



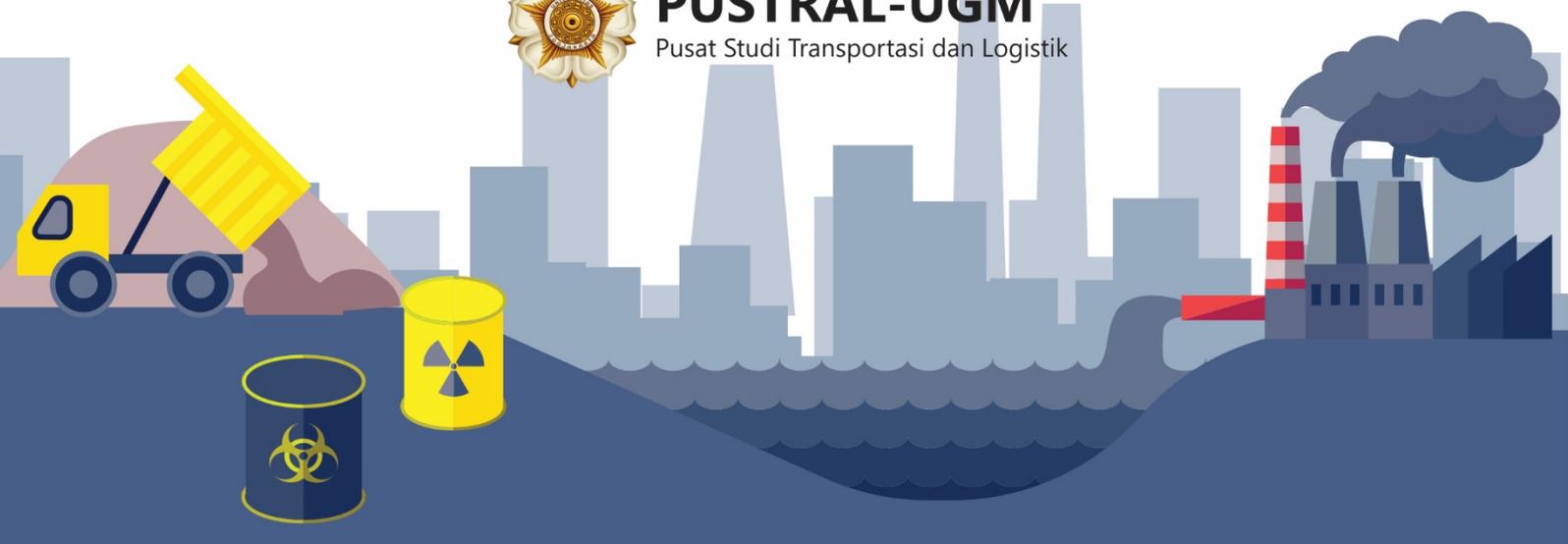
DINAS LINGKUNGAN HIDUP
KOTA YOGYAKARTA

Inventarisasi dan Penyusunan Profil Emisi Gas Rumah Kaca Kota Yogyakarta

Laporan Akhir
November 2017



PUSTRAL-UGM
Pusat Studi Transportasi dan Logistik



KATA PENGANTAR

Gas Rumah Kaca (GRK) dipandang sebagai isu penting lingkungan hidup terkini, termasuk oleh pemerintah Kota Yogyakarta. Untuk memitigasi resiko penurunan kualitas lingkungan, khususnya matra udara akibat peningkatan gas rumah kaca, maka inventarisasi terhadap emisi GRK dipandang penting dan mendesak dilakukan. Pelaksanaan inventarisasi akan menjadi ukuran kualitas udara wilayah ditinjau dari emisi GRK, serta menjadi dasar perencanaan pengelolaan kualitas udara Kota Yogyakarta.

Inventarisasi dan Penyusunan Profil Gas Rumah Kaca Kota Yogyakarta merupakan proyek kerjasama antara Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Yogyakarta selaku otoritas pengelolaan lingkungan Kota Yogyakarta dengan Pusat Studi Transportasi dan Logistik (PUSTRAL) UGM. Kegiatan ini berhasil memberikan informasi besaran emisi GRK di Kota Yogyakarta, yang dikontribusikan oleh sumber-sumber khas wilayah. Selanjutnya, laporan ini akan menjadi dasar bagi perencanaan pengelolaan dan reduksi emisi GRK, sekaligus penyusunan regulasi terkait. Tujuannya adalah menyediakan udara yang sehat, layak dan berkualitas bagi masyarakat Yogyakarta.

Keberhasilan pelaksanaan inventarisasi Emisi GRK ini dicapai melalui kerjasama yang terbina baik antara DLH Kota Yogyakarta dan Tim Inventarisasi Emisi GRK PUSTRAL UGM. Kami mengucapkan terimakasih dan respek kepada Kepala DLH Kota Yogyakarta dengan timnya, Kepala PUSTRAL UGM Prof. Ir. Nur Yuwono dan Ketua Tim Inventarisasi Emisi GRK PUSTRAL UGM Dr. M. Pramono Hadi, M.Sc serta anggota tim lainnya yang dengan penuh semangat membantu tersusun laporan ini. Untuk kelancaran pelaksanaan pengumpulan data kami mengucapkan terimakasih kepada Walikota Yogyakarta, instansi-instansi pemerintah, paguyuban, BUMN, hingga perusahaan swasta pemilik data atas aksesibilitas dan kemudahan memperoleh data. Terakhir dan menjadi yang utama adalah ucapan terimakasih serta respek kepada seluruh masyarakat Kota Yogyakarta atas dukungan hingga kegiatan inventarisasi GRK dapat berlangsung dengan baik.

Yogyakarta, November 2017

Pusat Studi Transportasi dan Logistik UGM

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
EXCECUIVE SUMMARY	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.1.1. Tujuan Kegiatan	3
1.1.2. Ruang Lingkup.....	3
1.1.3. Pemanfaatan Laporan.....	4
BAB 2 STUDI LITERATUR	5
2.1. Gambaran Umum	5
1.2.1. Gas Rumah Kaca (GRK) dan Pemanasan Global	7
1.2.2. Manajemen Kualitas Udara	12
1.2.3. Regulasi Pencemaran Udara Indonesia	14
1.2.4. Status Pencemaran Udara Indonesia.....	16
2.2. Persiapan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca	18
2.3. Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca	19
2.3.1. Prinsip Dasar.....	21
2.3.2. Komponen Inventarisasi Emisi	23
2.3.3. Formula Dasar	23
2.3.4. Kategori Kunci.....	24
2.3.5. Data Aktivitas	25
2.3.6. Faktor Emisi	25
2.3.7. Analisis dan Interpretasi Hasil	25
2.4. Penjaminan dan Pengendalian Mutu.....	26
2.5. <i>Uncertainties</i> dan Kelengkapan.....	27
BAB 3 RONA LINGKUNGAN.....	28
3.1. Deskripsi Umum Kota Yogyakarta.....	28
3.1.1. Aspek geografis	28
3.1.2. Aspek demografis	29

3.1.3.	Aspek klimatologis.....	30
3.1.4.	Aspek kekayaan biodiversitas	31
3.1.5.	Aspek ekonomi, sosial dan budaya	31
BAB 4 KECENDERUNGAN EMISI GAS RUMAH KACA		34
4.1.	Agregat Gas Rumah Kaca	34
4.2.	Agregat Per Variabel Gas Rumah Kaca	36
BAB 5 PENGADAAN DAN PENGGUNAAN ENERGI		38
5.1.	Overview.....	38
5.2.	Emisi Pembakaran Bahan Bakar (<i>Fuel Combustion</i>).....	42
5.2.1.	Sumber Bergerak	43
5.2.1.1.	Transportasi Jalan Raya	43
5.2.1.2.	Terminal Bus.....	47
5.2.1.3.	Kerata Api.....	48
5.2.2.	Sumber Tidak Bergerak (Stasioner)	50
5.2.2.1.	Sektor Rumah Tangga (Domestik).....	50
5.2.2.2.	Energi Industri.....	53
5.2.2.3.	Hotel	62
5.2.2.4.	Restoran	66
5.2.2.5.	Perbelanjaan Modern (<i>Mall</i>).....	70
5.2.2.6.	Pasar Tradisional	73
5.2.2.7.	Pedagang Kali Lima (PKL).....	76
5.2.2.8.	Kantor Pemerintahan	78
5.2.2.9.	Rumah Sakit	80
5.3.	Konsumsi Listrik.....	84
BAB 6 PROSES INDUSTRI DAN PENGGUNAAN PRODUK		86
6.1.	<i>Overview</i> Proses Industri dan Penggunaan Produk	86
6.2.	Penggunaan Produk Non-Energi Bentuk Bahan Bakar dan Pelarut .	87
6.2.1.	Penggunaan Pelumas (<i>Lubricant Use</i>).....	87
BAB 7 PERTANIAN, KEHUTANAN DAN PENGGUNAAN LAHAN LAINNYA		89
7.1.	Overview Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya.....	89
7.2.	Peternakan (<i>livestock</i>).....	91
7.3.	Pertanian	96
7.3.1.	Pengolahan sawah.....	98
7.3.2.	Pembakaran biomassa.....	100

7.3.3. Penggunaan Pupuk urea.....	101
7.3.4. Pengolahan lahan	102
7.4. Perubahan Penggunaan Lahan	104
BAB 8 PENGELOLAAN LIMBAH.....	107
8.1. Overview Pengelolaan Limbah.....	107
8.2. Tempat Pembuangan Akhir Sampah (<i>Solid Waste</i>)	108
8.3. Sanitasi dan Pengolahan Limbah Domestik	109
BAB 9 KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	114
9.1. Kesimpulan	114
9.2. Rekomendasi.....	114
DAFTAR PUSTAKA.....	120
LAMPIRAN	121

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Deskripsi Ragam Jenis Gas Rumah Kaca Dominan.....	8
Tabel 2. 2	Opsi pengendalian kualitas udara (Harshadeep et.al, 2004)	13
Tabel 3. 1	Penggunaan Lahan menurut Kecamatan di Kota Yogyakarta, 2016	29
Tabel 3. 2	Distribusi dan Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan di Kota Yogyakarta (2016).....	30
Tabel 3. 3	Tabel Laju Pertumbuhan PDRB Atas dasar Harga Konstan 2010 Menurut Lapangan Usaha di kota Yogyakarta (persen), 2013-2016	32
Tabel 4. 1	Emisi GRK di Kota Yogyakarta tahun 2017	34
Tabel 4. 2	Pemeringkatan GRK Kota Yogyakarta per variabel berdasarkan kategori kuncinya	37
Tabel 5. 1	Overview beban emisi kategori kunci penggunaan energi di Kota Yogyakarta.....	41
Tabel 5. 2	Sumber emisi pada kategori pengadaan dan penggunaan energi, inventarisasi GRK Kota Yogyakarta	42
Tabel 5. 3	Tabel konsumsi energi berdasarkan bahan bakar minyak dan emisi yang dihasilkan per tahun.....	46
Tabel 5. 4	Hitungan Beban Emisi GRK Sektor Aktivitas Terminal Giwangan .	48
Tabel 5. 5	Panjang Lintasan KA di Wilayah Kota Yogyakarta	49
Tabel 5. 6	Standar Konsumsi BBM per tiap Jenis Lokomotif	49
Tabel 5. 7	Faktor Emisi Yang Digunakan Dalam Perhitungan Beban Emisi GRK Kereta Api di Kota Yogyakarta.....	49
Tabel 5. 8	Hasil Emisi GRK Kereta Api di Kota Yogyakarta	49
Tabel 5. 9	Jenis Bahan Bakar Yang Digunakan Sektor Rumah Tangga di Kota Yogyakarta.....	50
Tabel 5. 10	Emisi GRK dari sektor rumah tangga di Kota Yogyakarta, Tahun 2016.....	52
Tabel 5. 11	Konsumsi Energi Untuk Industri Besar dan Sedang Tahun 2016 ..	53
Tabel 5. 12	Rekapitulasi Konsumsi Energi Industri Besar	53
Tabel 5. 13	Penggunaan energi non listrik industri kecil di Kota Yogyakarta....	54
Tabel 5. 14	Hasil Rekapitulasi Konsumsi Energi Industri Kecil.....	56
Tabel 5. 15	Tabel Faktor Konversi	57
Tabel 5. 16	Faktor emisi yang digunakan untuk perhitungan beban emisi aktivitas industri kecil di Kota Yogyakarta.....	57

Tabel 5. 17	Faktor emisi yang digunakan untuk perhitungan beban emisi aktivitas industri besar di Kota Yogyakarta	58
Tabel 5. 18	Emisi GRK dari Sektor Industri di Kota Yogyakarta	59
Tabel 5. 19	Konsumsi Energi Hotel Sampel tahun 2013	62
Tabel 5. 20	Konsumsi Energi Hotel Sampel Ekspansi tahun 2016	63
Tabel 5. 21	Hasil Hitung Emisi GRK Perhotelan	64
Tabel 5. 22	Konsumsi Bahan Bakar di Restoran hasil sampel tahun 2013.....	66
Tabel 5. 23	Konsumsi Bahan Bakar di Restoran hasil ekspansi tahun 2016	67
Tabel 5. 24	Emisi GRK dari penggunaan bahan bakar aktivitas restoran di Kota Yogyakarta.....	68
Tabel 5. 25	Konsumsi Bahan Bakar di Mall Tahun 2013.....	70
Tabel 5. 26	Konsumsi Bahan Bakar Mall ekspansi ke Tahun 2016.....	71
Tabel 5. 27	Hasil Emisi GRK Perbelanjaan Modern (Mall) tahun 2016.....	72
Tabel 5. 28	Konsumsi Bahan Bakar sampel di Pasar Tradional tahun 2013	73
Tabel 5. 29	Konsumsi Bahan Bakar hasil ekspansi tahun 2016 di Pasar Tradional.....	74
Tabel 5. 30	Hasil Emisi GRK dari penggunaan bahan bakar di Pasar Tradional	75
Tabel 5. 31	Konsumsi Bahan Bakar sampel oleh PKL tahun 2013.....	76
Tabel 5. 32	Konsumsi Bahan Bakar oleh PKL hasil ekspansi tahun 2016.....	76
Tabel 5. 33	Hasil Emisi GRK dari penggunaan bahan bakar oleh PKL di Kota Yogyakarta 2016	77
Tabel 5. 34	Konsumsi Bahan Bakar sampel oleh Kantor Pemerintahan tahun 2013.....	78
Tabel 5. 35	Konsumsi Bahan Bakar oleh Kantor Pemerintahan hasil ekspansi tahun 2016	78
Tabel 5. 36	Hasil Emisi GRK dari penggunaan bahan bakar di Kantor Pemerintahan 2016.....	79
Tabel 5. 37	Daftar rumah sakit di Kota Yogyakarta	80
Tabel 5. 38	Konsumsi Bahan Bakar dari Rumah Sakit hasil sample tahun 2013	82
Tabel 5. 39	Konsumsi Bahan Bakar dari Rumah Sakit hasil ekspansi tahun 2016	82
Tabel 5. 40	Hasil Emisi GRK dari Rumah Sakit di Kota Yogyakarta 2016.....	83
Tabel 5. 41	Data daya dibangkitkan, jumlah pelanggan listrik (PLN) dan kWh terjual berdasarkan sektor kegiatan di Kota Yogyakarta Tahun 2016	84
Tabel 5. 42	Beban emisi dari konsumsi listrik di Kota Yogyakarta tahun 2016 .	84

Tabel 6. 1	Faktor emisi dan net calorific value perhitungan beban emisi pelumas	88
Tabel 6. 2	Hasil perhitungan beban emisi penggunaan pelumas industri dan automotif di Kota Yogyakarta Tahun 2016.....	88
Tabel 7. 7	Beban emisi kategori kunci AFOLU Kota Yogyakarta.....	90
Tabel 7. 8	Data aktivitas peternakan di Kota Yogyakarta	92
Tabel 7. 9	Faktor emisi dalam perhitungan beban emisi aktivitas peternakan	93
Tabel 7. 10	Hasil perhitungan beban emisi aktivitas peternakan di Kabupaten Yogyakarta.....	94
Tabel 7. 11	Tren fluktuasi beban emisi sektor peternakan Kota Yogyakarta periode 2011 - 2016	95
Tabel 7. 12	Beban emisi GRK aktivitas pertanian di Kota Yogyakarta.....	97
Tabel 7. 13	Data aktivitas pertanian di Kota Yogyakarta	98
Tabel 7. 14.	Koefisien pendukung perhitungan beban emisi aktivitas pengolahan sawah.....	99
Tabel 7. 15	Faktor emisi pengolahan sawah yang telah dikoreksi.....	99
Tabel 7. 16.	Hasil perhitungan beban emisi aktivitas pertanian, sub aktivitas pengolahan sawah di Kota Yogyakarta	100
Tabel 7. 17	Faktor emisi digunakan dalam perhitungan beban emisi akibat pembakaran biomassa sektor pertanian.....	100
Tabel 7. 19.	Hasil perhitungan beban emisi aktivitas pertanian, sub aktivitas aplikasi pupuk urea di Kota Yogyakarta.....	102
Tabel 7. 20.	Faktor emisi untuk perhitungan beban emisi sub aktivitas pengolahan lahan.....	102
Tabel 7. 21	Faktor emisi yang digunakan untuk menghitung beban emisi N ₂ O langsung dan N ₂ O tidak langsung dari aktivitas pengolahan lahan.	103
Tabel 7. 22	Hasil perhitungan beban emisi aktivitas pertanian, sub aktivitas pengolahan lahan di Kota Yogyakarta	103
Tabel 7. 23	Perubahan Penggunaan lahan di Kota Yogyakarta dan stok karbon	106
Tabel 8. 1	Beban emisi kategori pengelolaan limbah di Kota Yogyakarta	108
Tabel 8. 2	Data aktivitas sanitasi domestik Kota Yogyakarta	110
Tabel 8. 3	Faktor konversi dan faktor emisi perhitungan beban emisi CH ₄ (metana) sanitasi domestik.....	110
Tabel 8. 4	Faktor konversi dan faktor emisi perhitungan beban emisi N ₂ O (dinitrogen oksida) sanitasi domestik.....	111
Tabel 8. 5	Beban emisi kategori kunci pengelolaan limbah pada aktivitas sanitasi domestik di Kota Yogyakarta	111

Tabel 8. 6	Beban emisi CH ₄ sanitasi domestik Kota Yogyakarta berdasarkan jenis sanitasi yang digunakan.....	111
Tabel 8. 7	Tren dinamika beban emisi CH ₄ dan N ₂ O Kota Yogyakarta 2010-2014.....	112
Tabel 9. 1	Rekomendasi Umum dalam Rencana Aksi Penurunan Emisi GRK	116

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1	Tren Gas Rumah Kaca Global berdasarkan Jenis pada rentang 1990 - 2005.....	6
Gambar 2. 2	Tren Gas Rumah Kaca Global berdasarkan sektor pengkontribusiannya pada rentang 1990 - 2005	6
Gambar 2. 3	Emisi karbondioksida (CO ₂) berdasarkan distribusi region pada rentang 1990-2005.....	6
Gambar 2. 4	Gas Rumah Kaca di Atmosfer.....	7
Gambar 2. 5	Skema hubungan antara GRK dan perubahan iklim (USEPA, 2016)	8
Gambar 2. 6	Efek Rumah Kaca dan Pemanasan Bumi	8
Gambar 2. 7	Elemen dalam Air Quality Management (World Bank, 2012).....	13
Gambar 2. 8	Variasi spasial konsentrasi NO ₂ rata-rata 2013 pada grid skala 30'x 30'	17
Gambar 2. 9	Variasi spasial konsentrasi SO ₂ rata-rata 2013 pada grid skala 30'x 30'	17
Gambar 2. 10	Diagram Alir Persiapan Inventarisasi GRK Kota Yogyakarta.....	20
Gambar 2. 11	<i>Milestone</i> dan alokasi waktu inventarisasi GRK Kota Yogyakarta.....	21
Gambar 2. 12	Deskripsi Data Aktivitas	25
Gambar 2. 13	Analisis dan Interpretasi Hasil	26
Gambar 2. 14	Skema Penjaminan dan Pengendalian Mutu.....	27
Gambar 3. 1	Penduduk menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin di Kota Yogyakarta (2016)	29
Gambar 3. 2	Penduduk menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin di Kota Yogyakarta (2016)	31
Gambar 4. 1	Komposisi Emisi CO ₂ (ton/tahun) berdasarkan variable dan kategori kunci.....	35
Gambar 4. 2	Komposisi Emisi CH ₄ (ton/tahun) berdasarkan variable dan kategori kunci.....	35
Gambar 4. 3	Komposisi Emisi NO ₂ (ton/tahun) berdasarkan variable dan kategori kunci.....	36
Gambar 5. 1	Ilustrasi Cakupan Inventarisasi GRK Sektor Energi	39
Gambar 5. 2	Contoh ilustrasi pengelompokan sektor inventarisasi GRK	40
Gambar 5. 3	Ilustrasi kategori sumber-sumber emisi GRK sektor energy.....	40
Gambar 5. 3	Prosentasi Emisi CO ₂ hasil pembakaran Bahan Bakar	43
Gambar 5. 5	Prosentasi Konsumsi Bahan Bakar di Kota Yogyakarta	44

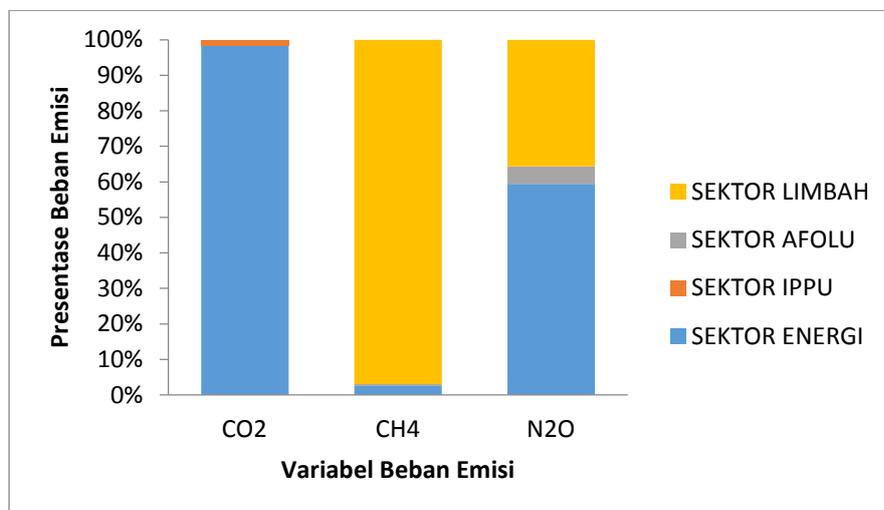
Gambar 5. 6	Peta Jalur Lintasan Kereta Api di Kota Yogyakarta	48
Gambar 5. 7	Perbandingan emisi GRK dari jenis kereta api di Kota Yogyakarta	50
Gambar 5. 8	Prosentasi Emisi CO ₂ terhadap sektor Industri Besar, Sedang, dan Kecil.....	61
Gambar 5. 9	Prosentasi Emisi CH ₄ terhadap sektor Industri Besar, Sedang, dan Kecil.....	61
Gambar 5. 10	Prosentasi Emisi NO ₂ terhadap sektor Industri Besar, Sedang, dan Kecil.....	62
Gambar 5. 11	Perbandingan Emisi CO ₂ dari Hotel berbintang dan non berbintang	65
Gambar 5. 12	Perbandingan Emisi CH ₄ dari Hotel berbintang dan non berbintang	65
Gambar 5. 11	Perbandingan Emisi N ₂ O dari Hotel berbintang dan non berbintang	65
Gambar 5. 14	Perbandingan Emisi CO ₂ dari Penggunaan Bahan Bakar di Restoran	69
Gambar 5. 15	Perbandingan Emisi CH ₄ dari Penggunaan Bahan Bakar di Restoran	69
Gambar 5. 16	Perbandingan Emisi N ₂ O dari Penggunaan Bahan Bakar di Restoran	70
Gambar 5. 16	Peta Sebaran Lokasi Rumah Sakit di Kota Yogyakarta.....	81
Gambar 5. 18	Komposisi sektoral emisi karbondioksida (CO ₂) dari konsumsi listrik di Kota Yogyakarta tahun 2016	85
Gambar 6. 1	Penjelasan pengelompokkan emisi GRK pada proses industri menurut kategori kunci IPCC	86
Gambar 6. 3	Kategori Sumber Emisi Sektor IPPU	87
Gambar 6. 3	Sub-kategori sumber emisi dari Penggunaan Produk Bahan Bakar Non-Energi dan Pelarut.....	87
Gambar 7. 1	Presentasi Penggunaan Lahan di Kota Yogyakarta	89
Gambar 7. 2	Prosentasi emisi CH ₄ pada kategori kunci AFOLU	90
Gambar 7. 3	Prosentasi emisi CO ₂ pada kategori kunci AFOLU.....	91
Gambar 7. 4	Prosentasi emisi N ₂ O pada kategori kunci AFOLU.....	91
Gambar 7. 5	Populasi Ternak non unggas (kiri) dan Unggas (kanan) di Kota Yogyakarta pada tahun dokumentasi 2016	93
Gambar 7. 6	Fluktuasi beban emisi CH ₄ dari sektor peternakan di Kota Yogyakarta pada periode 2011 - 2016	96
Gambar 7. 7	Fluktuasi beban emisi N ₂ O dari sektor peternakan di Kota Yogyakarta pada periode 2011 - 2016	96

Gambar 7. 8	Prosentase emisi GRK dari sektor pertanian di Kota Yogyakarta	97
Gambar 7. 9	Siklus Karbon dari Ekosistem Daratan AFOLU	105
Gambar 7. 10	Perubahan luasan lahan sawah dan permukiman/lahan terbangun pada periode 2013-2016 di Kota Yogyakarta	106
Gambar 7. 11	Perubahan luasan lahan hutan kering sekunder pada periode 2013-2016 di Kota Yogyakarta.....	106
Gambar 8. 1	Kategori Sumber Utama Emisi GRK dari Kegiatan Pengelolaan Limbah.....	107
Gambar 8. 2	Komposisi beban emisi CH ₄ berdasarkan tipe sanitasinya di Kota Yogyakarta.....	112
Gambar 8. 3	Fluktuasi beban emisi CH ₄ Kota Yogyakarta periode 2012 - 2016	113

EXCECUIVE SUMMARY

Inventarisasi dan Penyusunan Profil Emisi Gas Emisi Rumah Kaca Kota Yogyakarta 2017 diselenggarakan untuk menghitung emisi GRK Kota Yogyakarta pada 4 kategori kunci meliputi: penggunaan energi, proses produksi, AFOLU (pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan) dan pengelolaan limbah. Analisis aktivitas dalam masing masing kategori kunci disesuaikan berdasarkan (1) karakter emisi Kota Yogyakarta dan (2) ketersediaan data. Metode perhitungan dengan menggunakan formula emisi, mengaplikasikan faktor emisi GRK dari IPCC Guidelines for National Greenhouse Gases Inventory (2006), sedangkan pengumpulan data mengutamakan pendekatan top down melalui optimasi data sekunder.

