

SEBARAN SPASIAL EMISI PENCEMAR UDARA HIDROKARBON (HC) DAN KARBON MONOKSIDA (CO) SUMBER TITIK, AREA DAN BERGERAK DI KOTA PALANGKA RAYA (BASIS DATA TAHUN 2019)

Ahmad Riadi, S.Si, M.Si
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
KOTA PALANGKA RAYA

ABSTRAK

Pertumbuhan Kota Palangka Raya meningkatkan konsumsi energi, transportasi, industri, rumah tangga dan kegiatan/usaha menyebabkan potensi peningkatan pencemaran udara dan berdampak perubahan iklim serta kerugian kesehatan, produktivitas dan ekonomi. Perlu dilakukan kajian pendahuluan dengan inventarisasi emisi yaitu mengidentifikasi potensi sumber sumber pencemar udara di Kota Palangka Raya dan menghitung potensi beban pencemar yang dikeluarkan dari sumber-sumber tersebut. Wilayah studi adalah Kecamatan Jekan Raya dan Pahandut Kota Palangka Raya. Perhitungan tingkat emisi hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO) menggunakan metode faktor emisi. Distribusi spasial emisi HC dan CO menggunakan Arc GIS Fishnet. Hasil perhitungan menunjukkan emisi HC sumber titik 1,7861 ton/tahun, sumber area 7,95 ton/tahun dan sumber bergerak 153,05 ton/tahun sedangkan emisi CO sumber titik 0,3511 ton/tahun, sumber area 52,51 ton/tahun dan sumber bergerak 17.182,33 ton/tahun.

Kata kunci: Palangka Raya, inventarisasi emisi, hidrokarbon, karbon monoksida

PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi kota mendorong urbanisasi, peningkatan kebutuhan perumahan dan jasa pelayanan lingkungan seperti air bersih, sanitasi, pengelolaan sampah dan kebutuhan energi serta transportasi yang dapat meningkatkan pencemaran udara. Pencemaran udara telah menjadi permasalahan yang serius di perkotaan dan menimbulkan kerugian ekonomi. Angka kerugian akan semakin besar jika upaya untuk menangani pencemaran udara di perkotaan tidak segera dilakukan. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2012) terdapat 15 kota dari 45 kota yang dievaluasi tidak memenuhi baku mutu udara ambien untuk parameter hidrokarbon dan 2 kota melampaui baku mutu udara ambien untuk parameter PM₁₀. Kota-kota di arahkan melakukan inventarisasi emisi yaitu mengidentifikasi sumber sumber pencemar udara di kota dan menghitung jumlah pencemar yang dikeluarkan dari sumber-sumber tersebut.

Pertumbuhan penduduk Kota Palangka Raya cukup tinggi sebesar 2,88% per tahun dan peningkatan kendaraan bermotor sebesar 6,75% per tahun. Pertumbuhan tingkat populasi, transportasi dan industrialisasi perkotaan menyebabkan permintaan energi yang lebih besar, akibatnya emisi pencemar juga meningkat. Sumber utama yang berkontribusi terhadap polusi

udara berasal dari sumber bergerak, kegiatan domestik dan perumahan, proses industri, pembakaran biomassa dan pembakaran terbuka limbah padat. Menurut data BPS Kota Palangka Raya (2019) konsentrasi penduduk Kota Palangka Raya sebesar 87.02% ada di Kecamatan Jekan Raya dan Pahandut. Peningkatan jumlah penduduk dan distribusinya mempengaruhi peningkatan aktivitas transportasi, industri, kegiatan domestik lainnya yang menyebabkan peningkatan emisi pencemar udara yang secara akumulatif menurunkan kualitas udara perkotaan.

Tujuan inventarisasi emisi merupakan membangun profil kualitas udara kota. Bagaimana dan sektor kegiatan apa yang menyebabkan jenis polusi udara, untuk menunjukkan area masalah spesifik dan mengidentifikasi sumber pencemaran atau sektor aktivitas yang berpolusi di dalam kota.

