman Pelaksanaan Rencana Aksi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*. Jakarta: Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/BAPPENAS.
- Liang, T. (2010). The Vision of Urban Spatial Planning Based on the Concept of Low-Carbon City. *46th ISOCARP Congress 2010*. Diakses dari <https://pdfs.semanticscholar.org/2784/d8>

- 480f61fbf342e43ce8f3efd820e13eedbe.pdf, 18 Juli 2018
- Lin, B., & Xu, B. (2018). Growth of Industrial CO2 Emissions in Shanghai City: Evidence from a Dynamic Vector Autoregression Analysis. *Energy*, 151, 167-177. doi:10.1016/j.energy.2018.03.052
- Lundin, N., & Ng, S. (2009). *Feasibility Study on EU-China: Low Carbon Technology and Investment Demonstration Zones* Diakses dari London: https://www.e3g.org/docs/E3G_EU-China_LCTIDZs_English.pdf
- Novananda, E., & Setiawan, R. P. (2015). Persebaran Spasial Produksi Emisi Karbon Dioksida (CO2) dari Penggunaan Lahan Permukiman di Kawasan Perkotaan Gresik Bagian Timur. *Jurnal Teknik ITS*, 4(1), 11-16. doi:10.12962/j.23373539.v4i1.8964
- Primadhyta, S. (2018). Perpres Zonasi Lima Kawasan Strategis Nasional Rampung 2018 Diakses dari <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20180131125731-92-272867/perpres-zonasi-lima-kawasan-strategis-nasional-rampung-2018>, 7 Juni 2018
- Rypdal, K., Paciornik, N., Eggleston, S., Goodwin, J., Irving, W., Penman, J., & Woodfield, M. (2006). Chapter 1 Introduction to the 2006 Guidelines. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Diakses dari http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf, 6 Juni 2018
- Sahni, S., & Aulakh, R. S. (2014). Planning for Low Carbon Cities in India. *Environment and Urbanization ASIA*, 5(1), 17-34. doi:10.1177/0975425314521535
- Tan, S., Yang, J., & Yan, J. (2015). Development of the Low-carbon City Indicator (LCCI) Framework. *Energy Procedia*, 75, 2516-2522. doi:10.1016/j.egypro.2015.07.253
- Tosiani, A. (2015). *Buku Kegiatan Serapan dan Emisi Karbon*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Yang, L., & Li, Y. (2013). Low-carbon City in China. *Sustainable Cities and Society*, 9, 62-66. doi:10.1016/j.scs.2013.03.001
- Zhang, G., Ge, R., Lin, T., Ye, H., Li, X., & Huang, N. (2018). Spatial Apportionment of Urban Greenhouse Gas Emission Inventory and its Implications for Urban Planning: A Case Study of Xiamen, China. *Ecological Indicators*, 85, 644-656. doi:10.1016/j.ecolind.2017.10.058