Variabel yang dihitung dalam inventarisasi adalah karbondioksida (CO₂), metana (CH₄) dan dinitrogen oksida (N₂O). Batasan inventarisasi adalah batasan wilayah administrasi Kota Yogyakarta dengan basis data tahun 2016. Hasil inventarisasi GRK Kota Yogyakarta untuk emisi CO₂ sebesar 1.053.890,65 ton/tahun, CH₄ sebesar 4.763,40 ton/tahun dan N₂O sebesar 35,40 ton/tahun. Kontributor terbesar emisi CO₂ adalah kategori kunci penggunaan energi (98%), sedangkan, untuk CH₄ 97% berasal dari sektor limbah dan N₂O juga berasal dari penggunaan energi dengan kontribusi 59%.



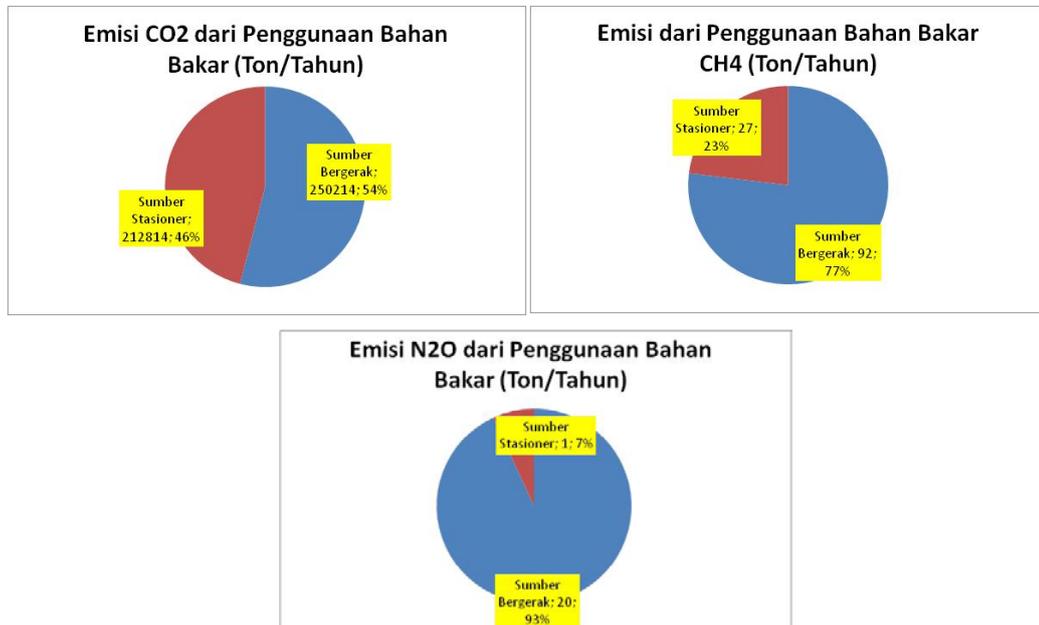
a. Kategori kunci penggunaan energi

Sektor penggunaan energi meliputi aktivitas penggunaan bahan bakar dan konsumsi listrik. Emisi CO₂ yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan bahan bakar sebesar 463.028 ton/tahun, CH₄ sebesar 119 ton/tahun, dan N₂O hanya 21 ton/tahun di tahun dasar 2016. Untuk penggunaan konsumsi listrik di Kota Yogyakarta menghasilkan emisi CO₂ lebih besar dari penggunaa bahan bakar, yaitu sebesar 574.757 ton/tahun.

Dalam penggunaan bahan bakar berasal dari sumber bergerak dan sumber tidak bergerak (stasioner). Mayoritas emisi GRK berasal dari sumber bergerak

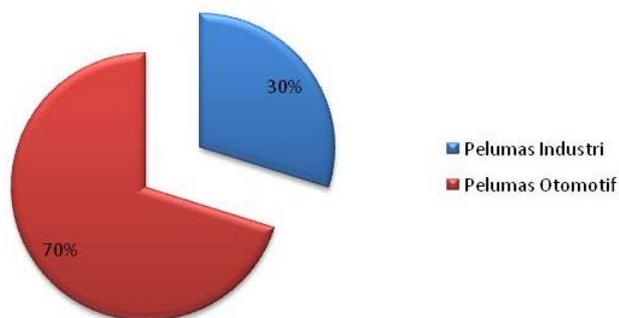
dengan rincian untuk emisi CO₂ sebesar 54%, emisi CH₄ sebesar 77% dan emisi N₂O sebesar 93% berasal dari sumber bergerak juga. Untuk emisi CO₂, CH₄ dan N₂O dari sumber bergerak berturut-turut dihasilkan oleh transportasi jalan raya, terminal bus dan kereta api, sedangkan untuk emisi CO₂ dari sumber tidak bergerak berturut-turut dihasilkan oleh aktivitas industri, rumah tangga (domestik), restoran, Pedangang Kaki Lima (PKL), Hotel, Rumah Sakit, Pasar Tradisional, Kantor Pemerintahan, dan Pembelanjaan Modern (mall); emisi CH₄ mayoritas dihasilkan oleh aktivitas PKL; dan N₂O berasal dari industri (besar dan kecil).

Emisi GRK dari aktivitas konsumsi listrik di Kota Yogyakarta hanya menghasilkan CO₂, dengan kontribusi dari aktivitas berturut-turut yaitu usaha dan hotel, rumah tangga, sosial, gedung pemerintahan, industri, dan penerangan jalan.



b. Kategori kunci proses industri

Kategori proses industri menghasilkan emisi yang tidak signifikan. Penyebabnya karena ketersediaan data aktivitas yang hanya berasal dari penggunaan pelumas untuk peralatan industri. Emisi yang dihasilkan hanya dari variabel CO₂. Nilai beban emisi penggunaan pelumas adalah 16.075,08 ton CO₂/tahun, yang mana didominasi dari penggunaan pelumas otomotif.



c. Kategori kunci AFOLU

Aktivitas AFOLU (pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan), sangat sedikit di wilayah Kota Yogyakarta yang merupakan ciri perkotaan. Beban emisi kategori kunci AFOLU di Kota Yogyakarta ditinjau dari variabelnya adalah sebagai berikut : variabel CO₂ sebesar 30,80 ton/tahun, variabel CH₄ sebesar 24,70 ton/tahun dan variabel N₂O sebesar 1,75 ton/tahun.

Kontributor utama emisi CO₂ adalah penggunaan pupuk urea untuk pembudidayaan tanaman pangan (30,80 ton/tahun). Untuk variabel CH₄, kontributor utamanya adalah sektor peternakan (17,64 ton/tahun), melalui emisi enterik dan disusul oleh pengolahan sawah. Untuk variabel N₂O, kontributor dominannya adalah emisi N₂O langsung dari pengolahan lahan (1,36 ton/tahun).

d. Kategori kunci pengelolaan limbah

Berbeda dengan kategori kunci lain, pada pengelolaan limbah variabel yang dominan untuk Kota Yogyakarta adalah emisi CH₄. Besaran nilai beban emisi CH₄ adalah 4.619,44 ton/tahun, lebih besar dari beban emisi N₂O yaitu 12,63 ton/tahun. Tingginya beban emisi CH₄ dikontribusikan terutama oleh kombinasi sanitasi domestik (2.403,30 ton/tahun) dan TPA (2.216,14 ton/tahun). Keduanya adalah aktivitas yang berkorelasi kuat dengan pertumbuhan populasi penduduk. Sedangkan CO₂ tidak ada karena tidak adanya pembakaran sampah oleh masyarakat.

Catatan penting

Pelaksanaan inventarisasi emisi dan penyusunan profil emisi GRK di Kota Yogyakarta memunculkan beberapa catatan penting. Catatan ini dianggap signifikan untuk dapat dimasukkan ke dalam upaya perencanaan pengelolaan udara bersih, terutama dalam upaya mereduksi emisi GRK. Beberapa catatan tersebut antara lain :

1. Masih besarnya kontribusi CO₂ dari aktivitas konsumsi listrik yaitu sebesar 55% dibandingkan dari penggunaan bahan bakar, memerlukan strategi efisiensi penggunaan listrik dan alternatif penggunaan lampu LED.
2. Emisi yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar sebagian besar masih dihasilkan dari sumber bergerak yaitu 54% dibandingkan dari sumber tidak bergerak, sehingga diperlukan strategi penggunaan transportasi yang berkelanjutan (*sustainable transportation*) disetiap aktivitas harian di Kota Yogyakarta.
3. Masih ditemukannya penggunaan oli bekas untuk aktivitas pembakaran di industri kecil, yang menyebabkan emisi GRK di sektor industri menjadi besar. Perlunya kebijakan yang ketat tentang legalitas penggunaan oli bekas di industri kecil.

Kesimpulan

1. Berdasarkan kategori kunci GRK IPCC, terdapat 4 kelompok dengan masing masing sumber emisi potensial sebagai berikut :

- a. Kategori penggunaan energi berturut turut adalah konsumsi listrik, transportasi jalan raya, bahan bakar rumah tangga (domestik) dan industri
 - b. Proses industri hanya dari pelumas (sesuai data) dan dianggap tidak signifikan
 - c. AFOLU berturut turut adalah aplikasi urea, peternakan dan pembakaran biomassa
 - d. Pengelolaan limbah berturut turut adalah pembakaran sampah, sanitasi domestik dan landfill (TPA)
2. Berdasarkan kategori kunci emisi GRK tersebut di atas, beban emisi Kota Yogyakarta adalah sebagai berikut :
- a. **Kategori penggunaan energi**; variabel karbondioksida (CO_2) sebesar 1.037.784,78 ton/tahun, variabel metana (CH_4) sebesar 119,26 ton/tahun dan variabel dinitrogen oksida (N_2O) sebesar 21,03 ton/tahun. Nilai emisi tertinggi CO_2 adalah konsumsi listrik, CH_4 adalah transportasi jalan raya dan N_2O komersial dan perkantoran.
 - b. **Kategori proses industri** hanya variabel karbondioksida dri penggunaan pelumas sebesar 16.075,08 ton/tahun
 - c. **Kategori AFOLU**; variabel karbondioksida sebesar 30,80 ton/tahun, variabel metana sebesar 24,70 ton/tahun dan N_2O sebesar 1,75 ton/tahun. Kontributor terbesar CO_2 adalah aplikasi urea, untuk CH_4 adalah peternakan dan N_2O adalah peternakan.
 - d. **Kategori pengelolaan limbah**; variabel CH_4 sebesar 4.619,44 ton/tahun dan variabel N_2O sebesar 12,63 ton/tahun. Kontributor terbesar CH_4 dan N_2O dari sanitasi domestik.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Gas rumah kaca (GRK) merupakan gas di atmosfer yang berfungsi menyerap radiasi infra merah dan ikut menentukan suhu atmosfer. Adanya berbagai aktivitas manusia, khususnya sejak era pra-industri emisi gas rumah kaca ke atmosfer mengalami peningkatan yang sangat tinggi sehingga meningkatkan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Hal ini menyebabkan timbulnya masalah pemanasan global dan perubahan iklim. Untuk mengatasi masalah ini, pada KTT Bumi di Rio tahun 2002, dilahirkan konvensi perubahan iklim dengan tujuan untuk menstabilisasi konsentrasi gas-gas rumah kaca di atmosfer pada tingkat yang tidak membahayakan sistem iklim. Tingkat konsentrasi yang dimaksud harus dapat dicapai dalam satu kerangka waktu tertentu sehingga memberikan waktu yang cukup kepada ekosistem untuk beradaptasi secara alami terhadap perubahan iklim dan dapat menjamin produksi pangan tidak terancam dan pembangunan ekonomi dapat berjalan secara berkelanjutan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Perubahan Iklim menjadi salah satu tantangan global baik ilmiah maupun politik terbesar saat ini. Tidak hanya karena emisi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer bersifat lintas batas yang potensial berdampak ke semua negara tetapi juga karena emisi GRK bersumber dari semua negara, berbagai tingkat pemerintahan dan bahkan berbagai pelaku. Emisi GRK merupakan hasil dari pilihan dan tindakan individu sampai dengan institusi dari skala lokal, nasional sampai global.

Pada 2011, konsentrasi gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 dan NO_x) telah melampaui rata-rata konsentrasi yang terekam dalam sejarah bumi. Sumber utama CO_2 adalah konsumsi bahan bakar fosil dan industri semen. Separuh dari karbon ini berakhir di atmosfer dan sisanya akan diserap oleh lautan dan tanaman. Terdapat beberapa faktor yang mendorong terjadinya fenomena perubahan iklim tersebut antara lain:

- Perubahan iklim terjadi karena ketidakseimbangan antara energi matahari yang diterima oleh bumi dan yang dilepaskan atau diradiasikan kembali ke angkasa (dikenal dengan tekanan radiatif)
- Sebelum era industrialisasi sebelum 1.750, radiasi matahari dan peristiwa vulkanik dipandang sebagai kontributor utama, namun dampak dari tekanan oleh radiasi nyatanya saat ini tidak sebesar dampak dari gas rumah kaca
- Masa depan dari perubahan iklim juga akan ditentukan oleh mekanisme feedback seperti efek albedo pada es dan salju (IPCC, 2013)

Berdasarkan IPCC, dampak fenomena perubahan iklim akan beragam pada setiap komunitas dan region. Penentunya adalah kemampuan komunitas

untuk melakukan mitigasi dan kondisi awal dari suatu lingkungan yang terdampak. Waktu dari tingkatan dampak ini pada setiap wilayah akan berbeda dan ditentukan oleh kedua faktor tersebut. Berikut adalah rangkuman dari dampak perubahan iklim terhadap lingkungan.

Kenaikan temperatur bumi dengan kecenderungan terus meningkat secara signifikan. Kenaikan suhu bumi sebenarnya merupakan fenomena yang wajar mengingat emisi gas rumah kaca telah diemisikan sejak terbentuknya bumi. Namun, peningkatan secara signifikan pada emisi GRK membuat kenaikan suhu menjadi lebih cepat dan signifikan. IPCC memprediksikan kenaikan suhu global 1-3 °C di atas suhu tahun 1990 (IPCC, 2013 dalam NASA, 2016).

Berdasarkan data *Human Development Report* yang dirilis *United Nations Development Programme* (UNDP) tahun 2008, Indonesia ditempatkan sebagai negara dengan peringkat ke-14 untuk penghasil emisi karbon di dunia, jauh di bawah negara-negara maju yang menggelontorkan karbon ke atmosfer dari aktivitas industrinya. Besar kecilnya jumlah emisi di suatu negara tentu juga dipengaruhi luas wilayah dan jumlah penduduk di negara tersebut. Dengan demikian, apabila emisi yang diperhitungkan adalah jumlah emisi per satuan luas wilayah atau per kapita penduduk tentu Indonesia bukan termasuk negara penghasil emisi yang besar. Tidak berarti Indonesia hanya akan berdiam diri menghadapi ancaman perubahan iklim, tetapi dengan logika seperti ini diharapkan kita dapat membuat perencanaan dan strategi adaptasi maupun mitigasi perubahan iklim secara lebih rasional dan proporsional dalam kerangka pembangunan nasional berkelanjutan.

Dengan kompleksitasnya, pengendalian perubahan iklim tidak dapat dilakukan oleh satu pelaku, institusi dan bahkan Negara saja. Kerjasama internasional dibutuhkan untuk menjamin stabilitas dan efektifitas pengendalian. Pembahasan perubahan iklim telah bergerak dari sekedar ketertarikan ilmuwan menjadi upaya global antarnegara di bawah koordinasi PBB. Bahkan negosiasi dan kesepakatan antarnegara telah sampai pada kekuatan yang mengikat. Indonesia telah mengikat diri dengan meratifikasi Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa tentang Perubahan Iklim (*United Nation Framework Convention on Climate Change*) melalui Undang-Undang Nomor 6 Tahun 1994. Pada tahun 2004, dilakukan pula ratifikasi Protokol Kyoto (UU No 17, 2004). Dengan ratifikasi ini maka Indonesia tunduk pada mekanisme yang disepakati.

Sayangnya komitmen nasional tidak dapat tercapai tanpa kontribusi lokal. Berbagai emisi GRK bersumber dari lokasi-lokasi dan kegiatan yang spesifik dimana Kota memiliki kewenangan yang lebih sesuai. Kota-kota memiliki kewenangan dalam perencanaan tata ruang, pengelolaan sampah, dan perencanaan transportasi yang dapat bermanfaat bagi pengendalian emisi GRK. Kota-kota juga dapat terdampak perubahan iklim sehingga pengendalian emisi GRK di Kota menjadi relevan. Hal ini juga didukung studi *Inter-government Panel on Climate Change* (IPCC) yang menunjukkan bahwa penurunan emisi GRK dari fase pertama Protokol Kyoto masih terbatas. Dibutuhkan ekspansi baik instrumen maupun elemen yang lebih luas seperti sektor dan tingkat pemerintahan yang lebih luas termasuk daerah (IPCC, 2007). Hubungan dan keterkaitan antara internasional dan domestik menjadi penting karena institusi domestik dapat lebih efektif memainkan peranan.

Bagi Indonesia, perubahan iklim diperkirakan berkonsekuensi ganda. Di satu sisi Indonesia diperkirakan termasuk dalam 10 besar emitor GRK dunia sehingga memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim. Di lain pihak, Indonesia juga rentan terhadap dampak negatif perubahan iklim. Kondisi ini menempatkan Indonesia untuk bekerjasama dan berkomitmen dalam menanggulangi perubahan iklim (Bappenas, 2010). Indonesia juga menyadari pentingnya peran daerah sehingga mewajibkan pemerintah daerah (provinsi) untuk menyusun Rencana Aksi Daerah Penurunan Emisi GRK (Perpres No. 61, 2011).

Upaya menanggulangi perubahan iklim diwujudkan melalui komitmen penurunan emisi GRK sampai dengan 26% dengan sumberdaya sendiri dan sampai dengan 41% dengan kerjasama internasional dari kondisi tanpa upaya pada tahun 2020. Berbagai upaya dilakukan antara lain melalui penyusunan *Indonesia Climate Change Roadmap* dan Rencana Aksi Nasional Penurunan GRK. Namun demikian upaya pemerintah tidak dapat dilakukan tanpa dukungan pemerintah daerah. Pemerintah mewajibkan pemerintah provinsi dengan mengoordinir pemerintah kabupaten dan Kota untuk menyusun rencana aksi daerah penurunan emisi GRK (Perpres No.71, 2011).

1.1.1. Tujuan Kegiatan

Penyusunan Inventarisasi dan Profil Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Yogyakarta ditujukan untuk:

- a. Mengidentifikasi sumber-sumber emisi potensial dan mengumpulkan data terkait inventarisasi emisi GRK dari masing-masing sumber tersebut;
- b. Menganalisis beban emisi GRK tahunan berdasarkan spesifikasi aktivitas penyumbang emisi dan variabel emisi yang digunakan;
- c. Memberikan rekomendasi dan bekal pengetahuan dalam perencanaan dan pelaksanaan upaya-upaya penurunan emisi GRK dan rencana aksi pengelolaan kualitas udara dalam pelaksanaan tugas masing-masing SKPD.

1.1.2. Ruang Lingkup

Ruang lingkup wilayah. Inventarisasi dan profil emisi GRK Kota Yogyakarta dilaksanakan dengan menginventarisasi sumber atau kontributor emisi GRK potensial yang berada di wilayah administratif Kota Yogyakarta. Wilayah administratif Kota Yogyakarta seluas sekitar 32,5 Km² atau 1,02 % dari luas wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta menjadi batasan ruang bagi inventarisasi. Artinya, sumber sumber emisi yang diinventarisasi dan dihitung beban emisinya adalah yang berada di dalam wilayah tersebut. Kegiatan ini tidak akan memperhitungkan sumber emisi yang berada di luar wilayah administrasi meski dampak emisinya dapat dirasakan di kawasan Kota Yogyakarta.

Ruang lingkup waktu. Mayoritas data aktivitas dalam kegiatan ini dikumpulkan dengan metode *Top Down*. Maknanya adalah data yang digunakan sebagian besar berupa data atau dokumen sekunder. Oleh sebab itu ditetapkan *base line year* data (batasan tahun data) adalah tahun 2016, sesuai dengan ketersediaannya. Penentuan *base line year* bertujuan untuk menyeragamkan data sekunder yang dikumpulkan. Pada beberapa bahasan, data bersifat seri digunakan untuk memperkaya analisis fluktuasi emisi. Pendekatan metode *Bottom*

Up hanya digunakan untuk kategori aktivitas tertentu menggunakan waktub riil pengamatan.