Untuk kebutuhan penentuan prioritas dan tindakan pengurangan emisi, dibutuhkan metode estimasi emisi yang efisien. Metode yang sederhana dan fleksibel juga diperlukan untuk meminimalisir kendala keterbatasan data dalam perhitungan emisi memanfaatkan sistem informasi geografis (GIS) (Behera *et al.* 2011). Dengan adanya inventarisasi emisi spasial berbasis GIS maka kontribusi sumber polusi dapat diketahui dengan jelas. Penelitian yang dilakukan ini bertujuan menginventarisasi sumber-sumber emisi pencemar udara untuk parameter hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO) sehingga diketahui sebaran spasialnya di Kecamatan Jekan Raya dan Pahandut Kota Palangka Raya. Sebaran spasial tersebut digunakan untuk menghitung tingkat emisi yang dilepaskan oleh sumber emisi pencemar udara.

METODOLOGI PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Kecamatan Jekan Raya dan Kecamatan Pahandut Kota Palangka Raya yang merupakan wilayah pusat perkotaan dan merupakan tempat konsentrasi kegiatan, aktivitas dan jumlah penduduk paling padat di Kota Palangka Raya.

2. Ruang Lingkup Penelitian

Parameter HC dan CO yang dikaji dalam penelitian ini bersumber dari kegiatan antropogenik, terdiri atas: (1) penggunaan bahan bakar dari rumah tangga, kegiatan dan usaha (2) transportasi (3) industri (4) aktivitas penduduk

3. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah yaitu:

- a. Data Primer yaitu data penggunaan bahan bakar dan koordinat sumber emisi titik

b. Data Sekunder yaitu peta administrasi, peta permukiman Kota Palangka Raya

Alat yang digunakan laptop, kamera. GPS, formulir wawancara dan kuisisioner serta *Software* pengolahan data spasial ArcGis 10.3 dan *Excel*

4. Sampling Sumber Titik

Metode pengambilan sampel yang digunakan adalah *purposive sampling* yaitu penentuan sampel mempertimbangkan kriteria tertentu yang sesuai dengan tujuan penelitian, dalam penelitian ini survei dilakukan untuk mendapatkan data emisi sumber.

Tabel 1. Jumlah emisi sumber titik utama di kota Kecamatan Jekan Raya dan Pahandut Kota Palangka Raya

Sumber titik	Jumlah
Rumah Sakit	12
Hotel	46
Industri	2
Pusat Perbelanjaan	30
Restoran/Rumah Makan/Cafe	21
SPBU	9
Perguruan Tinggi	8
Perkantoran	43
Bengkel	25

5. Teknik Analisis Data

Analisis data yang dilakukan meliputi perhitungan tingkat emisi dengan metode faktor emisi untuk sumber titik, sumber area dan sumber bergerak. Analisis dan pemetaan spasial emisi HC dan CO menggunakan *Arc GIS fishnet*

6. Menghitung Emisi HC dan CO Dengan Metode Faktor Emisi

Menghitung tingkat emisi dengan menggunakan faktor emisi, diperlukan 2 data masukan; yaitu informasi aktivitas (penggunaan bahan bakar/energi) dan faktor emisi Rumus perhitungan emisi (E) adalah tingkat aktivitas (R) dikalikan faktor emisi (FE)

Tabel 2. Faktor emisi

Aktivitas	Unit	CO	HC
Genset berbahan bakar solar	g/GJ	40	10
Genset berbahan bakar bensin	g/GJ	46	15.5
Kompor gas berbahan bakar LPG	g/GJ	31	10.5
Minyak Tanah	g/GJ	93	20
Kayu Bakar	g/GJ	4 000	600

Sumber : KLH(2013), EEA (2019)

Tabel 3. Faktor emisi kendaraan bermotor di Indonesia

Faktor Emisi	CO (g/km)	HC (g/km)	NO _x (g/km)	PM10 (g/km)	CO ₂ (g/Kg BBM)	SO _x (g/km)
Sepeda Motor	14	5.9	0.29	0.24	3 180	0.008
Mobil	40	4	2	0.01	3 180	0.026
Bis	11	1.3	11.9	1.4	3 172	0.93
Truk	8.4	1.8	17.7	1.4	3 172	0.82

Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12/2010 tentang Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah

7. Analisis Spasial Emisi

Analisis spasial menggunakan ArcGis 10.3 *Fishnet* yaitu membuat *grid* yang mencakup wilayah studi yaitu Kecamatan Jekan Raya dan Kecamatan Pahandut dengan ukuran *grid* 500 m x 500 m. Setiap sel memiliki koordinat geografis masing-masing sumber emisi. Tingkat emisi distribusikan secara spasial berdasarkan koordinat sumber (KLH 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Emisi Sumber Titik

Sumber titik (*point source*) adalah sumber tidak bergerak yang biasanya berupa kegiatan atau usaha yang memiliki unit pembakaran. Data penggunaan bahan bakar berupa satuan volume atau berat yang dikonversi sebagai nilai aktivitas berupa konsumsi energi atau massa. Perhitungan konsumsi energi merupakan perkalian penggunaan bahan bakar (liter) dengan nilai kalori (GJ) setiap satu liter atau kilogram bahan bakar yang digunakan. Perhitungan emisi HC dan CO dari sumber titik seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Emisi HC dan CO dari sumber titik

Sumber Titik	Emisi (ton/tahun)	
	CO	HC
Rumah Sakit	0.0222	0.0055
Perguruan Tinggi	0.0006	0.0002
Kantor Pemerintah	0.0018	0.0005
Kantor Swasta	0.0076	0.0019
SPBU	0.0008	0.0002
Hotel	0.0060	0.0017
Pusat Perbelanjaan	0.0042	0.0004
Industri	0.3021	0.0755
Bengkel	0.0007	0.0002
Rumah Makan	0.0050	0.0000
Total Emisi	0.3511	0.0861

Sumber : Hasil pengolahan data

Emisi HC dan CO dari sumber titik sebesar 0,0861 dan 0,3511 ton/ tahun. Tingkat emisi HC dan CO dari aktivitas industri menyumbang kontribusi terbesar dibandingkan emisi sumber titik lainnya yaitu HC sebesar 87,74% dan CO 86,03%, sedangkan emisi perkantoran pemerintah HC 0,53% dan CO 0,52%, perkantoran swasta HC 2,21% dan CO 2,16% dan emisi hotel HC 2,02% dan CO 1,72%.

2. Emisi Sumber Area

Sumber area mewakili berbagai kegiatan individu yang mengeluarkan sejumlah kecil pencemar, namun secara kolektif kontribusi emisinya menjadi signifikan. Misalnya penggunaan kompor gas dan bahan bakar untuk memasak di rumah tangga pada suatu wilayah secara kolektif memberikan kontribusi emisi. Bahan bakar untuk rumah tangga di Kecamatan Jekan Raya dan Pahandut adalah *liquefied petroleum gas* (LPG), kayu bakar dan minyak tanah. Untuk menghitung emisi pencemar dari sumber area ini diasumsikan penggunaan LPG sebanyak 9 kg, minyak tanah 30 liter per rumah tangga dalam satu bulan (Simanjuntak *et al.* 2009) sedangkan kayu bakar 208 kg per rumah tangga dalam satu bulan (Asrana 2012). Penggunaan bahan bakar rumah tangga di Kecamatan Jekan Raya dan Pahandut memiliki komposisi yaitu penggunaan kayu bakar 29%, penggunaan minyak tanah 7% dan LPG 65% (Balitbangda 2018). Hasil perhitungan emisi HC dan CO dari sumber area tiap kelurahan lebih tinggi di Kecamatan Jekan Raya dan Pahandut (Tabel 5).