Ruang lingkup metode. Metode inventarisasi berbasis dari metode perhitungan. Sehingga kegiatan ini tidak melakukan pengukuran lapangan terhadap kualitas udara untuk menentukan beban emisi. Pengkategorian emisi dikelompokkan dalam tiga kelompok utama yaitu : sumber titik, sumber area dan sumber bergerak (*on road* dan *non road*). Untuk penyajian kategori menurut standar internasional (energi, proses industri, limbah dan pertanian) akan ditampilkan pada bagian kesimpulan dan rekomendasi. Variabel yang diamati terkait dengan variabel gas rumah kaca, pada umumnya adalah karbondioksida (CO_2), metana (CH_4) dan dinitrogen oksida (N_2O). Hasil akhir beban emisi ditampilkan dalam format satuan ton/tahun.

1.1.3. Pemanfaatan Laporan

Pelaksanaan inventarisasi dan profil emisi GRK dapat bermanfaat sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui tekanan beban emisi dan distribusinya pada wilayah administratif Kota Yogyakarta
2. Untuk menentukan prioritas reduksi emisi berbasis pada hasil analisis beban emisi pada setiap kategori sumber emisi dan potensi ancamannya pada lingkungan Kota Yogyakarta
3. Untuk memprediksikan kualitas udara lokal melalui kombinasi hasil inventarisasi emisi dengan data monitoring (pengukuran) udara ambien, data klimatologi dan baku mutu kualitas udara
4. Hitungan beban emisi dapat menjadi input bagi model dispersi emisi atmosferik yang saat ini banyak digunakan dan memegang peranan penting dalam manajemen kualitas udara dan penggunaan lahan perkotaan
5. Kombinasi hasil inventarisasi emisi dengan monitoring udara ambien (melalui pengukuran lapangan) dan kondisi lingkungan lokal dapat digunakan sebagai bahan penentuan baku mutu kualitas udara daerah yang bersifat lebih spesifik dan sesuai dengan karakter lokal
6. Sebagai dasar penyusunan regulasi terkait dan perencanaan pengelolaan kualitas udara di Kota Yogyakarta
7. Sebagai media informasi mengenai kondisi kualitas lingkungan, khususnya terkait dengan beban emisi GRK dan kualitas udara kepada masyarakat Kota Yogyakarta, sebagai pihak utama yang memiliki hak atas ketersediaan dan akses pada informasi tersebut.

BAB 2

STUDI LITERATUR

2.1. Gambaran Umum

Udara merupakan bagian dari matra lingkungan selain air dan tanah. Setiap matra memiliki peranan dalam membentuk lingkungan dalam hubungan dengan kemampuan lingkungan untuk mendukung kehidupan di dalamnya. Lingkungan tersusun atas tiga unsur utama yaitu unsur abiotik (tidak hidup), biotik (hidup) dan kultural. Setiap unsur saling mendukung membentuk kondisi lingkungan dan akan saling bergantung satu dengan lainnya.

Udara menjadi salah satu matra terpenting sebab akan berhubungan langsung dengan kehidupan. Udara merupakan kebutuhan utama makhluk hidup melangsungkan hidupnya, sebagai elemen dalam proses respirasi maupun sintesis energi. Oleh sebab itu, kualitas udara mendapatkan porsi besar dalam menentukan kelangsungan suatu kehidupan dan kesatuan lingkungan secara umum.

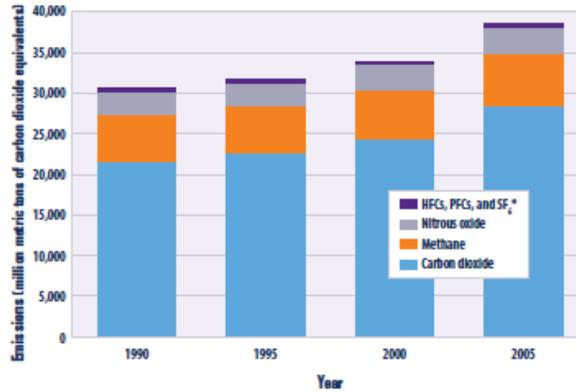
Modernisasi memberikan tantangan besar bagi kualitas udara bumi. Manusia modern tidak hanya memberi tambahan beban pencemaran secara signifikan terhadap lingkungan, namun juga membentuk persepsi umum yang memandang lingkungan hanya sebagai pelengkap pemenuhan kebutuhan, dikenal dengan sistem etika antropogenik (Keraf, 2000). Melalui sistem etika ini kita mengenal beragam aktivitas manusia modern saat ini sebagai aktivitas antropogenik. Aktivitas dengan kecenderungan untuk mengabaikan hak hak lingkungan.

Aktivitas antropogenik ditunjuk sebagai kontributor utama pencemaran udara. Wilayah perkotaan dengan intensitas kegiatan yang tinggi dan beragam, cenderung memiliki nilai emisi lebih besar. Sektor-sektor yang mendominasi kontribusi emisi saat ini adalah industri dan transportasi. Meskipun demikian, tidak dapat disangkal bahwa kedua aktivitas tersebut menjadi penggerak ekonomi bagi pengembangan suatu wilayah.

Pada masa lampau, pencemaran udara masih dianggap sebagai permasalahan bagi wilayah urban atau kawasan perkotaan. Namun, data-data hasil penelitian berikutnya menunjukkan bahwa pencemaran udara dapat terdistribusi melalui daratan maupun lautan melalui mekanisme transportasi yang cepat dan jangkauan luas. Proses ini menghasilkan awan-awan *atmospheric brown cloud* (ABC) yang mengandung sub micron partikel seperti aerosol (Ramanathan and Feng, 2009).

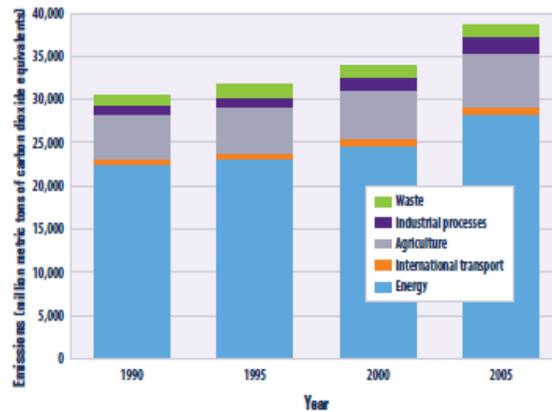
Pencemaran merupakan siklus wajar dari penggunaan atau konversi energi. Hal ini sesuai dengan hukum Termodinamika 2 tentang entropi sebagai sisa pengubahan energi. Pencemaran menjadi masalah lingkungan apabila jumlahnya berlebih dan bertambah secara tidak terkendali hingga melampaui batasan yang dapat ditoleransi oleh lingkungan. Sebagai salah satu

permasalahan lingkungan, pencemaran akan selalu bersinggungan dengan kepentingan pemenuhan kebutuhan manusia.



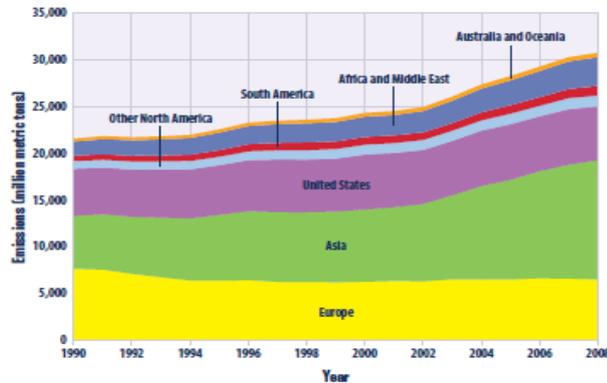
Gambar 2. 1 Tren Gas Rumah Kaca Global berdasarkan Jenis pada rentang 1990 - 2005

Sumber: *World Resource Institute* (2006) dalam USEPA (2011)



Gambar 2. 2 Tren Gas Rumah Kaca Global berdasarkan sektor pengkontribusannya pada rentang 1990 - 2005

Sumber: *World Resource Institute* (2006) dalam USEPA (2011)



Gambar 2. 3 Emisi karbondioksida (CO₂) berdasarkan distribusi region pada rentang 1990-2005

Sumber: *World Resource Institute* (2006) dalam USEPA (2011)

1.2.1. Gas Rumah Kaca (GRK) dan Pemanasan Global

Istilah Gas Rumah Kaca mengemuka seiring dengan isu pemanasan global dan perubahan iklim yang dampaknya telah dirasakan di berbagai wilayah di Indonesia. Namun, pemahaman terhadap apa itu gas rumah kaca, masih belum banyak dipahami secara tepat oleh masyarakat luas. Bahkan, ada yang memaknai gas rumah kaca sebagai gas yang dihasilkan oleh gedung-gedung tinggi berkaca di kota-kota besar (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

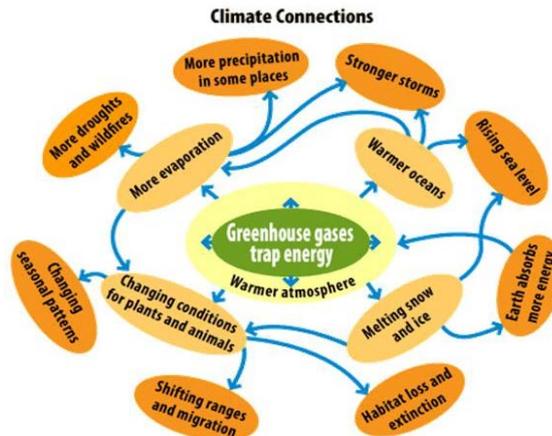
Istilah gas rumah kaca disampaikan para ahli dalam menggambarkan fungsi atmosfer bumi. Atmosfer bumi digambarkan sebagaimana kaca pada bangunan rumah kaca yang sering kita jumpai dalam praktek budidaya tanaman. Atmosfer bumi melewatkan cahaya matahari hingga mencapai dan menghangatkan permukaan bumi sehingga memungkinkan bumi untuk ditinggali makhluk hidup. Tanpa atmosfer, bumi akan dingin. Hal ini terjadi karena adanya keberadaan gas-gas di atmosfer yang mampu menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah (Gambar 2.4).



Gambar 2. 4 Gas Rumah Kaca di Atmosfer

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2012)

Gas rumah kaca (GRK) atau *greenhouse gas* (GHG) adalah gas gas yang berada di lapisan atmosfer dengan kemampuan untuk menyerap dan mengemisikan radiasi pada rentang cahaya inframerah. Proses ini menjadi mekanisme utama penyebab efek rumah kaca. Gas rumah kaca primer di atmosfer bumi antara lain uap air, karbondioksida (CO_2), metan (CH_4), nitrogen oksida (NO_x) dan ozon (O_3). Gas rumah kaca merupakan fenomena wajar bahkan turut membantu pembentukan kehidupan di bumi. Tanpa GRK, suhu bumi kemungkinan hanya akan mencapai -18°C dan adanya GRK menaikkan suhu tersebut (Wikipedia, 2016)



Gambar 2. 5 Skema hubungan antara GRK dan perubahan iklim (USEPA, 2016)

Energi yang dilepaskan oleh matahari mengendalikan cuaca dan iklim di bumi. Bumi akan menyerap sebagian dari energi tersebut dan meradiasikan sisanya kembali keluar angkasa, keluar dari atmosfer bumi. Ketika terdapat konsentrasi gas rumah kaca yang besar pada atmosfer, maka energi yang semestinya dilepaskan kembali akan diserap oleh gas-gas tersebut dan terperangkap dalam atmosfer bumi. Gas-gas ini bersama energi yang terperangkap secara esensial akan berperan sebagai penutup atau blanket bagi bumi. Dampaknya adalah kenaikan suhu bumi serta dampak lanjutan lain akibat kenaikan suhu tersebut. Gambar 1.6 menunjukkan efek gas rumah kaca dan pemanasan global



Gambar 2. 6 Efek Rumah Kaca dan Pemanasan Bumi

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2012)

Tabel 2. 1 Deskripsi Ragam Jenis Gas Rumah Kaca Dominan

Jenis gas rumah kaca	Kontributor utama saat ini	Prediksi daur hidup dalam atmosfer	Potensi peringkat pemanasan global dalam 100 tahun
Karbon dioksida	Diemisikan secara primer melalui proses pembakaran bahan bakar fosil, limbah pada produk tanaman. Alih fungsi lahan menjadi	Tidak dapat diprediksi, tidak rusak dalam waktu panjang namun hanya	1

<i>Jenis gas rumah kaca</i>	<i>Kontributor utama saat ini</i>	<i>Prediksi daur hidup dalam atmosfer</i>	<i>Potensi peringkat pemanasan global dalam 100 tahun</i>
	salah satu pemicu peningkatan gas ini. Tanaman memiliki kemampuan untuk menyerap setidaknya hingga sepertiganya, sayangnya kondisi ini diperburuk dengan maraknya deforestasi	dapat mengalami perubahan formasi	
Methan	Methan diemisikan dalam proses produksi dan transportasi bahan bakar fosil. Saat ini emisi metan lebih jamak dikaitkan dengan emisi peternakan dan proses pertanian. Metan juga dihasilkan pada pembusukan anaerobik limbah padat di landfill (TPA)	12 tahun	21
Nitrogen oksida	Diemisikan dalam aktivitas pertanian dan industri terutama pada pembakaran bahan bakar fosil atau limbah padat	114 tahun	310
Gas-gas flourinasi	Terdiri atas gas seperti hidrofluorokarbon. Gas ini diemisikan pada aktivitas industri, komersial dan rumah tangga. Beberapa peralatan rumah tangga diketahui memanfaatkan gas ini	Beberapa minggu hingga ribuan tahun, tergantung jenis gasnya	Bervariasi (tertinggi sulfurheksaflourida, 23.900)

Sumber: USEPA (2011)

Salah satu dampak utama meningkatnya gas rumah kaca di atmosfer bumi adalah perubahan iklim (climate change). Fenomena perubahan iklim yang telah teramati dalam rentang 100 tahun terakhir antara lain :

- Peningkatan temperatur pada permukaan bumi. Nilai peningkatannya sebesar 0,85 °C pada rentang 1880-2012, dengan peningkatn suhu signifikan pada rentang 1972-2012 sebesar 0,72 °C.
- Dampak kenaikan temperatur juga terjadi pada lautan dengan lautan menyimpan hampir 93% tangkapan energi yang tidak dapat dikeluarkan dari atmosfer akibat tumpukan gas rumah kaca

- Elemen lingkungan pada lautan mengalami perubahan antara lain adalah kenaikan suhu, salinitas, kandungan karbon, keasaman dan konsentrasi oksigen pada rentang waktu 40 tahun terakhir
- Diyakini bahwa selama periode 1979-2012 terjadi penurunan level lautan es di wilayah Arktik. Sebaliknya terjadi peningkatan level lautan es di wilayah Antartika akibat semakin banyaknya balok balok es yang mengambang
- Gletser di daratan jumlahnya semakin menyusut di seluruh dunia dengan kecenderungan terus mengalami pencairan. Permafrost mengalami kenaikan suhu dan pada bagian belahan bumi utara, jumlah tutupan salju terus mengalami penurunan.
- Terjadi akselerasi peningkatan permukaan air laut dari 1/10 mm/tahun menjadi mm/tahun. Secara spesifik terjadi peningkatan permukaan laut 0,19 m pada periode 1901-2010.
- Terjadi perubahan pada cuaca dan iklim. Terjadi peningkatan jumlah hari panas yang terkadang diikuti oleh terjadinya fenomena gelombang panas secara global sejak awal abad 20. Fenomena presipitasi yang tinggi ditinjau dari jumlah wilayah yang mengalami cenderung lebih banyak meningkat sejak 1950. Frekwensi dan intensitas fenomena badai di kawasan Atlantik Utara cenderung meningkat sejak 1970. Perubahan karakter banjir dan kekeringan lebih bervariasi dan sulit diprediksi hampir pada seluruh kawasan.
- Pada 2011, konsentrasi gas rumah kaca (CO_2 , CH_4 dan NO_x) telah melampaui rata-rata konsentrasi yang terekam dalam sejarah bumi. Sumber utama CO_2 adalah konsumsi bahan bakar fosil dan industri semen. Separuh dari karbon ini berakhir di atmosfer dan sisanya akan diserap oleh lautan dan tanaman.

Terdapat beberapa faktor yang mendorong terjadinya fenomena perubahan iklim tersebut antara lain :

- Perubahan iklim terjadi karena ketidakseimbangan antara energi matahari yang diterima oleh bumi dan yang dilepaskan atau diradiasikan kembali ke angkasa (dikenal dengan tekanan radiatif)
- Sebelum era industrialisasi sebelum 1750, radiasi matahari dan peristiwa vulkanik dipandang sebagai kontributor utama, namun dampak dari tekanan oleh radiasi nyatanya saat ini tidak sebesar dampak dari gas rumah kaca
- Sejak 1750 era industri dimulai dan aktivitas antropogenik memegang kendali atas perubahan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer baik secara langsung maupun tidak langsung
- Masa depan dari perubahan iklim juga akan ditentukan oleh mekanisme feedback seperti efek albedo pada es dan salju (IPCC, 2013)

Berdasarkan IPCC, dampak fenomena perubahan iklim akan beragam pada setiap komunitas dan region. Penentunya adalah kemampuan komunitas

untuk melakukan mitigasi dan kondisi awal dari suatu lingkungan yang terdampak. Waktu dari tingkatan dampak ini pada setiap wilayah akan berbeda dan ditentukan oleh kedua faktor tersebut. Berikut adalah rangkuman dari dampak perubahan iklim terhadap lingkungan.

- Kenaikan temperatur bumi dengan kecenderungan terus meningkat secara signifikan. Kenaikan suhu bumi sebenarnya merupakan fenomena yang wajar mengingat emisi gas rumah kaca telah diemisikan sejak terbentuknya bumi. Namun, peningkatan secara signifikan pada emisi GRK membuat kenaikan suhu menjadi lebih cepat dan signifikan. IPCC memprediksikan kenaikan suhu global 1-3°C diatas suhu tahun 1990 (IPCC, 2013 dalam NASA, 2016).
- Dampak pada sektor pertanian dan penyediaan pangan. Kenaikan suhu pada satu sisi akan mempercepat waktu panen. Namun, pada sisi berbeda, lahan yang ditanami akan berkurang jauh (USGCRP, 2009 dalam usepa, 2016). Pertanian akan terdampak oleh cuaca yang sulit diprediksi dengan kecenderungan terjadinya banjir dan kekeringan meningkat. Kenaikan frekwensi kejadian temperatur dan presipitasi ekstrim akan menghambat pertumbuhan tanaman pangan (CCSP, 2008 dalam usepa, 2016)
- Perubahan kondisi air laut. Dampak yang teramati jelas berupa kenaikan permukaan air laut yang mengakibatkan hilangnya beberapa pulau pulau kecil. NASA (2016) mencatat kenaikan permukaan laut 8 inci sejak 1880 dan diproyeksikan akan meningkat hingga 1-4 feet pada 2100. Perubahan iklim juga mempengaruhi salinitas, pH lautan serta komponen komponen abiotik lainnya. Akibatnya kondisi ini akan mengganggu keseimbangan lingkungan dan mempengaruhi kehidupan organisme di dalamnya. Dampak bagi mausia adalah kecenderungan penurunan produksi perikanan pada beberapa wilayah.
- Ancaman pada biodiversitas. Perubahan iklim akan mempengaruhi dan mengubah properti lingkungan abiotik dan berdampak pada komponen biotik. Organisme akan dipaksa untuk beradaptasi dan tidak semua dapat bertahan. Perubahan iklim akan memicu hilangnya habitat beberapa organisme juga sumber daya pendukung kehidupannya (WWF, 2016).
- Penurunan ketersediaan air. Air tawar merupakan sumber daya air utama di bumi dan jumlahnya terbatas. Temperatur yang meningkat akan menginisiasi peristiwa kekeringan lebih luas yang berdampak pada sumber sumber air tawar. Pencairan gletser menjadi lebih cepat akibat perubahan iklim mengakibatkan gletser lebih cepat menghilang sebagai salah satu sumber air daripada proyeksi awalnya.
- Efek terhadap kesehatan. Perubahan iklim memberi peluang terjadinya penyesuaian makhluk hidup termasuk mikroorganisme melalui mutasi. Mutasi juga akan terjadi pada virus dan bakteri. Hal ini akan

memberikan masalah pada kesehatan masyarakat dengan dibutuhkannya penyesuaian terhadap solusi medis. Dimungkinkan pula muncul tipikal penyakit baru yang lebih berbahaya terhadap makhluk hidup akibat mutasi yang terjadi.

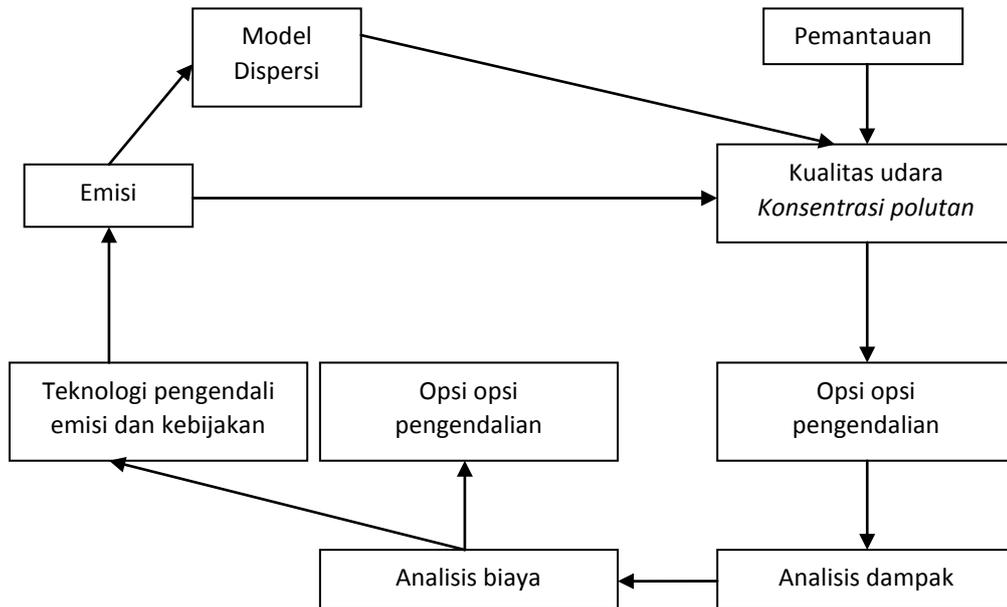
- Kerugian ekonomi. Perubahan iklim berpengaruh pada kondisi lingkungan secara keseluruhan. Impact tersebut hampir seluruhnya memberikan efek negatif pada masyarakat. Untuk memitigasi hingga manajemen setiap dampak yang timbul, tentunya memerlukan biaya tambahan yang akan membebani keuangan tidak hanya dalam lingkup mikro, namun hingga lingkup yang lebih luas. Sebagai kompensasi atas kerusakan dan perubahan, manusia dipaksa untuk mengeluarkan biaya tambahan atau bahkan menyusun pos pembiayaan baru. Akibatnya beban finansial akan lebih besar tersedot untuk upaya mitigasi dan perbaikan lingkungan daripada penyejahteraan masyarakat itu sendiri.

1.2.2. Manajemen Kualitas Udara

Manajemen kualitas udara atau *Air Quality management* (AQM) bertujuan untuk membantu desai dan implementasi kebijakan, pemantauan dan pengelolaan untuk memperbaiki kualitas udara. Dokumen AQM hanya akan berhasil apabila diikuti pendekatan teknis dan analitik yang dapat memperkuat pelaksanaan pemantauan udara oleh pihak-pihak terkait, terutama pemerintah. Aktivitas dalam cakupan AQM antara lain :

- Inventarisasi sumber aktivitas dan emisi
- Pemantauan pencemaran udara dan parameter parameter penyebaran (dispersi)
- Perhitungan konsentrasi pencemaran udara dengan model dispersi
- Inventarisasi populasi, material dan pembangunan wilayah perkotaan
- Perhitungan perhitungan kontrol dan teknologi pengendali emisi
- Penyusunan dan penambahan regulasi lokal tentang pengendalian pencemaran udara

Aktivitas dalam AQM tersebut sedikit banyak menjelaskan bahwa kegiatan inventarisasi bukan semata perhitungan beban emisi. Inventarisasi semestinya juga mampu menunjukkan sumber pencemar terkait distribusi hingga aktivitas dan teknologi pengendali yang mungkin dioperasikan. Inventarisasi seharusnya memuat pula mengenai penjelasan rona lingkungan wilayah yang diinventarisasi sebagai pertimbangan hasil. Variabel variabel tersebut bersama dengan model dispersi akan membantu pemanfaatan hasil inventarisasi untuk menyusun kebijakan lokal dan dokumen AQM.



Gambar 2. 7 Elemen dalam Air Quality Management (World Bank, 2012)

Gambar 2.7 menunjukkan elemen operasional dan siklus dalam AQM. Siklus tersebut menjelaskan adanya opsi opsi pengendalian emisi yang dapat dijabarkan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 2. 2 Opsi pengendalian kualitas udara (Harshadeep et.al, 2004)

<i>Policy</i>	<i>Economic</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Monitoring</i> • <i>Industrial zoning</i> • <i>Residential zoning</i> • <i>Compliance</i> • <i>Traffic management</i> • <i>Public transport</i> • <i>NMT</i> • <i>Land-use</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Taxes</i> • <i>Subsidies</i> • <i>Pricing</i> • <i>Charges</i> • <i>Fines</i> • <i>Tradable permits</i>
<i>Institutional/Legal</i>	<i>Technical</i>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Emission standards</i> • <i>Energy efficiency</i> • <i>Fuel standards</i> • <i>Operational restrictions</i> • <i>Inspection & maintenance</i> • <i>Industrial compliance</i> • <i>Capacity building</i> • <i>Awareness</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Fuel improvements</i> • <i>Cleaner technologies</i> • <i>End-of-pipe control devices</i> • <i>Cleaner production</i>

1.2.3. Regulasi Pencemaran Udara Indonesia

Indonesia memandang permasalahan lingkungan sebagai suatu peristiwa dan fenomena yang vital dan penting bagi kehidupan masyarakat. Pemerintah Indonesia menyadari benar peranan dan fungsi lingkungan sebagai rumah bagi seluruh proses dan kelangsungan kehidupan di dalamnya. Degradasi atau bahkan kerusakan lingkungan akan menurunkan daya dukungnya terhadap kehidupan. Pada sisi berbeda, tidak dapat dipungkiri kebutuhan masyarakat dan pembangunan mengakibatkan kualitas lingkungan terus menurun. Oleh sebab itu untuk menyelaraskan antara kepentingan pembangunan dan lingkungan, pemerintah mencanangkan konsep *sustainable development* di Indonesia.

Perjalanan pembangunan berkelanjutan, nyatanya masih memunculkan banyak pelanggaran terhadap lingkungan, terutama dari pemrakarsa kegiatan. Program membutuhkan suatu aturan hukum mengikat untuk memperkuat posisinya terutama dalam penerapan konsep penegakan hukum (*law enforcement*). Berdasarkan fakta inilah pemerintah selanjutnya meregulasikan peraturan khusus terkait pengelolaan dan perlindungan lingkungan hidup.

Sejarah regulasi ini diawali dengan pelaksanaan Konvensi Stockholm (1972). Respon pemerintah adalah rilis Undang Undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Pokok Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup. Perubahan pertama terjadi pada tahun 1997, sebagai respon meningkatnya tuntutan terhadap penegakan hak hak asasi manusia. Undang Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup menambahkan substansi yang lebih demokratis dan melindungi hak hak masyarakat terhadap kerusakan lingkungan mereka.

Modifikasi terbaru dari Undang Undang Lingkungan Hidup di Indonesia dirilis pada Undang Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan. Regulasi ini mendefinisikan pencemaran lingkungan sebagai masuk/dimasukkannya makhluk hidup, material, energi dan atau komponen lainnya ke dalam lingkungan oleh aktivitas manusia hingga mengakibatkan nilainya melampaui batasan baku mutu yang telah ditetapkan (pasal 1).

Regulasi khusus mengenai kualitas udara diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. Regulasi menjelaskan definisi pencemaran udara sebagai masuk atau dimasukkannya substansi, energi, dan atau komponen lainnya ke dalam udara ambien oleh aktivitas manusia yang menyebabkan penurunan kualitas hingga ke level tertentu sehingga udara tidak dapat lagi memenuhi atau melengkapi fungsinya (pasal 1 ayat 1). Emisi didefinisikan sebagai substansi, energi dan atau komponen lainnya, dihasilkan oleh aktivitas manusia yang masuk atau dimasukkan ke dalam udara ambien yang memiliki dan atau tidak memiliki potensi sebagai pencemar udara (pasal 1 ayat 9).

Melalui regulasi tersebut, pemerintah menegaskan pentingnya upaya pengelolaan kualitas udara untuk kehidupan manusia. Regulasi tersebut menambahkan bahwa perlindungan kualitas udara ambien dilakukan berdasarkan pada : baku mutu kualitas udara ambien, batasan emisi gas buang,

level kasar dari perkiraan dampak, baku kebisingan dan indeks kualitas polusi udara.

Pada PPRI Nomor 41 Tahun 1999 juga dibahas mengenai upaya penyiapan baku mutu kualitas udara nasional. Baku mutu ini berperan sebagai perisai utama menghadapi ancaman pencemaran udara, terutama oleh aktivitas manusia. Pelaksanaannya, setiap daerah secara langsung diberikan kewajiban untuk menyusun dan mengembangkan standar kualitas udara ambien masing-masing, dengan pertimbangan kondisi kualitas udara ambien dan karakter lingkungan masing-masing daerah. Baku mutu udara yang saat ini telah disusun dan diregulasikan secara nasional adalah untuk baku mutu udara ambien.

Baku mutu udara ambien nasional ditetapkan sebagai batasan maksimum bagi sebuah parameter kualitas udara ambien yang berlaku secara nasional. Arah dan tujuan utama penyusunan baku mutu ini adalah untuk mencegah pencemaran udara dalam kaitannya dengan upaya pengendalian pencemaran udara nasional. Penentuan baku mutu udara ambien ini melibatkan beragam instansi terkait dan mempertimbangkan regulasi serupa yang berlaku secara internasional.

Upaya-upaya pengelolaan kualitas udara merupakan bagian dari mitigasi lingkungan. Upaya untuk mengurangi resiko melalui beragam metode pembangunan. Mitigasi sendiri merupakan adaptasi yang proaktif. Sehingga, didalamnya akan ada aksi kegiatan yang terstruktur dan ilmiah dalam rangka pengelolaan lingkungan. Inventarisasi emisi merupakan bagian dari mitigasi kualitas udara. Regulasi tentang mitigasi telah diatur dalam Undang Undang Nomor 24 Tahun 2007. Secara garis besar, dapat dijabarkan landasan hukum dari pelaksanaan inventarisasi emisi, termasuk di dalamnya emisi GRK adalah sebagai berikut :

1. UU No 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup
2. UU No 24 Tahun 2007 tentang Mitigasi
3. PPRI Nomor 41 Tahun 1999 tentang pengendalian Pencemaran Udara
4. Peraturan Menteri Negara Lingkungan hidup Nomor 12 tahun 2010 tentang pelaksanaan pengendalian pencemaran udara di daerah

Pemerintah Indonesia memandang bahwa kualitas udara, terutama udara ambien makin menurun akibat meningkatnya konsentrasi gas pencemar terutama oleh aktivitas manusia. Pada sisi berbeda, pemerintah menyadari pula bahwa setiap daerah akan memiliki karakteristik berbeda ditinjau dari pola dan ragam aktivitas maupun kondisi abiotiknya. Kedua faktor tersebut dapat mempengaruhi pada kondisi kualitas udara daerah dan lebih lanjut berpengaruh pada penentuan baku mutu udara yang tetap berinduk pada baku mutu nasional.

Untuk memberikan kesempatan dan kekuatan hukum bagi pemerintah daerah untuk melakukan upaya pengelolaan kualitas udara, dengan penentuan status mutu dan baku mutu udara lokal, maka pemerintah meregulasikan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang

Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah. Regulasi tersebut menyatakan bahwa penentuan status mutu dilakukan dengan pertimbangan :

- Inventarisasi dan penelitian terhadap mutu udara ambien, potensi sumber pencemar, kondisi meteorologis dan geografis serta tata guna lahan
- Pedoman teknis penetapan status mutu udara ambien

(PermenNegLH No 12 Tahun 2010 pasal 5 (1))

Berdasarkan paparan tersebut, maka status inventarisasi emisi menjadi sebuah kewajiban bagi pemerintah daerah untuk dilaksanakan sebelum menentukan status mutu udara. Status mutu udara pada akhirnya bermuara pada penetapan baku mutu (pasal 4 (1)), regulasi lokal hingga rencana aksi manajemen kualitas udara daerah.

Penentuan status kualitas udara ambien lokal dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan dan faktor teknis yang terjadi saat penyampelan dilakukan. Penentuan status kualitas udara ambien dilakukan melalui aktivitas aktivitas berikut, sesuai dengan yang tercantum dalam bagian Penjelasan PPRI Nomor 41 Tahun 1999

- Data inventarisasi dan indeks tandar polusi udara atau data pemanatauan kualitas udara ambien
- Inventarisasi sumber emisi dan potensinya
- Inventarisasi kondisi atmosferik lokal

Indonesia, khususnya pada cakupan daerah (kabupaten/kota), mayoritas belum mengenal atau tidak familier dengan konsep inventarisasi emisi. Sehingga, hingga saat ini, penilaian kualitas udara hanya didasarkan pada hasil pemantauan kualitas udara ambien yang dibandingkan dengan standar baku mutu nasional. Hal ini dianggap tidak memadai karena untuk penentuan status udara, perumusan baku mutu lokal dan penyusunan AQM membutuhkan kompilasi data antara: monitoring udara ambien, inventarisasi emisi dan inventarisais faktor lingkungan setempat.

1.2.4. Status Pencemaran Udara Indonesia

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Lingkungan Hidup melakukan pemantauan secara rutin dan berkala pada kondisi lingkungan, termasuk di dalamnya kondisi kualitas udara. Pemantauan kualita sudara dilakukan pada beberapa kota.

a. TSP, PM_{2,5} dan PM₁₀

TSP (*Total Suspended Particle*) menunjukkan total debu yang terekam dalam kegiatan pemantauan pada suatu wilayah. Kecenderungan hasil pemantauan menunjukkan TSP pada kota kota besar di wilayah Jawa dan Sumatera akan lebih tinggi dari kota kota lebih kecil. Nilai TSP melebihi baku mutu hnaya ditemukan pada kota besar di kedua pula tersebut. Untuk Indonesia Timur nilainya relatif rendah ataupun seandainya tinggi tidak melampaui baku mutu

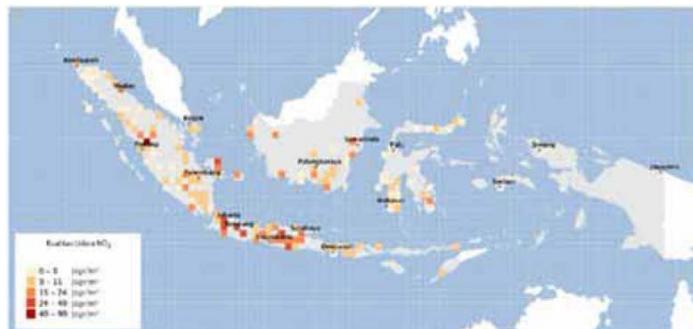
Pemantauan PM_{2.5} dan PM₁₀ dilakukan dengan alat GENT SFU Sampler pada kota besar Indonesia. Nilai PM yang tinggi di Indonesia diakibatkan 2 faktor yaitu : bencana berupa kebakaran hutan dan populasi yang padat (khususnya untuk nilai PM_{2.5}). Kebakaran hutan menyebabkan nilai PM Pekanbaru adalah yang tertinggi di Indonesia.

Resiko dari PM adalah kandungan yang dibawanya termasuk berwujud logam berat. Untuk kota-kota di Indonesia, kandungan logam berat tertinggi dalam PM ditemukan di Surabaya yaitu pada unsur Fe, Zn dan Pb. Khusus untuk Pb nilainya mencapai 2,664 ng/m³. Nilai Pb dalam PM di Surabaya dan Serpong telah melampaui baku mutu USEPA (2009) sebesar 150 ng/m³. Surabaya juga memiliki nilai tertinggi ditinjau dari kandungan *black carbon* (BC) pada udaranya.

Kandungan nilai K yang cukup tinggi ditemukan di Kota Denpasar, Yogyakarta, Semarang dan Pekanbaru dengan nilai tertinggi pada Pekanbaru. Nilai K dikontribusikan oleh aktivitas antropogenik maupun alam terutama terkait dengan pembakaran biomassa. Nilai K Pekanbaru tertinggi berkaitan dengan peristiwa kebakaran hutan dan lahan yang kerap terjadi.

b. NO₂ dan SO_s

Pemantauan konsentrasi NO₂ dan SO₂ di 235 kota dan kabupaten di Indonesia dilakukan sejak 2011 dengan menggunakan *passive sampler*. Di setiap kota/ kabupaten dilakukan pengukuran di empat kategori lokasi yang mewakili sumber industri, transportasi, komersial dan pemukiman.



Gambar 2. 8 Variasi spasial konsentrasi NO₂ rata-rata 2013 pada grid skala 30'x 30'



Gambar 2. 9 Variasi spasial konsentrasi SO₂ rata-rata 2013 pada grid skala 30'x 30'

Pada (Gambar 2.8) dan (Gambar 2.9) terlihat variasi spasial konsentrasi NO₂ dan SO₂, dengan konsentrasi tinggi terpusat pada kota-kota besar di

Jawa dan Sumatera, seperti di provinsi Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, serta di Sumatera Selatan, Sumatera Barat dan Sumatera Utara. Di Kalimantan dan Indonesia bagian Timur, konsentrasi NO_2 dan terutama SO_2 relatif lebih rendah.

Secara spesifik, untuk variabel NO_2 , kontributor dominan adalah penggunaan bahan bakar fosil untuk sektor transportasi. Sektor ini berkaitan erat dengan jumlah kawasan urban, kepadatan populasi dan pola mobilisasi masyarakat. Ketiganya akan lebih banyak didapatkan pada kondisi wilayah perkotaan di Pulau Jawa. Bahan bakar transportasi masih didominasi oleh penggunaan premium yang turut menambah beban pencemaran variabel NO_2 di udara. Selain itu, kondisi diperburuk dengan dominasi penggunaan kendaraan pribadi oleh masyarakat.

Industri menjadi kontributor besar bagi NO_2 dan SO_2 , secara spesifik untuk SO_2 . Sumber SO_2 industri adalah penggunaan aneka ragam bahan bakar fosil dalam jumlah relatif besar termasuk batubara. Konsentrasi SO_2 disumbang pula oleh sektor transportasi terutama penggunaan bahan bakar solar pada seluruh kendaraan berat. Untuk dispersi SO_2 , meski Jawa masih dominan, namun sebaran nilainya lebih merata di kawasan Sumatra, Kalimantan dan Sulawesi oleh adanya industri industri besar. (Kementerian Lingkungan Hidup dan kehutanan, 2013)

c. CO_2 (karbondioksida)

Abad ini merupakan titik tertinggi konsentrasi karbondioksida di atmosfer yang pernah tercatat. Peningkatan yang signifikan terjadi sejak rentang 1950-2010 yang dipandang memberikan ancaman besar pada kehidupan bumi (NASA, 2016). Karbondioksida mendominasi 65% gas rumah kaca di atmosfer yang nyaris seluruhnya disumbangkan oleh konsumsi bahan bakar fosil dan proses-proses industri (IPCC, 2014). Penelitian cemaran karbondioksida Indonesia menunjukkan bahwa negeri ini menempati posisi ke 4 pada total emisi karbondioksida tahunan, dibawah China, US dan India. Nilainya tercatat sebesar 2,38 GT/tahun pada akhir 2015. Separuh dari emisi tersebut disumbang oleh peristiwa kebakaran lahan gambut (Carbon Brief, 2016).

SLHI (2013) mencatat tren peningkatan kontribusi perilaku antropogenik pada pencemaran udara. Kebutuhan dan konsumsi batubara meningkat untuk memenuhi kebutuhan energi listrik masyarakat yang bertambah. Pada sektor berbeda, industri terus menambah konsumsinya pada batubara seiring dengan bertambahnya industri dan tuntutan kebutuhan produk. Sektor transportasi dan industri bertambah secara signifikan sehingga mengakibatkan penambahan konsumsi bahan bakar fosil cair seperti premium dan solar.

2.2. Persiapan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca

Inventarisasi emisi pada dasarnya merupakan kegiatan identifikasi emisi suatu wilayah yang meliputi pada sumber dan asumsi nilainya. Dasar penentuan beban emisi adalah data aktivitas sumber-sumber emisi. Data aktivitas berasal dari pengumpulan secara langsung atau data primer baik berupa wawancara, kuisisioner, pengamatan maupun pendataan. Jalur lebih sederhana adalah melalui

dokumen data aktivitas yang disediakan pemerintah, swasta maupun akademis (sekunder).

Kedua tipe sumber data tersebut memberikan 2 metode umum pengumpulan data yaitu : **bottom up** (data primer) dan **top down** (data sekunder). Pada pelaksanaannya, pemilihan metode tersebut akan bergantung pada alokasi waktu dan pendanaan yang tersedia. Pemilihan metode **bottom up** akan menuntut waktu dan biaya lebih besar. Hasil kedua metode tidak bisa diperbandingkan karena pendekatan berbeda antara keduanya. Hanya saja, biasanya keduanya dikombinasikan menyesuaikan pada kondisi lapangan.

Preparasi inventarisasi emisi GRK pada dasarnya akan mempersiapkan dan menentukan hal-hal sebagai berikut :

1. Area dan waktu penelitian, *base line year data* apabila menggunakan pendekatan *top down*
2. Penentuan sumber emisi yang akan diinventarisasi, berdasarkan pertimbangan karakteristik wilayah, ketersediaan sumber daya dan waktu pelaksanaan
3. Penentuan tier perhitungan, metode perhitungan dan faktor emisi yang akan diaplikasikan
4. Penyusunan daftar kebutuhan data aktivitas yang akan diinventarisasi dari masing masing sumber emisi
5. Studi analisis sebaran data pada wilayah (populasi dan sampel) bila dilakukan pengambilan data primer dan asumsi ketersediaan data sekunder pada instansi pemerintah, swasta maupun akademis
6. Perumusan pemaparan hasil emisi, disesuaikan dengan tujuan awal pelaksanaan inventarisasi emisi

2.3. Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca

Inventarisasi emisi secara garis besar dapat didefinisikan sebagai pendataan polutan komprehensif berdasarkan sumber pada suatu wilayah tertentu untuk menakar beban emisi yang ditanggung oleh wilayah tersebut. Tabel tabel dalam IE tidak hanya bermanfaat bagi otoritas poengendali emisi, namun juga berperan dalam perencanaan wilayah dan pemetaan sumber emisi. Sebagai tambahan, hasilnya akan menunjukkan kontributor utama emisi suatu wilayah.

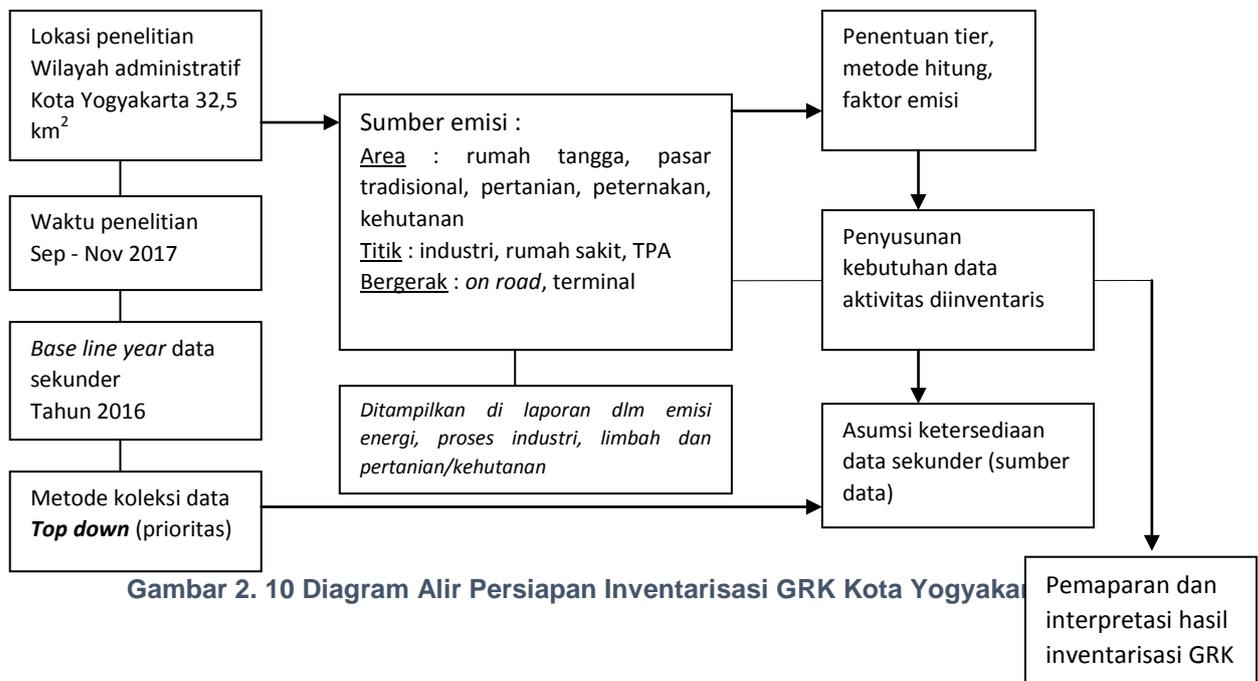
Strategi kontrol dapat dikembangkan dengan mepertimbangkan reduksi nilai yang hendak dicapai pada suatu wilayah. IE merupakan sarana esensial untuk memahami kualitas udara lokal dibandingkan dengan kondisi nasional bahkan global. IE menyediakan data hasil polusi udara pada suatu area spesifik, dideterminasikan berdasar aktivitas atau sumbernya, misalnya: transportasi, industri dan konstruksi.