Tabel 5. Tingkat emisi HC dan CO dari sumber area aktivitas rumah tangga

Wilayah	Emisi (ton/tahun)	
	HC	CO
Kecamatan Jekan Raya		
1. Palangka	1.52	10.07
2. Menteng	1.54	10.19
3. Bukit Tunggul	1.70	11.26
4. Petuk Katimpun	0.09	0.59
Kecamatan Pahandut		
1. Pahandut	0.98	0.17
2. Panarung	0.80	0.14
3. Langkai	1.05	0.19
4. Tumbang Rungan	0.02	0.00
5. Tanjung Pinang	0.09	0.02
6. Pahandut Seberang	0.15	0.03

Sumber : Hasil pengolahan data

Tingkat emisi HC dan CO lebih tinggi di kelurahan yang menjadi pusat kota (Palangka, Menteng, Bukit Tunggul, Langkai, Pahandut dan Panarung) dibandingkan kelurahan pinggiran

(Petuk Katimpun, Tumbang Rungan, Tanjung Pinang dan Pahandut Seberang). Bahan bakar LPG lebih banyak dipergunakan penduduk di pusat Kota Palangka Raya, sehubungan dengan semakin dibatasinya penjualan minyak tanah dan semakin sedikitnya persediaan kayu bakar di daerah perkotaan ini, sehingga masyarakat menggunakan bahan bakar LPG. Yuliana *et al.* (2016) menghitung emisi dari penggunaan bahan bakar LPG menunjukkan rata-rata emisi di wilayah perkotaan lebih tinggi dibanding wilayah pedesaan/pinggiran kota. Hal ini disebabkan konsumsi LPG di perkotaan lebih tinggi dibanding di pedesaan. Penelitian Nugrahyu *et al.* (2017) bahwa penggunaan bahan bakar memasak LPG menghasilkan emisi lebih kecil dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar memasak minyak tanah dan biomassa seperti arang dan kayu bakar. Penggunaan jenis dan jumlah bahan bakar akibat jumlah penduduk yang semakin meningkat di Kelurahan yang menjadi pusat kota menentukan peningkatan emisi sumber pencemar

3. Emisi Sumber Bergerak

Perhitungan emisi menggunakan faktor emisi berbasis kilometer jalan kendaraan (*vehicle kilometer traveled-VKT* atau panjang perjalanan rerata kendaraan per tahun). Untuk jaringan jalan emisi diperlakukan sebagai sumber garis atau *line source*. Dalam perhitungan VKT setiap kategori kendaraan pada suatu ruas jalan diasumsikan karakteristik lalu lintasnya tetap sehingga perhitungannya

$$VKT_{j,line} = \sum_{i=1}^n Q_{ji} \cdot l_i$$

$$E_{cji} = VKT_{ji} \cdot EF_{cj} (100 - C) / 100$$

Di mana:

$VKT_{j,line}$: VKT kategori kendaraan j pada ruas jalan i yang dihitung sebagai sumber garis (km/tahun)

Q_{ji} : volume kendaraan dalam kategori j pada ruas jalan i (kendaraan/tahun)

l_i : panjang ruas jalan i (km)

E_{cji} : emisi pencemar c untuk kendaraan kategori j pada ruas jalan i

C : efisiensi peralatan pengendali emisi (%)

C : 0, jika tidak terpasang peralatan pengendali

Secara umum sumber pencemar udara dari kendaraan bermotor atau disebut sumber bergerak. Sumber bergerak *on-road* meliputi seluruh kendaraan bermotor yang beroperasi di jalan raya. Untuk menghitung tingkat emisi dari sumber bergerak memerlukan faktor emisi gas

buang kendaraan bermotor untuk kota di Indonesia ditetapkan berdasarkan kategori kendaraan di dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup nomor 12 tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran udara di Daerah.

Aktivitas kendaraan di jalan utama semakin meningkat sejalan dengan penambahan jumlah penduduk dari tahun ke tahun. Data Samsat Dinas Pendapatan Daerah Provinsi Kalimantan Tengah di Kota Palangka Raya sampai 2019 menunjukkan bahwa jumlah kendaraan bermotor sebanyak 313.165 unit, dari jumlah tersebut sekitar 84,17% adalah kendaraan bermotor roda dua. Pihak Samsat Dinas Pendapatan Daerah Provinsi Kalimantan Tengah (2019) menunjukkan bahwa pertumbuhan kendaraan bermotor mengalami peningkatan rata-rata sebesar 6,75% per tahun .