Hasil IE akan digunakan sebagai panduan dan landasan untuk penyusunan model udara ambient, mitigasi, dan penentuan lokasi penempatan peralatan pemantau emisi. IE dapat pula dimanfaatkan sebagai :

- Menentukan izin operasional kegiatan serta bea emisi

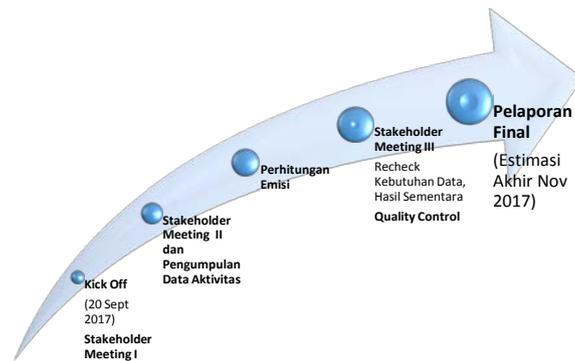
- Mengembangkan perencanaan dan strategi pengendalian kualitas udara
- Menentukan regulasi dan perizinan untuk pembangunan dan operasional industri
- Mengukur progres dan tren perubahan dalam periode waktu tertentu untuk menentukan keberhasilan upaya pengendalian kualitas udara
- Mengevaluasi implementasi suatu strategi AQM

Pelaksanaan IE berbeda dengan monitoring kualitas udara ambien. IE dilakukan dengan pendekatan perhitungan beban emisi akibat aktivitas pada sumber emisi. Aktivitas bisa berupa penggunaan bahan bakar, proses maupun sisa kegiatan. IE menggambarkan beban emisi dalam cakupan wilayah administrasi dengan luasan dan waktu tertentu. Monitoring udara ambien dilakukan dengan pengukuran lapangan menggunakan peralatan pemantau emisi. Nilai monitoring kualitas udara ambien menunjukkan besaran emisi pada titik pemasangan dan untuk waktu saat pemantauan dilakukan.



Gambar 2. 10 Diagram Alir Persiapan Inventarisasi GRK Kota Yogyakarta

Alokasi waktu kegiatan ini adalah selama 3 bulan, dimulai pada September 2017 dan ditargetkan untuk selesai pada Bulan November 2017. Alokasi waktu menjadi pertimbangan pemilihan metode koleksi data dan sumber emisi yang diinventarisasi. Dengan waktu yang singkat, maka pendekatan top down merupakan metode paling mungkin dilakukan. Hal ini juga mempertimbangkan luasan wilayah, ketersediaan data dan aksesibilitas. Alokasi waktu, sumber daya, luasan wilayah hingga aksesibilitas data menjadi pertimbangan dalam penentuan sumber emisi. Dengan berbagai keterbatasan, maka sumber emisi yang diprioritaskan adalah sumber-sumber dengan kontribusi besar dan menjadi penciri wilayah Kota Yogyakarta.



Gambar 2. 11 Milestone dan alokasi waktu inventarisasi GRK Kota Yogyakarta

2.3.1. Prinsip Dasar

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup (2012), untuk menghasilkan inventarisasi Gas Rumah Kaca yang berkualitas dan siap untuk diverifikasi, lima prinsip dasar yang harus dipenuhi ialah prinsip transparansi (*Transparency*), akurasi (*Accuracy*), konsistensi (*Consistency*), komparabel atau dapat diperbandingkan (*Comparability*), dan kelengkapan (*Completeness*) atau sering disingkat dengan **TACCC**. Untuk dapat memenuhi prinsip-prinsip ini, maka dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK hal yang harus dilaksanakan ialah:

a. Transparansi (*Transparency*)

Semua dokumen dan sumber data yang digunakan dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK harus disimpan dan didokumentasikan dengan baik sehingga orang lain yang tidak terlibat dalam penyelenggaraan inventarisasi GRK dapat memahami bagaimana inventori tersebut disusun. Dalam hal ini metodologi, sumber data, faktor emisi, asumsi yang digunakan untuk menduga data aktivitas tertentu dari data lain yang tersedia dan referensi yang digunakan dalam penyusunan inventarisasi GRK harus dicatat sehingga bisa disampaikan secara transparan.

b. Akurasi (*Accuracy*)

Dalam menduga emisi atau serapan GRK harus diupayakan sedapat mungkin tidak menghasilkan dugaan emisi yang terlalu tinggi (*over estimate*) atau terlalu rendah (*under estimate*). Jadi segala upaya untuk mengurangi bias perlu dilakukan sehingga inventori GRK yang dihasilkan benar merefleksikan emisi yang sebenarnya dan tingkat kesalahannya kecil. Segala upaya yang dilakukan untuk meningkatkan ketepatan dugaan emisi dan serapan GRK juga harus dicatat dan didokumentasikan dengan baik untuk memenuhi prinsip transparansi.

c. Kelengkapan (*Completeness*)

Semua dugaan emisi dan serapan untuk semua jenis GRK dilaporkan dengan lengkap dan apabila ada yang tidak diduga harus dijelaskan alasannya, demikian juga kalau ada sumber emisi atau rosot yang tidak dihitung atau dikeluarkan dari inventarisasi GRK maka harus diberikan justifikasinya kenapa sumber atau rosot tersebut tidak dimasukkan. Selain itu, inventarisasi GRK

harus melaporkan dengan jelas batas (*boundary*) yang digunakan untuk menghindari adanya perhitungan ganda (*double counting*) atau adanya emisi yang tidak dilaporkan.

Ada beberapa simbol yang digunakan dalam melaporkan inventarisasi GRK untuk memenuhi prinsip kelengkapan yaitu NA (*not applicable*), NO (*not occurring*), NE (*not estimated*), IE (*including elsewhere*) dan C (*confidential*). Apabila ada diantara sumber emisi/rosot yang sudah ditetapkan IPCC tidak dilaporkan karena kategori sumber/rosot tersebut tidak menghasilkan emisi atau serapan untuk jenis gas tertentu maka digunakan notasi NA, kalau emisi atau serapan memang tidak terjadi maka digunakan notasi NO, apabila belum dihitung karena ketidakterersediaan data maka digunakan notasi NE, dan apabila dihitung tetapi perhitungannya masuk ke dalam kategori sumber/rosot yang tidak sesuai dengan yang sudah ditetapkan karena alasan tertentu maka digunakan notasi IE, dan kalau tidak dilaporkan secara tersendiri dalam sub-kategori tertentu karena alasan kerahasiaan tetapi sudah dimasukkan di tempat lain atau digabungkan ke dalam kategori lain digunakan notasi C. Untuk memenuhi prinsip transparansi maka setiap notasi yang digunakan harus disertai dengan penjelasannya dan didokumentasikan dengan baik.

d. Konsistensi (*Consistency*)

Semua estimasi emisi dan serapan dari sumber/rosot untuk semua tahun inventarisasi harus menggunakan metode yang sama dengan kategori sumber dan rosot yang sama juga sehingga perbedaan emisi antar tahun benar merefleksikan perubahan emisi dari tahun ke tahun bukan sebagai akibat perubahan metode yang digunakan atau bertambah/berkurangnya kategori sumber atau serapan yang digunakan. Apabila pada tahun inventarisasi tertentu ada perubahan yang dilakukan, misalnya perubahan metodologi atau merubah faktor emisi default IPCC dengan faktor emisi local, maka perlu dilakukan perhitungan ulang (*recalculation*) untuk tahun inventarisasi lainnya sehingga kembali menjadi konsisten.

Apabila tidak memungkinkan, misalnya adanya penambahan sumber emisi/rosot baru pada tahun inventarisasi tertentu, sementara pada tahun inventarisasi sebelumnya tidak ada data tersedia, maka pada tahun inventarisasi yang tidak ada data aktivitasnya harus diduga datanya dengan teknik interpolasi atau ekstrapolasi. Untuk memenuhi prinsip transparansi maka setiap upaya yang dilakukan untuk mendapatkan inventarisasi yang konsisten harus dicatat dan didokumentasikan dengan baik.

e. Komparabel (*Comparability*)

Inventarisasi GRK harus dilaporkan sedemikian rupa sehingga dapat diperbandingkan dengan inventarisasi GRK dari daerah lain atau dengan negara lain. Untuk tujuan ini, inventarisasi GRK harus dilaporkan dengan mengikuti format yang telah disepakati oleh COP dan semua kategori sumber/rosot dilaporkan mengikuti Format Pelaporan Umum (*Common Reporting Format* atau *CRF*) yang telah disepakati.

2.3.2. Komponen Inventarisasi Emisi

Inventarisasi emisi secara garis besar dapat didefinisikan sebagai pendataan polutan komprehensif berdasarkan sumber pada suatu wilayah tertentu untuk menakar beban emisi yang ditanggung oleh wilayah tersebut. Tabel tabel dalam IE tidak hanya bermanfaat bagi otoritas poengendali emisi, namun juga berperan dalam perencanaan wilayah dan pemetaan sumber emisi. Sebagai tambahan, hasilnya akan menunjukkan kontributor utama emisi suatu wilayah.

Strategi kontrol dapat dikembangkan dengan mepertimbangkan reduksi nilai yang hendak dicapai pada suatu wilayah. IE merupakan sarana esensial untuk memahami kualitas udara lokal dibandingkan dengan kondisi nasional bahkan global. IE menyediakan data hasil polusi udara pada suatu area spesifik, dideterminasikan berdasar aktivitas atau sumbernya, misalnya : transportasi, industri dan konstruksi.

Hasil IE akan digunakan sebagai panduan dan landasan untuk penyusunan model udara ambient, mitigasi, dan penentuan lokasi penempatan peralatan pemantau emisi. IE dapat pula dimanfaatkan sebagai :

- Menentukan izin operasional kegiatan serta bea emisi
- Mengembangkan perencanaan dan strategi pengendalian kualitas udara
- Menentukan regulasi dan perizinan untuk pembangunan dan operasional industri
- Mengukur progres dan tren perubahan dalam periode waktu tertentu untuk menentukan keberhasilan upaya pengendalian kualitas udara
- Mengevaluasi implementasi suatu strategi AQM

Pelaksanaan IE berbeda dengan monitoring kualitas udara ambien. IE dilakukan dengan pendekatan perhitungan beban emisi akibat aktivitas pada sumber emisi. Aktivitas bisa berupa penggunaan bahan bakar, proses maupun sisa kegiatan. IE menggambarkan beban emisi dalam cakupan wilayah administrasi dengan luasan dan waktu tertentu. Monitoring udara ambien dilakukan dengan pengukuran lapangan menggunakan peralatan pemantau emisi. Nilai monitoring kualitas udara ambien menunjukkan besaran emisi pada titik pemasangan dan untuk waktu saat pemantauan dilakukan.

2.3.3. Formula Dasar

Terdapat 4 komponen utama dalam inventarisasi emisi yaitu : sumber emisi, data aktivitas emisi, faktor emisi (*emission factor*) dan parameter/variabel emisi diinventarisasi. Untuk inventarisasi GRK variabel emisi akan bervariasi setiap sumbernya antara : karbondiokasida, metana dan dinitrogen dioksida. Sumber emisi adalah kegiatan atau aktivitas utama masyarakat yang potensial berkontribusi emisi, terutama dalam jumlah yang besar dan menjadi aktivitas khas dalam suatu wilayah.

Secara umum, formula perhitungan emisi GRK adalah sebagai berikut :

$$E = AD \times ef$$

dengan

E = Beban emisi yang ditanggung oleh wilayah pada periode tertentu (ton/tahun)

AD = Data aktivitas dari sumber emisi (menyesuaikan)

ef = Faktor emisi (menyesuaikan)

(IPCC, 2006; Corinair, 2013)

Aplikasi teknologi pengendali emisi umumnya menjadi upaya reduksi emisi yang dilakukan oleh sektor industri, khususnya industri besar. Penurunan emisi oleh teknologi ini diperhitungkan dengan memasukkan persen efisiensi reduksinya. Namun, pengendali emisi hanya berperan untuk menurunkan emisi PM atau debu. Oleh sebab itu, nilai pengendalian emisi tidak dapat digunakan dalam inventarisasi emisi GRK ini.

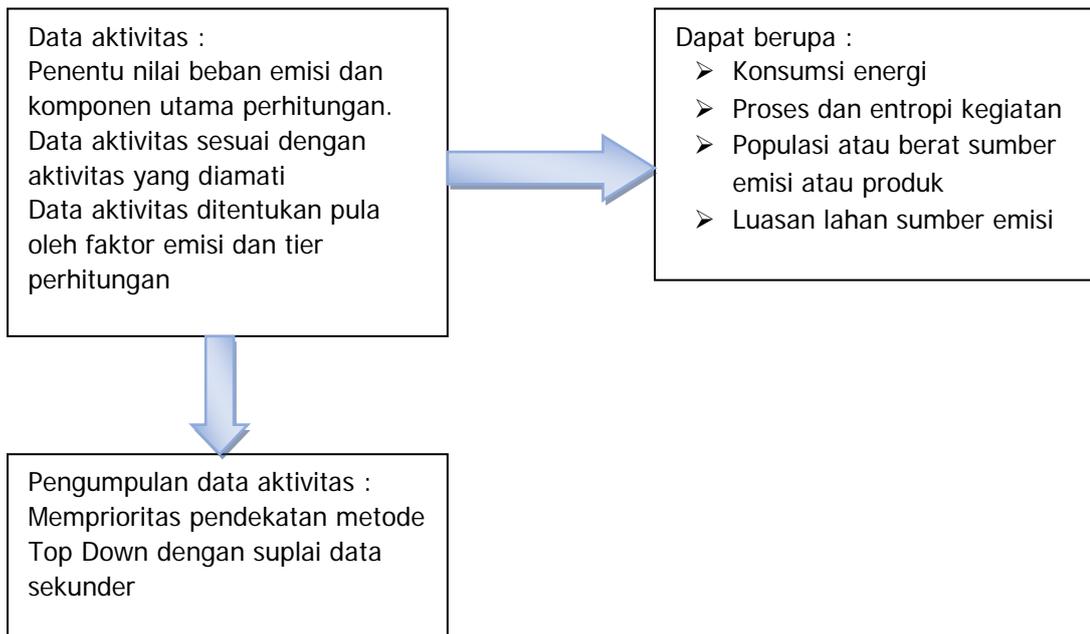
2.3.4. Kategori Kunci

Terdapat beberapa pengkategorian dalam inventarisasi emisi. Ketika tujuan inventarisasi adalah memetakan sumber emisi dan menampilkan kontribusi emisi per masing masing kegiatan, maka pengkategorian berdasar kegiatan akan memudahkan. Pengkategorian ini membagi sumber emisi dala tiga tipe yaitu :

- a. Sumber Titik, merupakan sumber secara tunggal dapat mengkontribusikan emisi dalam jumlah besar contohnya adalah industri
- b. Sumber Area, merupakan sumber emisi yang biasanya memiliki frekwensi emisi kecil namun jumlah aktivitasnya banyak. Sehingga nilai emisinya akan enjadi signifikan apabila terakumulasi. Contoh aktivitas : rumah tangga, pasar tradisional
- c. Sumber bergerak, sumber emisi yang bersifat mobile atau bergerak menempuh jarak tertentu, baik di jalan raya (*on road*) maupun non jalan raya (*non road*).

Untuk inventarisasi GRK, IPCC menentukan kategori kuncinya sendiri yang berhubungan dengan pelaporan hasil. Kategori ini digunakan secara umum dalam pelaporan IE GRK yaitu :

- a. Pengadaan dan penggunaan energi, terkait dengan kegiatan produksi energi maupun penggunaan atu konsumsinya dalam aktivitas sehari hari
- b. Proses industri dan penggunaan produk, terkait dengan emisi dari suatu proses industri atau entropinya serta emisi akibat penggunaan produk produk tertentu dalam proses produksi
- c. Pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan, terkait dengan emisi akibat aktivitas pertanian dan ikutannya (perkebunan, peternakan, pemupukan), emisi kehutanan (kebakaran lahan dan pengambilan kayu) serta emisi akibat fungsi lahan.
- d. Pengelolaan limbah, emisi yang dihasilkan oleh pembuangan limbah (industri, rumah tangga maupun sampah padat) dan pengelolaannya



Gambar 2. 12 Deskripsi Data Aktivitas

2.3.6. Faktor Emisi

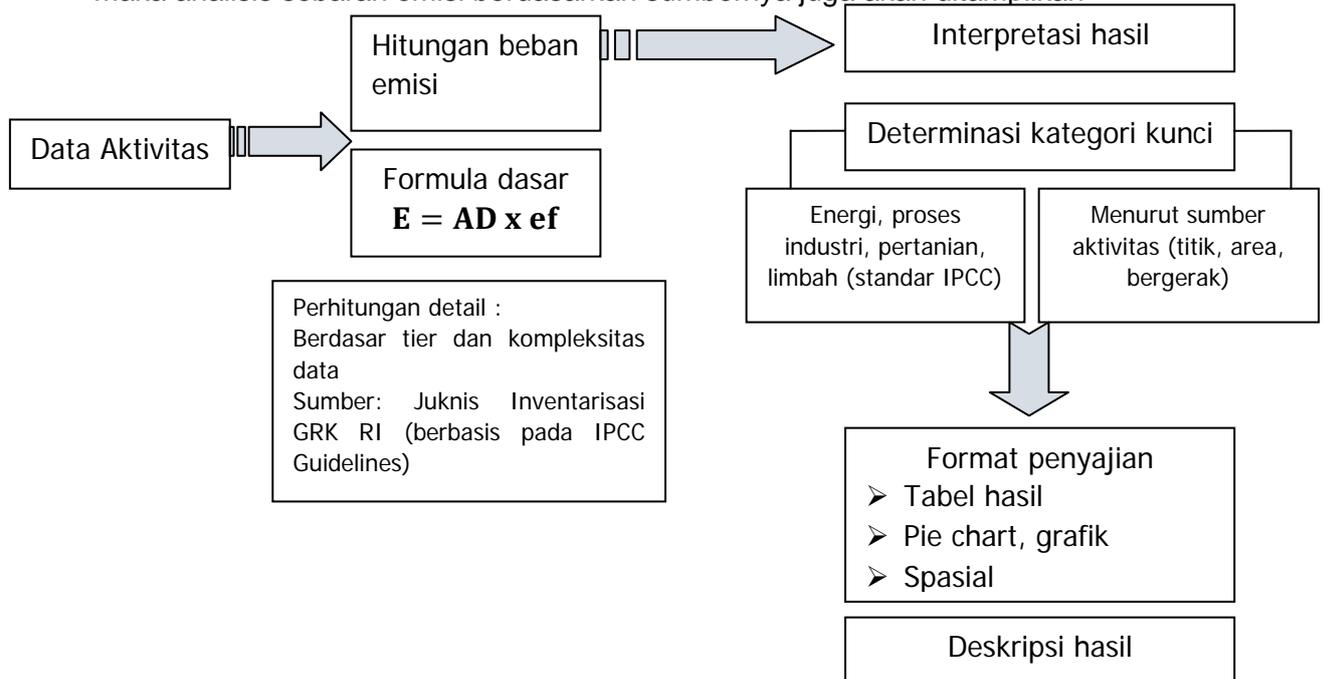
Faktor emisi merupakan koefisien atau rasion polutan yang dihasilkan atau diemisikan dari sumber emisi tertentu yang nilainya ditentukan oleh beragam variabel khusus seperti berat bahan bakar, berat biomassa, proses dsb, diperoleh dari simpulan pengamatan atau penelitian pada emisi sumber serupa dalam periode yang panjang. Faktor emisi biasanya telah memiliki nilai atau ketentuan tertentu. Untuk kegiatan IE GRK Kota Yogyakarta, sumber faktor emisi adalah :

- IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory (2006) yang dicantumkan kembali dalam Petunjuk Teknis Inventarisasi Gas Rumah Kaca Kementerian Lingkungan Hidup RI (2011)
- EMEP/EEA Corinair (2016) untuk beberapa sumber seperti *non road machinery*, *airport emission* dan *on road mobile source emission*, juga digunakan dalam perhitungan dengan software Mobilev

2.3.7. Analisis dan Interpretasi Hasil

Hasil dari pengumpulan data aktivitas pada tiap-tiap sumber emisi selanjutnya akan dihitung dengan perhitungan yang pada dasarnya bersumber pada formula dasar emisi untuk menentukan beban emisi yang dihasilkan. Perbedaan metode perhitungan akan bergantung pada tier perhitungan yang dipengaruhi oleh kompleksitas data. Perhitungan GRK secara khusus akan mengikuti panduan dari Petunjuk Teknis Inventarisasi Gas Rumah Kaca Kementerian Lingkungan Hidup RI (2011).

Nilai beban emisi selanjutnya akan ditampilkan berdasarkan kategori kunci, baik menurut IPCC maupun per pembagian sumbernya. Penyajian per-bagian pada laporan ini akan mengikuti determinasi emisi IPCC yaitu : pengadaan penggunaan energi; proses industri-penggunaan produk; pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan; serta pengelolaan limbah. Tampilan hasil dalam format tabel, pie chart, grafik (untuk tren) dan spasial (jika memungkinkan) untuk menunjukkan distribusi emisi. Untuk menunjukkan sajian hasil lebih mendetail, maka analisis sebaran emisi berdasarkan sumbernya juga akan ditampilkan



Gambar 2. 13 Analisis dan Interpretasi Hasil

2.4. Penjaminan dan Pengendalian Mutu

Penjaminan dan pengendalian mutu dilakukan untuk memastikan kualitas dua variabel yaitu data aktivitas dan hasil hitungan beban emisi. USEPA (2005) menyatakan tentang pentingnya pengendalian mutu dilakukan sejak dasar pelaksanaan yaitu secara internal. Pengendalian mutu (QC) internal disertakan dalam perencanaan awal inventarisasi meliputi :

- Pengecekan kalkulasi beban emisi untuk meminimalisasi kesalahan (eror)
- Pengecekan pada faktor emisi untuk memastikan kesesuaian penggunaan faktor emisi tersebut, termasuk konversi satuan pada data aktivitas
- Mendokumentasikan seluruh asumsi atau pendekatan ilmiah yang mungkin dilakukan dalam kalkulasi emisi
- Membandingkan keselarasan hasil perhitungan emisi antar sumber atau dengan kondisi logis di lapangan atau dengan kondisi emisi kota lain berdasarkan atas karakteristik kegiatannya.



Gambar 2. 14 Skema Penjaminan dan Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu secara internal dilakukan dengan penyelenggaraan rapat atau koordinasi antar personel tim inventarisasi termasuk di dalamnya surveyor secara berkala per minggunya. Pelaksanaan Stakeholders Meeting dengan instansi atau pihak pemilik data adalah untuk menggaransi penjaminan mutu data. Artinya data yang diperoleh nantinya merupakan benar benar data sekunder yang dimiliki, diketahui atau disediakan oleh pihak yang berkompeten.

Kendali mutu secara eksternal dilakukan pasca perhitungan beban emisi GRK keseluruhan diselesaikan melalui *QA/QC Meeting* atau *Stakeholder Meeting II* yang kembali melibatkan pihak pihak pemilik data. Tujuannya yaitu : melakukan pengecekan silang terhadap data yang digunakan dan mengecek perhitungan beban emisi secara bersama-sama.

2.5. *Uncertainties* dan Kelengkapan

Pengumpulan data sekunder sederhana namun tidak mudah. Data tersebut terkadang tidak tersedia ataupun tersedia namun belum dalam format yang sesuai. Kelengkapan data dikumpulkan dalam peridoe pengumpulan data. Data yang belum terlengkapi akan dicoba untuk dilengkapi pada Stakeholder Meeting II dengan mengkonsultasikan langsung pada forum instansi terkait (pemilik data).

Uncertainties atau metode ketidakpastian diatasi dengan pendekatan interpolasi. Kondisi ini diaplikasikam untuk data-data tertentu, umumnya pada sumber yang kuantitasnya satuan aktivitasnya banyak seperti rumah sakit dan pasar tradisional. Pada sumber emisi tersebut survey total sulit dilakukan karena keterbatasan waktu. Solusinya adalah dilakukan sampel terhadap beberapa sumber dan hasil perhitungan sampel akan digunakan untuk keseluruhan populasi dengan melibatkan interpolasi dengan faktor tertentu.

BAB 3

RONA LINGKUNGAN

3.1. Deskripsi Umum Kota Yogyakarta

3.1.1. Aspek geografis

Kota Yogyakarta berkedudukan sebagai ibukota Propinsi DI Yogyakarta dan merupakan satu-satunya daerah tingkat II yang berstatus Kota di samping 4 daerah tingkat II lainnya yang berstatus Kabupaten.

Kota Yogyakarta terletak ditengah-tengah Propinsi DI Yogyakarta, dengan batas-batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah utara : Kabupaten Sleman
- Sebelah timur : Kabupaten Bantul dan Sleman
- Sebelah selatan : Kabupaten Bantul
- Sebelah barat : Kabupaten Bantul dan Sleman

Wilayah Kota Yogyakarta terbentang antara 110° 24' 19" sampai 110° 28' 53" Bujur Timur dan 7° 15' 24" sampai 7° 49' 26" Lintang Selatan dengan ketinggian rata-rata 114 m diatas permukaan laut.

Kota Yogyakarta memiliki luas sekitar 32,5 Km² atau 1,02 % dari luas wilayah Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Kota Yogyakarta pada tahun 2016 terdiri dari 14 Kecamatan, 45 Kelurahan, 616 RW dan 2.532 RT (Kota Yogyakarta dalam angka, 2017). Jarak terjauh dari Utara ke Selatan kurang lebih 7,5 Km dan dari Barat ke Timur kurang lebih 5,6 Km. Kota Yogyakarta terletak di daerah dataran lereng aliran Gunung Merapi, memiliki kemiringan lahan yang relatif datar antara 0 - 2 % dan berada pada ketinggian rata-rata 114 meter dari permukaan air laut (dpl). Sebagian wilayah dengan luas 1.657 hektar terletak pada ketinggian kurang dari 100 meter dan sisanya (1.593 hektar) pada ketinggian antara 100–199 meter dpa.

Secara garis besar Kota Yogyakarta merupakan dataran rendah dimana dari barat ke timur relatif datar dan dari utara ke selatan memiliki kemiringan ± 1 derajat, serta terdapat 3 (tiga) sungai yang melintas Kota Yogyakarta, yaitu:

- Sebelah timur adalah Sungai Gajah Wong
- Bagian tengah adalah Sungai Code
- Sebelah barat adalah Sungai Winongo

Kondisi tanah Kota Yogyakarta cukup subur dan memungkinkan ditanami berbagai tanaman pertanian maupun perdagangan, disebabkan oleh letaknya yang berada didataran lereng gunung Merapi (*fluvia vulcanic foot plain*) yang garis besarnya mengandung tanah regosol atau tanah vulkanis muda Sejalan dengan perkembangan Perkotaan dan Pemukiman yang pesat, lahan pertanian

Kota setiap tahun mengalami penyusutan. Data tahun 1999 menunjukkan penyusutan 7,8% dari luas area Kota Yogyakarta (3.249,75) karena beralih fungsi menjadi lahan pekarangan. Menurut Kota Yogyakarta dalam angka (2017), penggunaan lahan Kota Yogyakarta banyak diperuntukkan bagi perumahan sebesar 2.101,79 hektar, sedangkan untuk pertanian hanya 101,10 hektar (lihat Tabel 3.1)

Tabel 3. 1 Penggunaan Lahan menurut Kecamatan di Kota Yogyakarta, 2016

Kecamatan	Jenis Penggunaan Lahan							
	Perumahan	Jasa	Perusahaan	Industri	Pertanian	Non Produktif	Lain-lain	Total
Mantijeron	200,37	9,55	15,51	0,49	1,76	0,09	33,23	261,00
Kraton	104,28	11,30	8,43	0,00	0,00	0,00	15,99	140,00
Mergangsan	155,68	16,37	21,81	1,60	3,58	0,12	31,83	231,00
Umbulharjo	518,68	56,47	43,00	17,88	57,36	13,56	105,04	812,00
Kotagede	222,86	8,98	17,80	57,36	13,56	0,90	30,28	307,00
Gondokusuman	222,14	69,32	64,44	6,34	0,03	0,10	36,63	399,00
Danurejen	48,50	16,98	31,54	0,32	0,00	0,00	12,67	110,00
Pakualaman	32,94	10,88	7,57	0,32	0,00	0,32	10,97	63,00
Gondomanan	46,10	29,56	23,00	1,52	0,00	0,00	11,81	112,00
Ngampilan	61,05	3,36	5,80	0,00	0,00	0,04	11,76	82,00
Wirobrajan	135,75	7,23	15,62	0,60	0,37	0,00	16,43	176,00
Gedongtengen	63,13	3,68	18,16	0,00	0,00	0,00	11,03	96,00
Jetis	102,67	18,25	26,50	2,88	0,00	0,14	19,57	170,00
Tegalrejo	187,6392	19,4028	10,5775	9,64	22,466	0,3443	40,9302	291,00
Jumlah	2.101,79	281,33	309,77	52,23	101,10	152,62	388,16	3.250,00

Sumber: Kota Yogyakarta dalam angka 2017 hal 29

3.1.2. Aspek demografis

Pertambahan penduduk Kota dari tahun ke tahun cukup tinggi. Jumlah penduduk Kota Yogyakarta pada tahun 2016 menurut proyeksi penduduk Badan Pusat Statistik sebanyak 417.744 jiwa dengan rincian sebanyak 203.845 jiwa penduduk laki-laki dan 213.899 jiwa penduduk perempuan.



Gambar 3. 1 Penduduk menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin di Kota Yogyakarta (2016)

Sumber: Yogyakarta Dalam Angka, 2017

Dengan luas wilayah 32,50 km² kepadatan penduduk Kota Yogyakarta tahun 2016 sebesar 12.854 jiwa per km². Penduduk yang paling padat berada di

Kecamatan Ngampilan yaitu sebesar 20.649 jiwa per Km², dan paling jarang penduduknya di Kecamatan Umbulharjo yakni 10.920 jiwa per Km².

Tabel 3.2 menunjukkan data distribusi dan kepadatan penduduk menurut Kecamatan di Kota Yogyakarta (2016)

Tabel 3. 2 Distribusi dan Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan di Kota Yogyakarta (2016)

No	Kecamatan	Persentase Penduduk	Kepadatan Penduduk per Km ²
1	Mantijeron	7,92	12.683
2	Kraton	4,20	12.546
3	Margansan	7,30	19.193
4	Umbulharjo	21,23	10.920
5	Kotagede	8,66	11.780
6	Gondokusumanan	11,29	11.820
7	Danurejan	4,55	17.290
8	Pakualaman	2,24	14.827
9	Gondomanan	3,26	12.146
10	Ngampilan	4,05	20.649
11	Wirobrajan	6,18	14.677
12	Gedongtengen	4,36	18.975
13	Jetis	5,72	14.065
14	Tegalrejo	9,04	12.975
Kota Yogyakarta		100,00	12.854

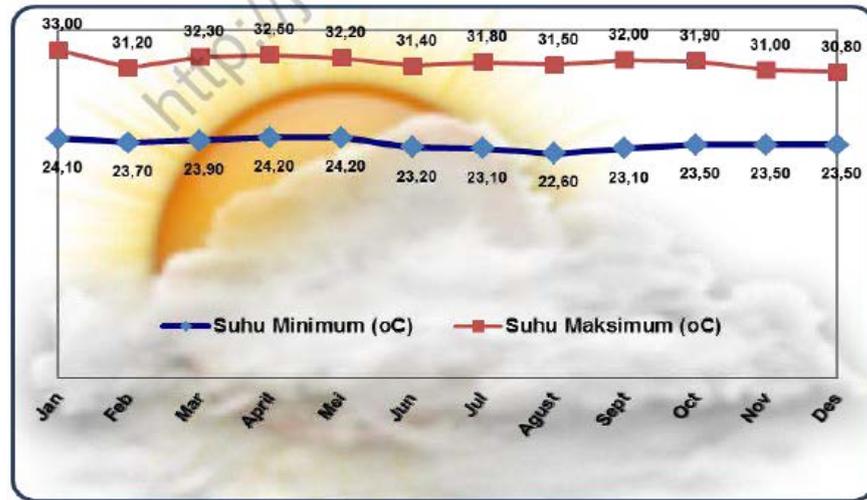
Sumber: Yogyakarta Dalam Angka (2017)

Sumber utama data kependudukan adalah sensus penduduk yang dilaksanakan setiap sepuluh tahun sekali. Sensus penduduk telah dilaksanakan sebanyak enam kali sejak Indonesia merdeka, yaitu tahun 1961, 1971, 1980, 1990, 2000, dan 2010. Jumlah penduduk suatu wilayah dipengaruhi oleh faktor kelahiran kematian dan migrasi/ perpindahan penduduk. Perkembangan jumlah penduduk Kota Yogyakarta mengalami perubahan setiap tahunnya. Perubahan struktur dan komposisi penduduk dapat dilihat dari perbandingan piramida penduduk dimana penduduk Kota Yogyakarta didominasi oleh penduduk usia muda Berdasarkan hasil Sensus Penduduk 2010 jumlah penduduk tahun 2010 tercatat 388.627 jiwa. Komposisi penduduk berdasarkan jenis kelamin adalah 48,67 persen laki-laki dan 51,33 persen perempuan. Jumlah penduduk Kota Yogyakarta pada tahun 2016 menurut proyeksi penduduk Badan Pusat Statistik sebanyak 417.744 jiwa dengan rincian sebanyak 203.845 jiwa penduduk laki-laki dan 213.899 jiwa penduduk perempuan. Dengan luas wilayah 32,50 km² kepadatan penduduk Kota Yogyakarta tahun 2016 sebesar 12.854 jiwa per km².

3.1.3. Aspek klimatologis

Secara umum, rata-rata curah hujan tertinggi di Kota Yogyakarta selama tahun 2016 terjadi pada bulan November yaitu sebanyak 508,20 mm³. Kelembaban udara rata-rata cukup tinggi, terendah terjadi pada bulan Agustus sebesar 84 persen. Tahun 2016 rata-rata tekanan udara sebesar 1.013,975 mb

dan suhu udara rata-rata 26,71 °C, lihat Gambar 3.2 (Kota Yogyakarta dalam angka, 2017).



Gambar 3. 2 Penduduk menurut Kelompok Umur dan Jenis Kelamin di Kota Yogyakarta (2016)

Sumber: Yogyakarta Dalam Angka, 2017

3.1.4. Aspek kekayaan biodiversitas

Dalam rangka menumbuhkan menjadi kebanggaan dan maskot daerah telah ditetapkan pohon Kelapa Gading (*Cocos Nucifera* vv.Gading) dan Burung Tekukur (*Streptoplia Chinensis Tigrina*) sebagai flora dan fauna identitas Kota Yogyakarta.

Keberadaan pohon Kelapa Gading begitu melekat pada kehidupan masyarakat Yogyakarta, karena dikenal sebagai tanaman raja serta mempunyai nilai filosofis dan budaya yang sangat tinggi, sebagai kelengkapan pada upacara tradisional/religius, mempunyai makna simbolis dan berguna sebagai obat tradisional.

Burung tekukur dengan suara merdu dan sosok tubuh yang indah mampu memberikan suasana kedamaian bagi yang mendengar, menjadi kesayangan para pangeran dilingkungan kraton. Dengan mendengar suara burung tekukur diharapkan orang akan terikat kepada Kota Yogyakarta

3.1.5. Aspek ekonomi, sosial dan budaya

Pertumbuhan ekonomi diukur dengan memperhitungkan pertumbuhan PDRB. Untuk mengukur pertumbuhan output riil, maka digunakan PDRB Atas Dasar Harga Konstan untuk menyesuaikan efek perubahan harga (inflasi). PDRB Kota Yogyakarta atas dasar harga konstan tahun 2010 pada tahun 2016 mencapai Rp 23,54 triliun atau naik 0,2% dari tahun 2015 yang lalu.

Tabel 3. 3 Tabel Laju Pertumbuhan PDRB Atas dasar Harga Konstan 2010 Menurut Lapangan Usaha di kota Yogyakarta (persen), 2013-2016

Lapangan Usaha	2012	2013	2014	2015	2016
1. Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	0.66	1.09	-1.01	0.89	0.90
2. Pertambangan dan penggalian	0.70	0.23	1.31	0.14	0.58
3. Industri Pengolahan	-2.87	6.95	4.62	1.79	4.25
4. Pengadaan Listrik dan Gas	10.32	5.64	6.52	2.16	12.01
5. Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah, dan Daur Ulang	3.16	1.81	4.07	2.61	2.22
7. Konstruksi	4.70	4.82	4.63	2.89	3.56
8. Perdagangan Besar dan Eceran, Reparasi Mobil, dan Sepeda Motor	6.32	6.11	5.23	5.99	5.54
9. Transportasi dan pergudangan	1.75	3.88	2.73	3.92	2.82
10. Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	7.18	6.28	5.33	5.96	5.81
11. Informasi dan komunikasi	10.89	4.70	4.31	4.72	8.04
12. Jasa Keuangan dan Asuransi	4.16	10.99	6.48	7.88	5.25
13. Real Estat	7.39	3.70	6.68	5.20	4.50
14. Jasa Perusahaan	8.95	3.02	5.72	7.20	2.77
15. Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	7.27	4.86	5.54	5.60	5.86
16. Jasa Pendidikan	5.81	3.75	6.55	7.09	3.47
17. Jasa Kesehatan	8.08	6.26	6.84	7.39	4.66
18. Jasa Lainnya	5.33	4.81	4.41	7.13	5.27
PDRB	5.40	5,47	5.28	5.09	5.11

Sumber: Kota Yogyakarta Dalam Angka 2017

Pertumbuhan ekonomi riil Kota Yogyakarta mengalami pasang surut sejak tahun 2012-2016. Grafik diatas menunjukkan bahwa tingkat produktifitas tertinggi yang pernah dicapai Kota Yogyakarta adalah 5,47% yang terjadi pada tahun 2013 yang lalu. Tingkat tersebut menjadi titik puncak dari tahun 2012-2016 dalam kurun waktu 5 tahun terakhir. Rata-rata pertumbuhan ekonomi riil Kota Yogyakarta sepanjang 2012-2016 adalah 5,27% atau sedikit lebih rendah daripada rata-rata pertumbuhan ekonomi riil Provinsi DI Yogyakarta tahun 2012-2016 yang sebesar 5,47 %.

Dilihat secara nominal perekonomian Kota Yogyakarta selama lima tahun terakhir terus berkembang. Nilai PDRB Kota Yogyakarta atas dasar harga berlaku tahun 2014 mencapai Rp 24,69 triliun, sedangkan nilai atas dasar harga konstan 2010 mencapai Rp 21,31 triliun dengan laju pertumbuhan ekonomi sebesar 5,30 persen dan rata-rata pertumbuhan selama periode 2010-2014 mencapai 5,51 persen per tahun. Nilai PDRB per kapita atas dasar harga berlaku sejak tahun 2010 terus mengalami peningkatan hingga pada tahun 2014 mencapai 60,57 juta. Sedangkan nilai riil PDRB per kapita sejak tahun 2010 terus mengalami kenaikan dari sebesar Rp 44,4 juta menjadi Rp 52,28 juta di tahun 2014.

Kegiatan ekonomi Kota Yogyakarta bertumpu pada kategori tersier, yaitu: kategori perdagangan besar dan eceran; reparasi mobil dan sepeda motor,

transportasi dan pergudangan; penyediaan akomodasi dan makan minum; kategori informasi dan komunikasi; kategori jasa keuangan dan asuransi; real estate; jasa perusahaan; administrasi pemerintahan, pertahanan dan jaminan sosial wajib; jasa pendidikan; jasa kesehatan dan kegiatan sosial serta kategori jasa lainnya yang mendominasi sebesar 77,19 persen dari total PDRB.

Andil pertumbuhan ekonomi tahun 2014 yang sebesar 5,30 persen terutama diberikan oleh kategori penyediaan akomodasi dan makan minum dengan andil sebesar 0,705 persen, disusul kategori industri pengolahan sebesar 0,648 persen. Selama periode 2010-2014 rata-rata pertumbuhan ekonomi Kota Yogyakarta mencapai 5,51 persen per tahun, lebih tinggi dibanding periode 2009 - 2013 yang sebesar 5,37 persen per tahun (<https://jogjakota.bps.go.id/KegiatanLain/view/id/2>)

BAB 4

KECENDERUNGAN EMISI GAS RUMAH KACA

Pembagian kategori kunci dalam Inventarisasi dan Penyusunan Profil Emisi GRK di Kota Yogyakarta mengikuti arahan dari IPCC (*Guidelines of Greenhouse Gases Inventory, 2006*) yaitu:

1. Penggunaan energi
2. Proses industri
3. AFOLU (pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan)
4. Pengelolaan limbah

Perhitungan emisi dilakukan dengan penghitungan menggunakan formula emisi berbasis data aktivitas. Data aktivitas mengutamakan pendekatan *Top Down*. Beban emisi yang telah terhitung adalah hitungan aktivitas aktivitas yang diinventarisasi sebagai prioritas sesuai dengan asumsi tentang karakter khas Kota Yogyakarta yaitu: dari sektor energi meliputi aktivitas pembakaran yang meliputi sumber bergerak dan stasioner (tidak bergerak) dan konsumsi listrik; sektor IPPU berupa penggunaan pelumas; sektor pertanian berupa pengolahan sawah (lahan), dan aplikasi urea serta sektor limbah berupa sanitasi rumah tangga dan pembakaan sampah atau insinerasi .

4.1. Agregat Gas Rumah Kaca

Kota Yogyakarta sebagai Kota wisata dan pendidikan akan memberikan dampak aktivitas terhadap Emisi Gas Rumah Kaca. Penyusunan Profil dan Inventarisasi emisi gas rumah kaca (GRK) Kota Yogyakarta terfokus pada 4 sektor utama sesuai dengan arahan IPCC yaitu: pengadaan dan penggunaan energi, proses produksi, AFOLU (pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan) dan pengelolaan limbah. Data aktivitas diprioritaskan dengan pendekatan top down untuk menyesuaikan dengan durasi waktu dan sumber daya kegiatan inventarisasi. Berikut adalah hasil keseluruhan inventarisasi emisi Kota Yogyakarta 2017 (Tabel 4.1)

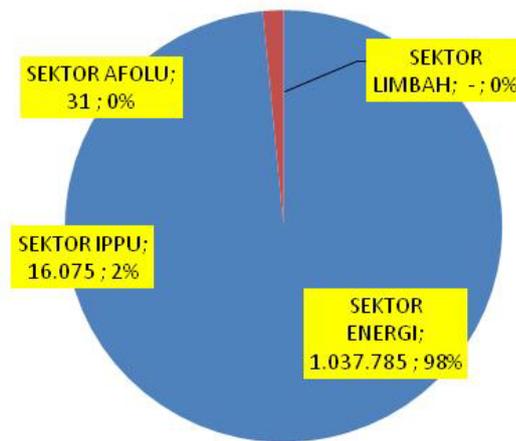
Tabel 4. 1 Emisi GRK di Kota Yogyakarta tahun 2017

No	Variable Emisi	Emisi (ton/tahun)
1	Karbondioksida (CO ₂)	1.053.890,65
2	Metana (CH ₄)	4.763,40
3	Nitrogen dioksida (N ₂ O)	35,40

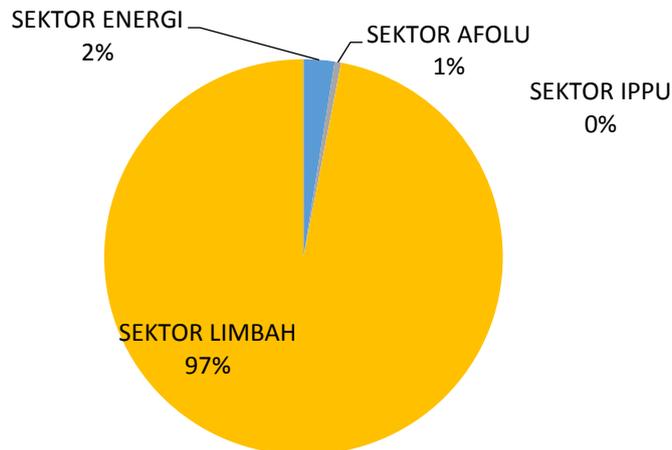
sumber : data diolah, 2017

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa emisi GRK yang dihasilkan di Kota Yogyakarta untuk CO₂ sebesar 1.053.890,65 ton/tahun, CH₄ sebesar 4.763,40, sedangkan N₂O hanya 35,40 ton/tahun, sedangkan Gambar 4.1 menunjukkan bahwa sumber emisi CO₂ mayoritas dihasilkan dari sektor energi bahkan mendekati 98% dengan jumlah 1.037.784,78 ton/tahun, diikuti oleh sektor IPPU mendekati 2% dengan jumlah 16.075,08 ton/tahun, sektor AFOLU mendekati 0% dengan jumlah 30,80 ton/tahun sedangkan Gambar 4.2 menunjukkan emisi CH₄

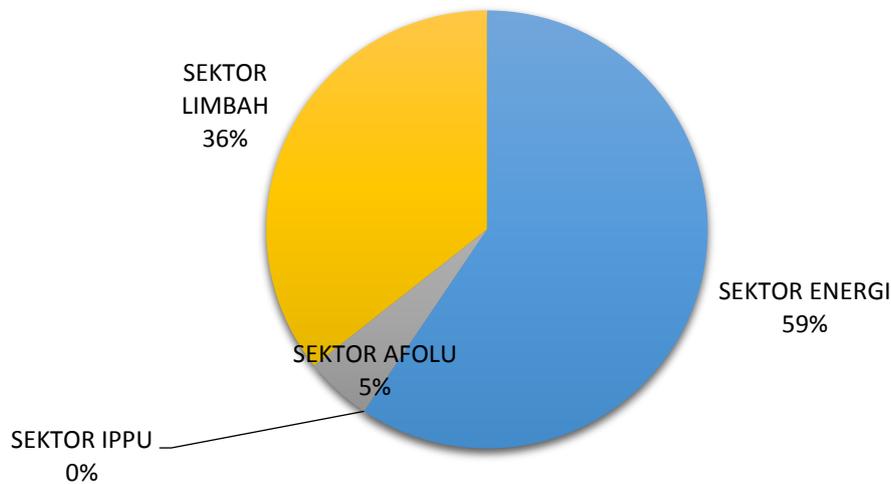
mayoritas emisi di Kota Yogyakarta dihasilkan oleh sektor limbah dengan prosentase 97% dengan jumlah 4.619 ton/tahun dan untuk emisi N₂O juga dihasilkan oleh sektor energi dengan prosentase 59% dengan jumlah 21 ton/tahun, diikuti oleh sektor limbah dengan prosentase 36% dengan jumlah 13 ton/tahun (Gambar 4.3).



Gambar 4. 1 Komposisi Emisi CO₂ (ton/tahun) berdasarkan variable dan kategori kunci



Gambar 4. 2 Komposisi Emisi CH₄ (ton/tahun) berdasarkan variable dan kategori kunci



Gambar 4. 3 Komposisi Emisi NO₂ (ton/tahun) berdasarkan variable dan kategori kunci

Emisi karbondioksida akan cenderung terus bertambah dari tahun ke tahun. Hal ini terjadi secara alami maupun terkait faktor faktor diatas, kepentingan antropogenik. Sebagai contoh : populasi masyarakat Yogyakarta terus bertambah meningkatkan kebutuhan dan aktivitas memenuhinya. Kondisi ini memicu munculnya aktivitas baru yang lebih produktif seperti sektor industri. Pertumbuhan sektor populasi dan industri memicu pertumbuhan kepemilikan moda transportasi pribadi, didorong perubahan pola sosial dan pertumbuhan ekonomi masyarakat.

Beberapa sumber sumber aktivitas penghasil emisi CO₂, merupakan aktivitas yang berkorelasi dan dipengaruhi secara signifikan oleh pertumbuhan populasi wilayah. Contohnya adalah aktivitas dari transportasi jalan raya dan penggunaan bahan bakar untuk rumah tangga (baik LPG, kayu bakar maupun alternatif lain). Jumlahnya akan mengikuti tren pertumbuhan penduduk dan penambahan rumah tangga baru di Kota Yogyakarta.