Perhitungan emisi sumber bergerak menggunakan faktor emisi berbasis kilometer jalan kendaraan (*vehicle kilometer traveled-VKT* atau panjang perjalanan rerata kendaraan per tahun). Untuk jaringan jalan utama, emisi diperlakukan sebagai sumber garis atau *line source*. Perhitungan emisi sumber garis didapat dari perkalian VKT dengan faktor emisi. Jarak tempuh kendaraan bermotor atau VKT untuk sumber garis diperoleh dengan mengalikan panjang ruas jalan utama i (satuan km) dengan volume kendaraan tiap kategori pada ruas jalan tersebut (satuan kendaraan/tahun).

Tabel 6. Panjang perjalanan tahunan (VKT) kendaraan bermotor

Nama Jalan	VKT (km)			
	Sepeda Motor	Mobil	Bis	Truk
Cilik Riwut	175.399.969	91.787.138	1.021.788	9.438.374
Ahmad Yani	41.654.991	19.166.431	31.602	610.966
RTA Milono	118.232.494	51.682.825	653.102	5.245.882
Yos Sudarso	53.273.444	24.331.553	68.470	665.391
G Obos	90.690.734	40.451.054	95.244	746.590
Diponegoro	37.908.873	17.035.950	28.968	316.017

Sumber : Hasil pengolahan data

Panjang perjalanan tahunan kendaraan bermotor jenis sepeda motor memiliki nilai tertinggi karena jumlah sepeda motor terbanyak yang berlalu lintas di jalan raya. Untuk jalan Cilik Riwut merupakan jalan utama yang menjadi jalur melintas kendaraan yang melewati atau menuju Kota Palangka Raya dengan tujuan atau berasal wilayah kabupaten sekitar Palangka Raya sehingga volume lalu lintas kendaraan bermotor di jalan Cilik Riwut lebih besar dibanding jalan utama lainnya. Sedangkan jalan RTA Milono sama seperti jalan Cilik riwut yang juga merupakan jalur dalam kota sekaligus lintas untuk keluar kota. Panjang jalan-jalan

utama yang digunakan hanya panjang jalan yang melewati atau jalur yang ada di wilayah Kecamatan Jekan Raya maupun Kecamatan Pahandut.

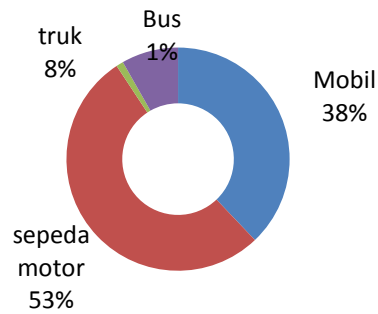
Tabel 7. Tingkat emisi HC dan CO sumber bergerak

Nama jalan	Emisi (ton/tahun)	
	CO	HC
Jalan Cilik Riwut	6.217,61	1 420,33
Jalan Ahmad Yani	1.355,31	323,57
Jalan RTA Milono	3.773,82	914,59
Jalan Yos Sudarso	1.725,43	412,93
Jalan G Obos	2.895,03	698,35
Jalan Diponegoro	1.215,14	292,41
Total	17.182,33	4.062,18

Sumber : Hasil pengolahan data

Tingkat emisi dari sumber bergerak memperlihatkan bahwa pencemar udara yang terbesar dilepaskan dari aktivitas kendaraan bermotor adalah CO sebesar 17.182,33 ton/tahun dan selanjutnya hidrokarbon sebesar 4.062,18 ton/tahun. Sesuai penelitian Kristi dan Rachmat (2015) bahwa tingkat emisi CO di jalan raya lebih tinggi dibandingkan NO₂. Hasil kajian Sa'adudin dan Pramono (2015) total beban emisi sektor transportasi jalan dimana beban/tingkat emisi CO dan hidrokarbon lebih tinggi dibandingkan PM₁₀, NO_x dan SO₂. Konsentrasi CO paling tinggi adalah ditepi jalan (*road side*) (Gusrianti *et al.* 2017). Penelitian Huboyo *et al.* (2018), di Kota Surakarta tahun data 2014 emisi dari sektor transportasi 50.605 ton/tahun (CO) sedangkan di Yogyakarta 75.008 ton/tahun (CO). Tiarani *et al.* (2016) beban emisi pencemar HC dan CO sektor transportasi darat paling tinggi dihasilkan oleh kendaraan sepeda motor. Jenis kendaraan berbahan bakar bensin akan mengeluarkan gas CO lebih tinggi dibandingkan kendaraan berbahan bakar solar .