4.2. Agregat Per Variabel Gas Rumah Kaca

Variabel emisi dalam penyusunan profil dan inventarisasi ini adalah karbondioksida (CO₂), metana (CH₄) dan nitrogen dioksida (N₂O). Seperti telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya, peringkat emisi GRK Kota Yogyakarta ditinjau dari variabelnya adalah CO₂ > CH₄ > N₂O. Jika merujuk pada beban emisi, nilainya berturut turut adalah 1.053.890,65 ton/tahun > 4.763,40 ton/tahun > 35,40 ton/tahun. Nilai beban emisi CO₂ dominan dan signifikan, dibandingkan emisi CH₄ dan N₂O. Namun, hal ini adalah kondisi yang wajar terjadi.

Tabel 4.2 secara umum menunjukkan bahwa mayoritas sumber emisi GRK untuk CO₂ dan N₂O dihasilkan dari aktivitas pengadaan dan penggunaan energi, sedangkan CH₄ mayoritas dihasilkan oleh aktivitas pengelolaan limbah.

Tabel 4. 2 Pemeringkatan GRK Kota Yogyakarta per variabel berdasarkan kategori kuncinya

No	Variabel Gas Rumah Kaca (GRK)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	Pengadaan dan penggunaan energi	Pengelolaan Limbah	Pengadaan dan penggunaan energi
2	Pengadaan dan penggunaan energy (IPPU)	Pengadaan dan penggunaan energi	Pengelolaan Limbah
3	AFOLU (Pertanian, Kehutanan dan <i>Land Use</i>)	AFOLU (Pertanian, Kehutanan dan <i>Land Use</i>)	AFOLU (Pertanian, Kehutanan dan <i>Land Use</i>)
4	Pengelolaan Limbah	Pengadaan dan penggunaan energy (IPPU)	Pengadaan dan penggunaan energy (IPPU)

Sumber : data diolah, 2016

Keterangan warna

	Emisi dalam tingkat tertinggi dibanding kategori kunci lain
	Emisi dengan nilai signifikan di bawah peringkat emisi tertinggi
	Emisi dengan nilai beban menengah-rendah
	Emisi dengan nilai beban yang rendah
	Tidak ada emisi dihasilkan

BAB 5

PENGADAAN DAN PENGGUNAAN ENERGI

5.1. Overview

Keberhasilan pertumbuhan ekonomi, meningkatnya standar kehidupan, pertumbuhan penduduk dan urbanisasi yang demikian cepat berdampak pada meningkatnya konsumsi energi yang semakin cepat pula, kecenderungan ini akan terus berlanjut. Setiap aktivitas membutuhkan energi, dan penggunaan energi akan memunculkan pencemaran pada lingkungan. Kondisi ini menjadikan penggunaan dan pengubahan energi menjadi pemicu utama bagi pencemaran, termasuk pencemaran udara. Produksi dan penggunaan energi merupakan sumber-sumber polutan udara buatan manusia yang terbesar. Pada dunia modern dan masyarakat perkotaan, biasanya penggunaan energi akan terpusat pada beberapa aktivitas seperti transportasi, industri dan komersial. Penggunaan energi dalam hal ini berwujud sebagai bahan bakar atau penggerak mesin, didominasi oleh dampak energi yang dibakar untuk aktivitas tertentu.

Dalam konteks inventarisasi gas rumah kaca, yang dimaksud pembakaran bahan bakar adalah oksidasi bahan bakar secara sengaja dalam suatu alat dengan tujuan menyediakan panas atau kerja mekanik pada suatu proses (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Artinya adalah inventarisasi ditinjau dari pemahaman emisi umum dilakukan pada emisi yang dihasilkan pada proses stokiometris yang melibatkan mesin-mesin atau metode mekanis buatan manusia. Emisi yang dihasilkan secara alami berupa proses enzimatik tidak disertakan dalam perhitungan. Inventarisasi gas rumah kaca (GRK) sektor energi akan meliputi dua kategori utama yaitu kegiatan pengadaan atau penyediaan energi dan kegiatan penggunaan energi. Untuk Kota Yogyakarta, kategori aktivitas terkait energi yang ada adalah sebatas penggunaan energi untuk beragam aktivitas. Kementerian Lingkungan Hidup mengelompokkan penggunaan energi dalam kegiatan utama berupa konsumsi atau pemanfaatan bahan bakar untuk operasional peralatan peralalatan yang tidak bergerak pada jalur khusus dan trayek khusus (stasioner) dan peralatan yang bergerak pada jalur dan trayek khusus (transportasi).

IPCC Guidelines menjelaskan bahwa pada sebuah emisi pembakaran energi, terdapat tiga tipe gas utama yang dihasilkan yaitu CO_2 , CH_4 dan N_2O . Gas emisi yang dominan dihasilkan tentunya berupa karbondioksida (CO_2). Setiap pembakaran sempurna pada karbon akan menghasilkan karbondioksida. Emisi karbondioksida tidak banyak dipengaruhi oleh teknologi pembakaran. Karakter yang berbeda dengan emisi CH_4 dan N_2O yang signifikan dipengaruhi oleh teknologi pembakaran yang diaplikasikan. Gas gas non karbondioksida terkadang ikut dihasilkan, namun dalam jumlah yang kecil dan nilainya jauh di bawah karbondioksida. Oleh sebab itu, analisis terhadap emisi GRK dari kategori pembakaran akan lebih tepat guna jika dilakukan berdasarkan jumlah atau konsentrasi karbondioksida yang diemisikan.

Energi merupakan salah satu sektor penting dalam inventarisasi emisi gas rumah kaca (GRK). Cakupan inventarisasi sektor energi meliputi kegiatan

pengadaan/penyediaan energi dan penggunaan energi. Pengadaan/penyediaan energi meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

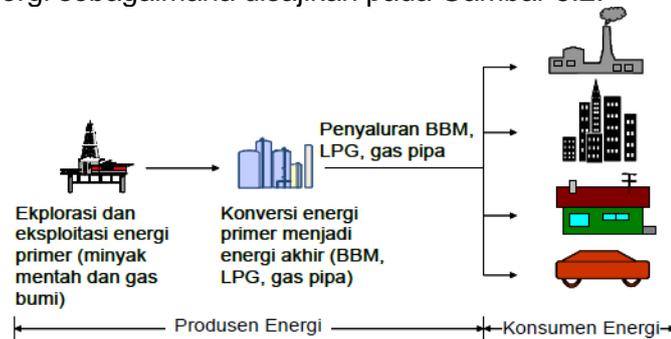
- b. Eksplorasi dan eksploitasi sumber-sumber energi primer (misal minyak mentah, batubara);
- c. Konversi energi primer menjadi energi sekunder yaitu energi yang siap pakai (konversi minyak mentah menjadi BBM di kilang minyak, konversi batubara menjadi tenaga listrik di pembangkit tenaga listrik), dan
- d. Kegiatan penyaluran dan distribusi energi.

Adapun penggunaan energi meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

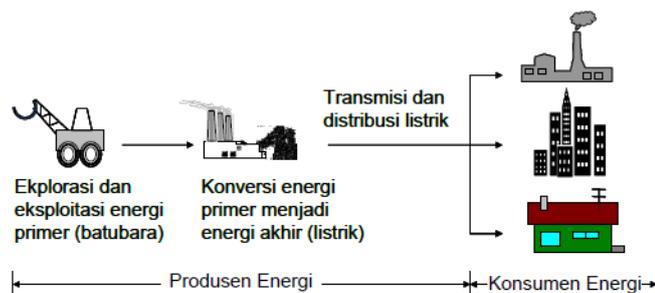
- a. Penggunaan bahan bakar di peralatan-peralatan stasioner (di industri, komersial, dan rumah tangga), dan
- b. Peralatan-peralatan yang bergerak (transportasi).

(Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

Ilustrasi cakupan inventarisasi GRK dari kegiatan sektor energi diperlihatkan pada Gambar 5.1. Adapun ilustrasi pengelompokan inventarisasi GRK sektor energi sebagaimana disajikan pada Gambar 5.2.



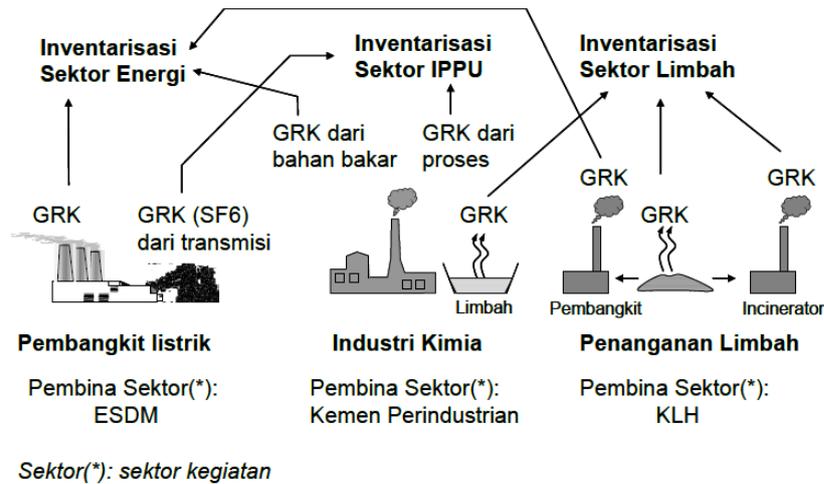
(a) Sistem minyak dan gas bumi



(b) Sistem batubara

Gambar 5. 1 Ilustrasi Cakupan Inventarisasi GRK Sektor Energi

Sumber: Kementerian Lingkungna Hidup (2012)

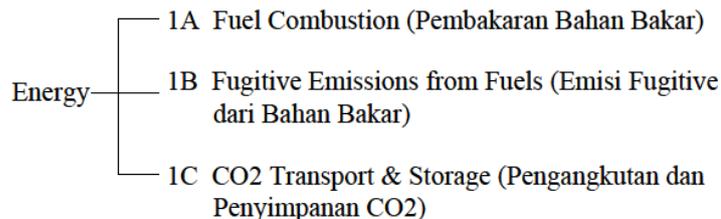


Gambar 5. 2 Contoh ilustrasi pengelompokan sektor inventarisasi GRK

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2012)

Jenis GRK yang diemisikan oleh sektor energi adalah CO₂, CH₄ dan N₂O. Berdasarkan IPCC Guideline 2006, sumber emisi GRK dari sektor energi diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama (lihat Gambar 5.3), yaitu:

- Emisi hasil pembakaran bahan bakar (*fuel combustion*),
- Emisi *fugitive* pada kegiatan produksi dan penyediaan bahan bakar. Merupakan emisi GRK yang secara tidak sengaja terlepas pada kegiatan produksi dan penyediaan energi di lapangan. Umumnya terjadi pada kegiatan pertambangan energi, produksi dan pengolahan bahan bakar dan penyaluran melalui pipa-pipa khusus.
- Emisi dari pengangkutan dan injeksi CO₂ pada kegiatan penyimpanan CO₂ di formasi geologi. Kegiatan ini belum ada dan belum akan diadakan dalam waktu dekat di wilayah Indonesia, sehingga emisinya dapat diabaikan.



Catatan: Kode 1A, 1B, 1C mengikuti kode pengelompokan pada IPCC GL 2006

Gambar 5. 3 Ilustrasi kategori sumber-sumber emisi GRK sektor energy

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2012)

Melalui ketiga kategori tersebut akan dapat dispesifikkan lagi ke dalam aktivitas aktivitas masyarakat yang lebih umum dan mudah dijelaskan (Tabel 5.1). Untuk Kota Yogyakarta, emisi yang ada berdasarkan data aktivitas sekunder yang dikoleksi adalah kategori pertama, yaitu emisi pembakaran bahan bakar.

Secara keseluruhan, berikut ini adalah beban emisi yang dihasilkan dari kategori penggunaan energi di Kota Yogyakarta dapat dilihat di Tabel 5.1

Tabel 5. 1 Overview beban emisi kategori kunci penggunaan energi di Kota Yogyakarta

Sumber Emisi	Beban Emisi (ton/tahun)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
A. SEKTOR ENERGI (I+II)			
I. Fuel Combustion Activities (a+b)	463,028.17	119.26	21.03
a. Sumber Bergerak (1+2+3)	250,213.75	91.77	19.59
1. Transportasi Jalan Raya	248,167.51	91.66	19.14
2. Terminal	1,025.92	0.05	0.05
3. Kereta Api	1,020.32	0.06	0.39
b. Sumber Stasioner (tidak Bergerak) (1+2+...+9)	212,814.42	27.49	1.44
1. Rumah Tangga (domestik)	60,485.81	4.79	0.10
2. Industri	115,272.09	5.61	0.99
3. Hotel	4,459.60	0.46	0.02
4. Restoran	15,934.50	2.50	0.03
5. Pembelanjaan Modern (<i>Mall</i>)	687.36	0.06	0.00
6. Pasar Tradisional	1,033.69	1.42	0.01
7. Pedagang Kaki Lima (PKL)	12,084.38	12.26	0.25
8. Kantor Pemerintahan	784.31	0.11	0.03
9. Rumah Sakit	2,072.67	0.27	0.02
II. Konsumsi Listrik * (1+2+3+4+5+6)	574,756.61	-	-
1. Gedung Pemerintah	26,454.12	-	-
2. Rumah Tangga	205,293.42	-	-
3. Sosial	85,427.45	-	-
4. Usaha dan Hotel	223,865.93	-	-
5. Industri	23,461.57	-	-
6. Penerangan Jalan	10,254.11	-	-
Total	1,037,784.78	119.26	21.03

Sumber : data diolah, 2017

Secara umum, emisi GRK dari penggunaan energi menghasilkan CO₂ sebesar **1.037.784,78** ton/tahun, CH₄ sebesar **119,26** ton/tahun, dan N₂O sebesar **21,03** ton/tahun, lihat Tabel 5.1.

5.2. Emisi Pembakaran Bahan Bakar (*Fuel Combustion*)

Pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh pembakaran bahan bakar merupakan masalah yang sampai ini sulit untuk dikendalikan. Hal ini disebabkan jumlah penduduk yang terus meningkat setiap tahunnya, sehingga peningkatan kebutuhan energi pun tak dapat dielakkan. Dewasa ini, hampir semua kebutuhan energi manusia diperoleh dari konversi sumber energi fosil, misalnya pembangkitan listrik dan alat transportasi yang menggunakan energi fosil sebagai sumber energinya.

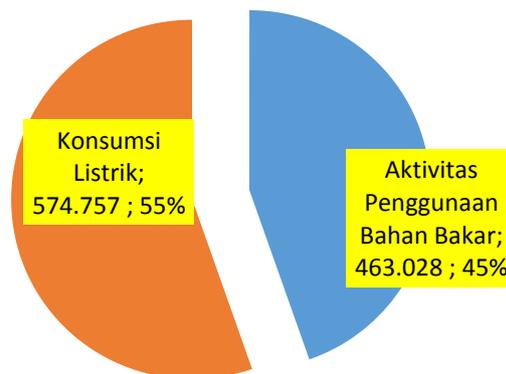
Emisi pembakaran bahan bakar menjadi emisi utama dari emisi pengadaan dan penggunaan energi di Kota Yogyakarta. Berdasarkan aktivitasnya, emisi yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar dapat dikelompokkan menjadi beberapa sumber yaitu (Tabel 5.2).

Tabel 5. 2 Sumber emisi pada kategori pengadaan dan penggunaan energi, inventarisasi GRK Kota Yogyakarta

No	Aktivitas (sumber emisi)	Keterangan
1	Konsumsi listrik	Konsumsi listrik yang disuplai PLN ke Kota Yogyakarta untuk beragam sektor
2	Transportasi jalan raya	Konsumsi dan pembakaran bahan bakar untuk aktivitas transportasi yang berlangsung pada jalan raya (<i>mobile on road</i>)
3	Terminal Bis	Konsumsi dan pembakaran bahan bakar untuk aktivitas yang berkaitan dengan pergerakan moda transportasi di kawasan terminal dan penggunaan bahan bakar untuk operasional alat stasioner di kawasan terminal
4	Transportasi Kereta Api	Konsumsi dan pembakaran bahan bakar untuk aktivitas yang berkaitan dengan pergerakan moda transportasi kereta api di kawasan Yogyakarta dan penggunaan bahan bakar untuk operasional alat stasioner di kawasan stasiun kereta api
5	Rumah tangga (domestik)	Penggunaan bahan bakar untuk kebutuhan kegiatan rumah tangga non-listrik
6	Hotel	Penggunaan bahan bakar untuk kebutuhan aktivitas perhotelan non-listrik
7	Restoran	Penggunaan bahan bakar untuk kebutuhan aktivitas restoran non-listrik
8	Pembelanjaan Modern (<i>Mall</i>)	Penggunaan bahan bakar untuk kebutuhan aktivitas Mall non-listrik
9	Pasar tradisional	Penggunaan bahan bakar pada mesin mesin stasioner non-listrik yang digunakan

No	Aktivitas (sumber emisi)	Keterangan
10	Pedagang Kaki Lima (PKL)	di areal pasar-pasar tradisional Penggunaan bahan bakar untuk kebutuhan aktivitas PKL non-listrik
11	Kantor Pemerintahan	Penggunaan bahan bakar untuk kebutuhan aktivitas kantor pemerintahan non-listrik
12	Rumah sakit	Penggunaan bahan bakar untuk operasional peralatan medis dan penunjang kegiatan pada rumah sakit

Gambar 5.4 menunjukkan prosentasi emisi CO₂ hasil penggunaan energi di Kota Yogyakarta. Konsumsi listrik memberikan kontribusi emisi CO₂ sebesar 55% di Kota Yogyakarta, dibandingkan dari hasil yang dihasilkan dari aktivitas penggunaan bahan bakar, hanya 45%. Emisi CO₂ dari konsumsi listrik menghasilkan 574.757 ton/tahun, sedangkan dari aktivitas penggunaan bahan bakar sebesar 463.028 ton/tahun. Untuk CH₄ dan N₂O tidak dihasilkan dari aktivitas konsumsi listrik.



Gambar 5. 4 Prosentasi Emisi CO₂ hasil pembakaran Bahan Bakar

Sumber: Data diolah (2017)

5.2.1. Sumber Bergerak

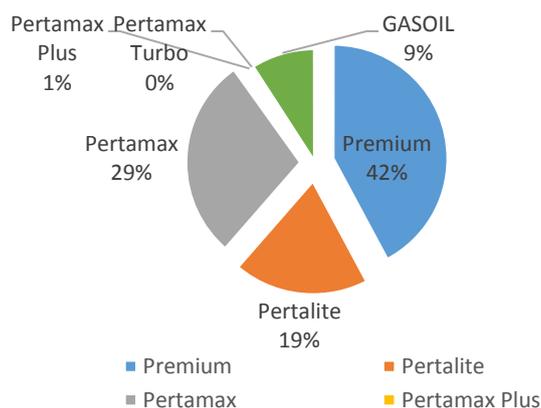
5.2.1.1. Transportasi Jalan Raya

Transportasi jalan raya merupakan sumber utama dari pencemaran udara di wilayah perkotaan dan dianggap sebagai salah satu sumber emisi GRK utama pada masyarakat modern. Meskipun perkembangan teknologi terbaru secara signifikan dapat mengurangi jumlah emisi, namun tingkat kenaikan dari jumlah kendaraan bermotor yang cukup tinggi dan jauhnya jarak perjalanan membuat hal tersebut tidak berguna lagi. Sektor transportasi jalan raya tumbuh dan berkembang seiring dengan peningkatan perekonomian wilayah. Transportasi merupakan sarana penting bagi masyarakat modern untuk memperlancar mobilitas manusia dan barang. Dengan pesatnya pertumbuhan

kendaraan bermotor mengakibatkan peningkatan penggunaan BBM untuk sektor transportasi, maka gas buang yang mengandung polutan juga akan naik dan akan mempertinggi kadar pencemaran udara.

Kota Yogyakarta sebagai kota dengan bermacam predikat: kota pelajar atau kota pendidikan, kota budaya, kota wisata membuat wilayah ini mempunyai daya tarik yang tinggi bagi banyak orang untuk datang, baik itu untuk tinggal sementara sebagai pelajar atau mahasiswa atau sekedar berkunjung sebagai wisatawan, maupun untuk tinggal menetap sebagai pelaku ekonomi. Hal ini menjadikan Kota Yogyakarta terus mengalami perkembangan hingga menjadi suatu tempat dengan pergerakan orang dan barang yang semakin padat. Peningkatan ini memicu terjadinya peningkatan jumlah permintaan perjalanan yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan transportasi yang memadai. Disisi lain, sejalan dengan pesatnya pembangunan dan jumlah penduduk yang tinggal di Kota Yogyakarta maka jumlah kendaraan bermotor juga mengalami peningkatan. Dengan semakin meningkatnya kegiatan transportasi baik karena kegiatan wisata maupun aktivitas warga kota akan mengakibatkan tingginya kepadatan lalu lintas di wilayah ini. Volume lalu lintas yang terus meningkat mendekati atau bahkan melampaui kapasitas jalan akan menyebabkan terjadinya kemacetan. Implikasi dari kemacetan berpengaruh terhadap penggunaan bahan bakar, jika sering terjadi kemacetan maka semakin boros penggunaan bahan bakarnya.

Dalam kegiatan ini, perhitungan beban emisi dari sektor transportasi jalan raya dengan menggunakan metode beban emisi berdasarkan konsumsi bahan bakar tahunan pada suatu wilayah. Data konsumsi bahan bakar diperoleh dari data penjualan bahan bakar dari Pertamina Kota Yogyakarta yaitu penjualan tiap SPBU di wilayah Kota Yogyakarta. Ditinjau dari jenis bahan bakar yang digunakan, jenis premium yang paling banyak dikonsumsi oleh pengguna di wilayah Kota Yogyakarta yaitu sebesar 42%, lihat Gambar 5.5



Gambar 5. 5 Prosentasi Konsumsi Bahan Bakar di Kota Yogyakarta

Sumber: Pertamina Kota Yogyakarta (2016)

Transportasi jalan raya atau *mobile source on road* dianggap sebagai salah satu sumber emisi GRK utama pada masyarakat modern. Hal ini tidak terlepas

dari peningkatan mobilitas masyarakat untuk melakukan beragam aktivitas terutama terkait dengan kegiatan antropogenik atau pemenuhan kebutuhan manusia. Kebutuhan mobilitas cenderung dipenuhi dengan kepemilikan kendaraan pribadi. Akibatnya jumlah kendaraan pribadi pada suatu wilayah meningkat pesat dari tahun ke tahun. Tabel 5.3 menunjukkan konsumsi energi berdasarkan bahan bakar minyak dan emisi yang dihasilkan di tahun 2016. Dari Tabel tersebut menunjukkan bahwa emisi CO₂ menghasilkan nilai **248.167,5** ton/tahun, untuk emisi CH₄ sebesar 91,7 ton/tahun dan N₂O sebesar 19,1 ton/tahun.