Di kota Palangka Raya kendaraan bermotor yang mendominasi adalah kendaraan jenis sepeda motor. Temuan ini senada dengan hasil pengukuran udara ambien *road side* oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Tengah tahun 2016 bahwa ada kecenderungan peningkatan pencemar udara parameter karbon monooksida (CO) dan hidrokarbon (HC).



Gambar 1. Persentase kontribusi jenis kendaraan bermotor terhadap total emisi sumber bergerak

Sebanyak 53 % emisi total sumber bergerak di jalan utama kota Palangka Raya disumbang dari gas buang sepeda motor, diikuti emisi dari mobil sebesar 38 %, truk sebesar 8 % dan terakhir bus sebesar 1 %. Emisi gas buang sepeda motor mendominasi emisi sumber bergerak di kota Palangka Raya disebabkan komposisi kendaraan bermotor di jalan-jalan kota Palangka Raya sebesar 84,17% sepeda motor diikuti mobil sebesar 14,32%, truk 1,41% dan bus sebesar 0,10%.

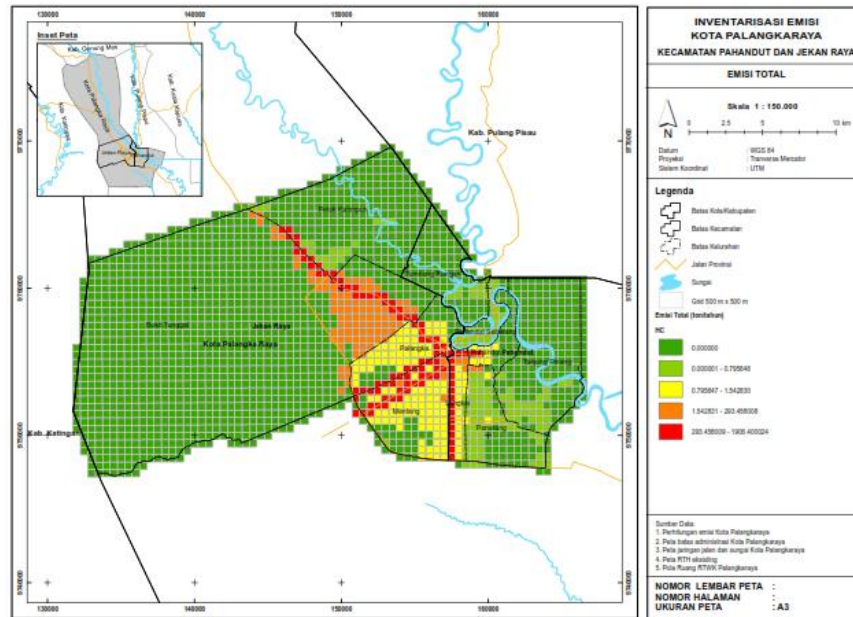
4. Total Emisi dan Sebaran Spasial

Total tingkat emisi masing-masing pencemar yang dihasilkan oleh tiga katagori sumber (yaitu sumber titik, area dan bergerak) dapat ditampilkan pada Tabel 8 berikut.

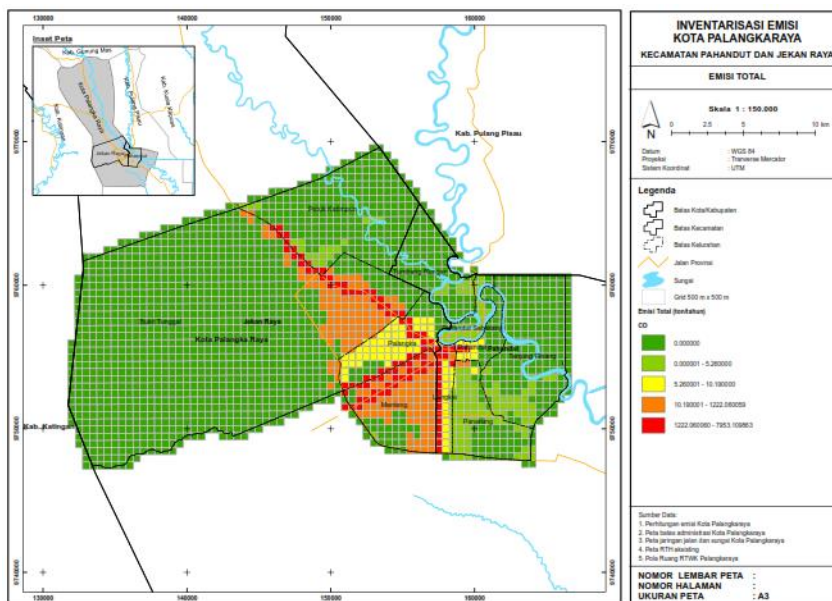
Tabel 8. Total emisi semua sumber

Sumber	Emisi (ton/tahun)	
	CO	HC
Titik	0,3511	1,7861
Area	52,51	7,95
Bergerak	17.182,33	153,05
Total Emisi	17.235,19	162,78

Kontribusi sumber bergerak terhadap total emisi sangat dominan, karena sektor transportasi mengkonsumsi bahan bakar yang paling tinggi. Aktivitas pertumbuhan ekonomi, transportasi, penduduk tumbuh paralel dengan pertumbuhan konsumsi bahan bakar. Total tingkat emisi masing-masing pencemar yang dihasilkan oleh tiga katagori sumber (yaitu sumber titik, area dan bergerak) di wilayah Kecamatan Jekan Raya dan Pahandut dipetakan secara spasial. Distribusi spasial parameter HC pada Gambar 3 dan CO pada Gambar 4.



Gambar 3. Sebaran spasial emisi CO



Gambar 4. Sebaran spasial emisi HC

Inventarisasi emisi ini merupakan salah satu mitigasi lingkungan yaitu sebagai upaya mengurangi resiko bencana akibat tidak terkendalinya kualitas udara yang berpotensi mengancam dan mengganggu kesehatan masyarakat. Hasil inventarisasi emisi mengarahkan fokus upaya pengendalian kualitas udara pemerintah Kota Palangka Raya pada pengelolaan transportasi dan industri melalui penataan ruang yang lebih baik. Tujuan inventarisasi emisi merupakan membangun profil kualitas udara kota. Bagaimana dan sektor kegiatan apa yang

menyebabkan jenis polusi udara, untuk menunjukkan area masalah spesifik dan mengidentifikasi sumber pencemaran atau sektor aktivitas yang berpolusi di dalam kota.

Manfaat diketahuinya sebaran spasial emisi mampu menyediakan informasi awal seperti identifikasi sumber, potensi emisi setiap sumber dan informasi lingkungan. Hasil inventarisasi tidak mampu menyediakan informasi dampak faktor iklim namun menunjukkan potensi emisi sumber secara lebih detail sehingga dapat memberikan masukan dalam evaluasi untuk program dan perencanaan kota ke depan. Inventarisasi emisi ini mampu juga memberi masukan dalam penentuan izin misalnya izin kondisional pembangunan fasilitas industri

SIMPULAN

1. Total tingkat emisi di Kecamatan Jekan Raya dan Pahandut Tahun 2019, untuk HC 162,78 ton/tahun dan CO 17.235,19 ton/tahun .
2. Sumber bergerak dari transportasi mengemisikan HC dan CO tertinggi dibandingkan sumber lainnya. Sumber bergerak sektor transportasi menyumbang 99,693% emisi CO dan 85,57% HC, sumber area menyumbang 0,305% emisi CO dan 4,44% emisi HC sedangkan sumber titik menyumbang 0,002% emisi CO dan 9,99% emisi HC.

Daftar Pustaka

- Asrana S. 2012. Konsumsi Kayu Bakar Rumah Tangga Pedesaan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi di Kabupaten Banjarnegara Jawa Tengah, Sukabumi Jawa Barat dan Lebak Banten. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 9(4):229-241
- [BALITBANGDA] Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah. 2018. Kajian Ketahanan Pangan Rumah Tangga Kota Palangka Raya. Palangka Raya (ID): Pemko Palangka Raya.
- Behera SN, Mukesh S, Onkar DS, P Shukla. 2011. GIS-Based Emission Inventory, Dispersion Modeling, and Assessment for Source Contributions of Particulate Matter in an Urban Environment. *Jurnal Water Air Soil Pollut* 218:423–436 DOI 10.1007/s11270-010-0656-x
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kota Palangka Raya. 2019. Kota Palangka Raya Dalam Angka 2018. Palangka Raya (ID) : BPS Kota Palangka Raya
- [DLH] Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Kalimantan Tengah. 2016. Laporan Pemantauan Kinerja Lalu Lintas Tahun 2015. Palangka Raya (ID) : DLH Provinsi Kalteng
- [EEA] European Environment Agency. 2019. EMEP/EEA Air Pollutant Emission Inventory Guidebook 2019. Copenhagen. EMEP/EEA.
- Gusrianti D, Ahmad PMT, Isra'S. 2017. Analisis Sebaran Karbon Monoksida Dari Sumber Transportasi Dari Jalan Sisingamangaraja Dengan Metode Finite Length Line Source Berbasis Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Teknik Lingkungan UNAND* 14(1):41-51
- Huboyo HS, Endro S, Ana MS, Velida LT. 2018. Spatial Distribution of Conventional Air Pollutant and GHGs from Land Transportation in Two Developing Cities and Main Co-Benefit Action For Reducing It. ICENIS 2017 E3S Web of Conferences 31.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2010. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Jakarta (ID): KLH RI.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. Laporan Evaluasi Kualitas Udara Perkotaan. Jakarta (ID) : KLH RI.
- [KLH] Kementerian Lingkungan Hidup. 2013. Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan. Jakarta (ID) : KLH RI.

- Kristi YW, Rachmat B. 2015. Analisis Beban Emisi Udara CO dan NO₂ Akibat Sektor Transportasi Darat di Kota Probolinggo. *Jurnal Purifikasi*. 15(2): 88-107
- Nugrahayu Q, Nabil KN, Luqman H. 2017. Estimasi Emisi Karbondioksida Dari Sektor Permukiman di Kota Yogyakarta Menggunakan IPCC Guidelines. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. 9(1): 25-36
- Sa'adudin, Pramono H. 2015. Beban emisi sektor transportasi di Kota Yogyakarta. The 18th *FSTPT International Symposium Unila*. 2015 Agustus 28; Bandar Lampung (ID).
- Simanjuntak M, Rani ABK, Mohammad N. 2009. Pola Pengeluaran Persepsi dan Kepuasan Keluarga Terhadap Perubahan Penggunaan energi Dari Minyak Tanah ke LPG. *Jurnal Ilmu Keluarga dan Konsumen* 2(2):164-174
- Tiarani VL, Endro S, Haryono SH. 2016. Kajian Beban Emisi Pencemar Udara (TSP, NO_x, SO₂, HC dan CO) dan Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄ dan N₂O) Sektor Transportasi Darat Kota Yogyakarta Dengan Metode Tier 1 dan Tier 2. *Jurnal Teknik Lingkungan UNDIP*. 5(1):
- Yuliana L, Joni H, Rachmat B. 2016. Penentuan Faktor Emisi Spesifik Sektor Permukiman Untuk Estimasi Tapak Karbon Dan Pemetaannya Di Kabupaten Banyuwangi. *Jurnal Purifikasi*. 16(1).1-10.