Tabel 5. 3 Tabel konsumsi energi berdasarkan bahan bakar minyak dan emisi yang dihasilkan per tahun

Jenis Bahan Bakar	A	B	C	D	E	F	G	H	I			
	Konsumsi	Faktor Konversi	Konsumsi	Faktor Emisi CO ₂	Emisi CO ₂	Faktor Emisi CH ₄	Emisi CH ₄	Faktor Emisi N ₂ O	Emisi N ₂ O			
	Kl	GJ/l	GJ	kg/TJ	Ton	kg/TJ	Ton	kg/TJ	Ton			
			$C=A*B$			$E=B*D/10^6$			$G=B*F/10^6$			$I=B*H/10^6$
GASOLINE												
Premium	46,831	0.0330	1,545,430	69300	107,098.3	33	51.0	3.2	4.9			
Pertalite	25,952	0.0330	856,416	69300	59,349.6	25	21.4	8	6.9			
Pertamax	20,658	0.0330	681,711	69300	47,242.6	25	17.0	8	5.5			
Pertamax Plus	376	0.0330	12,408	69300	859.9	25	0.3	8	0.1			
Pertamax Turbo	176	0.0330	5,808	69300	402.5	25	0.1	8	0.0			
GASOIL	12,451	0.0360	448,241	74100	33,214.7	3.9	1.7	3.9	1.7			
Total Emisi (Ton)					248,167.5	91.7		19.1				

Sumber: Pertamina, diolah 2017

5.2.1.2. Terminal Bus

Terminal merupakan tempat penyediaan fasilitas masuk dan keluar dari lokasi penumpang yang akan diangkut menuju dan dari sistem (dari asal dan tujuan penumpang). Terminal angkutan umum adalah satu elemen angkutan yang berfungsi sebagai tempat perpindahan arus penumpang dari satu modus angkutan lainnya untuk efisiensi pergerakan. Sistem transportasi bus selama ini memiliki keunggulan yaitu memiliki cakupan wilayah yang lebih luas dan dapat mencapai daerah yang tidak dilewati jalur kereta api. Terminal itu sendiri dapat dikatakan sebagai simpul dari sistem transportasi jalan raya, sedangkan sistem transportasi jalan raya merupakan tulang punggung sistem transportasi nasional dalam pembangunan ekonomi dan pengembangan wilayah.

Terminal merupakan salah satu yang menghasilkan sumber emisi dari sumber bergerak. Hal ini dikarenakan terminal merupakan bagian dari utilitas transportasi yang melibatkan sumber-sumber emisi dari sumber emisi bergerak. Sumber emisi didalam terminal adalah pergerakan dan manuver bus pada saat masuk maupun keluar dalam rangka menaikkan dan menurunkan penumpang serta pada saat bus menuju lokasi parkir. Semakin banyak armada bus yang masuk dan keluar terminal, semakin besar beban emisi yang dihasilkan dari terminal.

Kota Yogyakarta memiliki satu terminal yang merupakan terminal tipe A yaitu Terminal Giwangan, berlokasi di Kelurahan Giwangan, Umbulharjo, Yogyakarta, tepatnya di Jalan Imogiri Timur Km 6, di dekat perbatasan antara Kota Yogyakarta dengan Kabupaten Bantul. Terminal ini melayani bus kota, AKDP dan AKAP. Armada bus yang tercatat keluar masuk terminal Giwangan pada tahun 2017 sebanyak 466.505 unit ritase dengan perincian sebagai berikut:

- a. Bus kota sebanyak 104.837 unit
- b. Bus AKDP sebanyak 117.030 unit
- c. Bus AKAP sebanyak 244.638 unit

Untuk menentukan emisi GRK yang terjadi dari lalu lalang moda transportasi di Terminal Giwangan digunakan jumlah bahan bakar yang terbakar atau dikonsumsi dalam kawasan terminal. Untuk memperoleh nilai tersebut, digunakan asumsi-asumsi sebagai berikut:

- a. Bus kota dengan bahan bakar diesel dikategorikan dalam jenis *Light Duty Vehicle* (LDV) menghabiskan 1 liter selama di dalam terminal.
- b. AKAP dengan bahan bakar diesel dikategorikan dalam *Heavy Duty Vehicle* (HDV) menghabiskan 1 liter selama di dalam terminal.
- c. AKDP dengan bahan bakar diesel dikategorikan dalam *Heavy Duty Vehicle* (HDV) menghabiskan 0,3 liter selama di dalam terminal.

Untuk faktor emisi pada perhitungan beban emisi GRK sektor terminal berdasarkan IPCC,2006 dengan jenis bahan bakar diesel adalah sebagai berikut:

- a. Faktor emisi $\text{CO}_2 = 74100 \text{ kg/TJ}$
- b. Faktor emisi $\text{CH}_4 = 3,9 \text{ kg/TJ}$
- c. Faktor emisi $\text{N}_2\text{O} = 3,9 \text{ kg/TJ}$

Hasil perhitungan beban emisi GRK Terminal Giwangan dari aktivitas pergerakan armada bus di dalam kawasan terminal setelah terlebih dahulu menghitung asumsi bahan bakar yang dikonsumsi.

Tabel 5. 4 Hitungan Beban Emisi GRK Sektor Aktivitas Terminal Giwangan

Tipe Angkutan Umum	Fuel Consumption (lt/trip)	NCV (TJ/lt)	Emission Factors (kg/TJ fuel)			Beban Emisi (ton/tahun)		
			CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Bus Kota	1	0,000036	74100	3,9	3,9	279,66	0,01	0,01
AKAP	1	0,000036	74100	3,9	3,9	652,60	0,03	0,03
AKDP	0,3	0,000036	74100	3,9	3,9	93,66	0,00	0,00
Total Emisi						1.025,92	0,05	0,05

*AKDP adalah bus antar kota dalam provinsi, AKAP adalah bus antar kota antar provinsi

Sumber : data diolah, 2017

Tipe Angkutan Umum jenis AKAP menghasilkan emisi terbanyak di Terminal Giwangan, dimana untuk variabel CO₂ menghasilkan beban emisi sebanyak 1.025,92 ton/tahun dan variabel CH₄ sebanyak 0,05 ton/tahun serta variabel N₂O sebanyak 0,05 ton/tahun.

5.2.1.3. Kereta Api

Kota Yogyakarta mempunyai sumber bergerak non angkutan jalan yang berupa Angkutan Kereta Api. Jalur Kereta Api yang ada di Kota Yogyakarta membentang dari arah barat ke timur yang melewati 2 stasiun, Stasiun Besar Tugu dan Stasiun Kecil Lempuyangan. Stasiun Besar Tugu melayani angkutan orang untuk kereta api jarak jauh dengan kelas tempat duduk eksekutif, bisnis, dan angkutan commuter (pramek). Sedangkan Stasiun Lempuyangan selain melayani angkutan orang kelas ekonomi dan commuter (pramek), juga melayani kegiatan angkutan barang. Selain kegiatan kereta api angkutan orang dan barang, pada kedua Stasiun tersebut juga terdapat kegiatan kereta langsir, baik kereta langsing untuk kereta angkutan orang dan kereta angkutan barang (PUSTRAL UGM, 2013).



Gambar 5. 6 Peta Jalur Lintasan Kereta Api di Kota Yogyakarta

Sumber: GIS Kemenhub (2013) dalam PUSTRAL UGM (2013)

Untuk menentukan emisi GRK yang terjadi dari kereta api di wilayah Kota Yogyakarta digunakan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi dari pergerakan kereta api sepanjang jalur dalam area wilayah administrasi Kota Yogyakarta. Untuk memperoleh nilai tersebut, digunakan beberapa asumsi sebagai berikut (lihat Tabel 5.5 dan 5.6):

Tabel 5. 5 Panjang Lintasan KA di Wilayah Kota Yogyakarta

Jarak Lintasan	ke arah Timur	ke arah Barat
Asal Tugu	3.73	1.49
Asal LPN	2.37	2.85
Kereta Lintas	5.22	
YK-LPN	1.36	

Sumber : Perhitungan dengan Google Earth

Tabel 5. 6 Standar Konsumsi BBM per tiap Jenis Lokomotif

Jenis Lokomotif	Standar Konsumsi (l/km)
CC 201	2,5
CC 203	2,4
CC 204	2,6
CC 206	2,4
KRDE	1,19

Sumber : PT KA Daop VI Yogyakarta

Tabel 5.7 berikut ini adalah data mengenai penggunaan faktor emisi yang dipergunakan untuk menghitung beban emisi GRK kereta api di wilayah Kota Yogyakarta

Tabel 5. 7 Faktor Emisi Yang Digunakan Dalam Perhitungan Beban Emisi GRK Kereta Api di Kota Yogyakarta

Tools	Types of Fuel	Emission Factor (g/GJ)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Train	High Speed Diesel (Diesel Fuel)	74100	4.15	28.6

Sumber: IPCC (2006)

Penghitungan beban emisi kereta api dilakukan dengan menggunakan data aktivitas kereta api berdasarkan data GAPEKA dan faktor emisi bahan bakar yang digunakan. Hasil perhitungan beban emisi tersebut disajikan dalam Tabel 5.8 berikut.

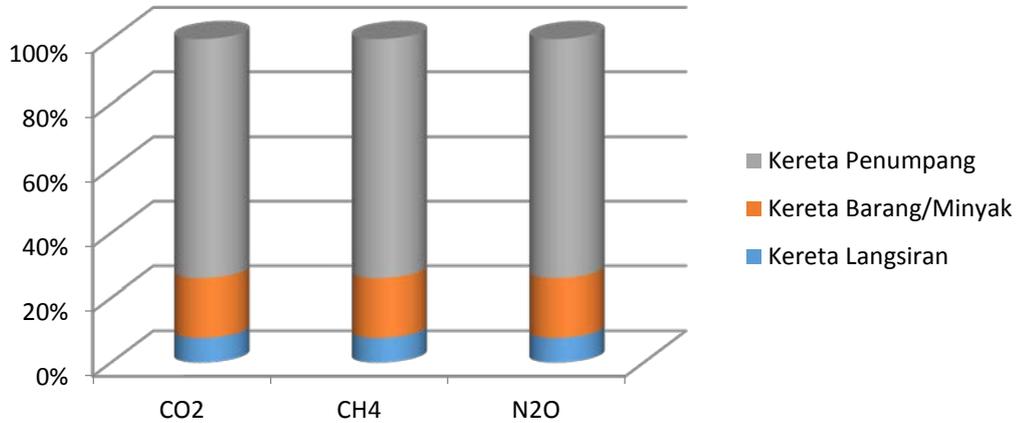
Tabel 5. 8 Hasil Emisi GRK Kereta Api di Kota Yogyakarta

Jenis Kereta Api	Beban Emisi (ton/tahun)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Kereta Penumpang	754,62	0,04	0,29
Kereta Barang/Minyak	187,78	0,01	0,07
Kereta Langsiran	77,92	0,00	0,03
Total	1.020,32	0,06	0,39

Sumber : data diolah, 2017

Total beban emisi variabel CO₂ dari aktivitas kereta api adalah 1.020,32 ton/tahun, untuk variabel CH₄ sebesar 0,06 ton/tahun dan variabel N₂O sebesar 0,39 ton/tahun. Ditinjau dari jenis keretanya, beban emisi terbesar dikontribusikan

kereta penumpang. Perbandingan emisi GRK dari jenis kereta api di Kota Yogyakarta dapat dilihat di Gambar 5.7



Gambar 5. 7 Perbandingan emisi GRK dari jenis kereta api di Kota Yogyakarta

Sumber: Diolah (2017)

5.2.2. Sumber Tidak Bergerak (Stasioner)

5.2.2.1. Sektor Rumah Tangga (Domestik)

Sektor rumah tangga yang menjadi salah satu kontributor emisi dominan akibat besarnya penggunaan energi. Dalam kajian ini, beban emisi yang dihasilkan dari sektor rumah tangga yang dihitung adalah penggunaan bahan bakar, sedangkan penggunaan listrik akan dihitung pada subbab tersendiri.

Penggunaan bahan bakar rumah tangga di Kota Yogyakarta terbagi dalam 2 jenis yaitu *Liquid Petroleum Gas* (LPG) dan kayu bakar. Berikut ini adalah data jenis bahan bakar dari sektor rumah tangga yang dirangkum dari berbagai dokumen sekunder. Tabel 5.5 menunjukkan proporsi jenis bahan bakar LPG yang digunakan oleh sektor rumah tangga di Kota Yogyakarta. Dalam Tabel 5.9 menunjukkan mayoritas rumah tangga di Kota Yogyakarta masih menggunakan LPG ukuran 3 kg dengan proporsi pengguna mencapai 87,1%.

Tabel 5. 9 Jenis Bahan Bakar Yang Digunakan Sektor Rumah Tangga di Kota Yogyakarta

Jenis	Proporsi Pengguna	Jumlah Rumah tangga Pengguna	Total Konsumsi (Ton/Bulan)	Total Konsumsi (Ton/Tahun)
LPG 3 Kg	87,1%	97.856	1.470,3	17.643,4
LPG 5,5 Kg	0,2%	253	3,8	45,6
LPG 12 Kg	12,7%	14.292	214,7	2.576,8
Total	100.0%	112.401	1.688,8	20.266

Sumber: Hasil Survey Susenas 2016

Perhitungan emisi GRK bahan bakar rumah tangga berdasar pada formula emisi standar dengan mengalilkan data aktivitas berupa konsumsi tahunan setiap tipe bahan bakar dengan faktor emisi. Berdasarkan faktor emisi dapat diperhitungkan nilai beban emisi energi rumah tangga. Hasil beban emisi sektor rumah tangga di Kota Yogyakarta disajikan dalam tabel 5.10.

Berdasarkan perhitungan, beban emisi tertinggi adalah dari penggunaan bahan bakar sektor rumah tangga yaitu untuk CO₂ sebesar **60.485,8** ton/tahun, CH₄ sebesar 4,8 ton/tahun dan N₂O sebesar 0,1 ton/tahun. Konsumsi LPG 3 kg merupakan yang terbesar, dengan emisi CO₂ yang dihasilkan sebesar 87,1% dari total emisi yang dihasilkan dari penggunaan energi sektor rumah tangga. Sedangkan jenis LPG 5,5 kg penggunaannya paling kecil dengan nilai emisi CO₂ sebesar 0,2%.

Tabel 5. 10 Emisi GRK dari sektor rumah tangga di Kota Yogyakarta, Tahun 2016

Jenis Bahan Bakar	KONSUMSI ENERGI			CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Konsumsi	Faktor Konversi	Konsumsi (GJ)	Faktor Emisi CO ₂	Emisi CO ₂ (Ton)	Faktor Emisi CH ₄	Emisi CH ₄ (Ton)	Faktor Emisi N ₂ O	Emisi N ₂ O (Ton)
	ton	GJ/ton	C=A*B	(g/GJ)	E=C*D/10 ⁶	(g/GJ)	G=C*F/10 ⁶	(g/GJ)	I=C*H/10 ⁶
LPG 3 kg	17,643	47.3	834,532	63100	52,659.0	5	4.2	0.1	0.1
LPG 5,5 kg	46	47.3	2,156	63100	136.0	5	0.0	0.1	0.0
LPG 12 kg	2,577	47.3	121,882	63100	7,690.8	5	0.6	0.1	0.0
Total Beban Emisi (Ton)					60,485.8		4.8		0.1

Ket: Data Penggunaan arang dan minyak tanah tidak tersedia

Sumber: Data diolah (2017)

5.2.2.2. Energi Industri

Industri menjadi salah satu kontributor utama emisi GRK pada era modern, terutama pada kawasan dengan intensitas kegiatan industri yang masif. Nilai emisi industri bisa menjadi sangat tinggi berkaitan dengan masifnya penggunaan energi berbagai jenis bahan bakar pada beragam peralatan. Serigkali, untuk memenuhi tuntutan kebutuhan dan target produksi, peralatan tersebut digunakan dalam intensitas harian yang sangat tinggi hingga mengkonsumsi energi yang besar.

Berdasarkan Yogyakarta dalam Angka, 2017 jumlah Unit Industri Besar dan Sedang 67 unit industri yang terdiri dari 12 industri besar dan 55 industri Sedang. Tabel 5.11 menunjukkan konsumsi energi untuk industri besar dan sedang di tahun 2016

Tabel 5. 11 Konsumsi Energi Untuk Industri Besar dan Sedang Tahun 2016

KBLI 2 Digit	Bensin Liter	Solar Liter	Minyak Tanah Liter	Batubara Kg	LPG Kg
10	6.179.847	8.006.732	22.985	9.042.022	69.424
12	12.025	19.478	0	0	0
13	1.672.640	227.823	42.147	1.668.881	575.553
14	255.266	226.289	76	20.147	678
15	780	3.359	10.560	0	0
16	14.860	0	0	0	0
18	178.317	8.507	1.160	0	2.598
20	144.109	195.830	0	0	0
21	0	0	0	0	288
23	1.242	1.619	0	0	0
25	713.622	587.807	0	0	7.906
28	65.002	121.032	0	0	3.808.960
31	8.415	686.862	0	0	801
32	77.724	14.089	138	0	38.069
33	626	1.407	688	0	0
Total	9.324.475	10.100.834	77.754	10,731,050	4.504.277

Sumber: BPS D.I Yogyakarta (2017)

Dari data Tabel 5.11 dilakukan Pendistribusian ke jenis peralatan berdasarkan Komposisi Industri Besar Tahun 2013 sebagai Tabel 5.12 berikut

Tabel 5. 12 Rekapitulasi Konsumsi Energi Industri Besar

Jenis Bahan Bakar	Alat	Konsumsi Tahun 2016 (Ton)
Batubara	Boiler	10,731.05
Bensin	Boiler	1,237.11
Bensin	Gembosan	15.28
Bensin	Generator	5,377.31
LPG	Kompore Gas/Oven	4,462.88
LPG	Kompore Gas/Oven	29.35

Jenis Bahan Bakar	Alat	Konsumsi Tahun 2016 (Ton)
LPG	Kompor Gas/Oven	12.04
Minyak tanah	Kompor Minyak	57.72
Minyak tanah	Kompor Tanah	0.41
Minyak tanah	Gembosan	0.02
Minyak tanah	Generator	5.62
Solar	Kompresor	1.40
Solar	Mesin Giling	46.10
Solar	Boiler	3.52
Solar	Generator	8,352.72
Solar	Kompor Solar	0.16

Tabel 5.13 merupakan data hasil survei Industri kecil beserta besara konsumsi energinya tahun 2013

Tabel 5. 13 Penggunaan energi non listrik industri kecil di Kota Yogyakarta

Kategori	Nama Perusahaan	Fasilitas	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi BB (L/Th) atau Kg/Th	Unit
Fotocopy dan/atau Digital Printing	Chika Copy Servis	Toner	N/A	144	Kg
	Photo Copy Angkasa	Toner	N/A	180	Kg
	Prima Fotocopy	Genset	Solar	240	Liter
		Kompor Gas	LPG	144	Kg
		Toner	N/A	600	Kg
	SAMBAS	Genset	Solar	240	Liter
		Kompor	LPG	72	Kg
		Toner	N/A	48	Kg
	PD. Lukman Offset	Kompor Gas	LPG	1728	Kg
		Toner	N/A	24	Kg
PT. BP Kedaulatan Rakyat	Genset	Solar	240	Liter	
	Kompor Gas	LPG	1728	Kg	
Industri Mebel	CV Gita	Kompor Gas	LPG	48	Kg
		Pernis	N/A	240	Liter
Pengolahan Air	PDAM TIRTAMARTA Jl. W Monginsidi 3 YK	Genset	Solar	1536	Liter
Batik	Adella Batik (tidak pakai pewarna)	Kompor Gas	LPG	144	Kg
	Rara Jonggrang	Genset	Solar	1080	Liter
Pertanian	Perusahaan Agroprema Industries	Kompor Gas	LPG	540	Kg
	CV Bumi Lestari	Kompor Gas	LPG	72	Kg

Kategori	Nama Perusahaan	Fasilitas	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi BB (L/Th) atau Kg/Th	Unit
Obat-obatan	PT Perusahaan Jumu Tradisional Dr. Sardjito	Kompur Gas	LPG	144	Kg
		Produk Jamu	N/A	360	Kg
	Amiratih	Kompur Minyak	Minyak Tanah	1440	Liter
Minyak Wangi	Al Farisi Parfum	Produk Parfum	N/A	N/A	Liter
	CV Astarina Jaya	Produk Parfum	N/A	N/A	liter
INDUSTRI LOGAM	TS Putra 2 (Aluminium)	Genset	Bensin	36	Liter
		Blower	Oli Bekas	72000	Liter
	TS Alumunium (Aluminium)	Genset	Bensin	12	Liter
		Kompresor	Bensin	12	Liter
		Blower	Oli Bekas	14400	Liter
	TS Putra 1 (Aluminium)	Genset	Bensin	24	Liter
		Blower	Oli Bekas	132000	Liter
	NONO Kuningan	Gembosan	Bensin	120	Liter
		Produk Iron	N/A	24	Kg
	HH Silver (Perak)	Gembosan	Bensin	120	Liter
		Produk Iron	N/A	48	Kg
	PN Parinah Digdowiharjo (Aluminium)	Kompur solar	Solar	4224	Liter
		Produk Iron	N/A	2400	Kg
	Jogja Produksi (Aluminium)	Genset	Bensin	19200	Liter
		Kompur Semprot	Oli Bekas	19200	Liter
	Slamet Mulyono (Perak dan Emas)	Genset	Bensin	24	Liter
		Produk Iron	N/A	38.4	Kg
	Galang silver	Gembosan	Bensin	216	Liter
		Produk Iron	N/A	84	Kg
	MD Silver	Gembosan	Bensin	180	Liter
		Produk Iron	N/A	72	Kg
	Baidi (Tembaga dan Kuningan)	Gembosan	Bensin	144	Liter
		Produk Iron	N/A	24	Kg
	Prasetya (Perak)	Gembosan	Bensin	120	Liter
		Produk Iron	N/A	48	Kg
	Anggra Silver	Gembosan	Bensin	240	Liter
		Produk Iron	N/A	84	Kg

Kategori	Nama Perusahaan	Fasilitas	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi BB (L/Th) atau Kg/Th	Unit
	Mujono Silver	Gembosan	Bensin	60	Liter
		Produk Iron	N/A	25.2	Kg
	Unique Silver (Sigit Budi Mulyono)	Kompur Gas	LPG	36	Kg
		Gembosan	Bensin	60	Liter
		Produk Iron	N/A	36	Kg
	Endang raharjo (Perak)	Kompur Gas	LPG	48	Kg
		Gembosan	Bensin	48	Liter
		Produk Iron	N/A	24	Kg
	YK Silver 925	Gembosan	Bensin	120	Liter
		Produk Iron	N/A	36	Kg
	Sarkamhandi	Gembosan	Bensin	360	Liter
		Produk Iron	N/A	48	Kg
Rofiq Silver	Gembosan	Bensin	18	Liter	
Suripno	Gembosan	Bensin	36	Liter	
Industri Kapas	CV Fitri Putra Mandiri	Kompur Gas	LPG	216	Kg
Industri Makanan	PT Anugerah Mulia Indobel	Boiler	Solar	1800	Liter
		Kompur Gas	LPG	144	Kg
		Oven	LPG	144	Kg

Sumber: PUSTRAL UGM (2013)

Dari Data Tabel 5.13 diatas dapat dilakukan ekspansi ke Tahun 2016 sebagai Tabel 5.14 berikut:

Tabel 5.14 Hasil Rekapitulasi Konsumsi Energi Industri Kecil

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi /Th 2013 (ton)	Jumlah Tenaga Kerja (Sampel)	Rata-rata Konsumsi per Tenaga Kerja	Jumlah Tenaga Kerja Industri kecil Tahun 2016	Konsumsi / Th 2016 (ton)
A	B	C	D	E=C/D	F	G=E x F
Gembosan	Bensin	1.310		0.002		58.29
Genset	Bensin	13.719		0.022		610.65
Kompresor	Bensin	0.009		0.000		0.38
Kompur Gas	LPG	5.064		0.008		225.40
Oven	LPG	0.144	629	0.000	27,863	6.41
Kompur Minyak	Minyak Tanah	1.181		0.002		52.56
Blower	Oli Bekas	185.269		0.296		8246.23
Kompur Semprot	Oli Bekas	16.287		0.026		724.94
Boiler	Solar	1.498		0.002		66.66

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi /Th 2013 (ton)	Jumlah Tenaga Kerja (Sampel)	Rata-rata Konsumsi per Tenaga Kerja	Jumlah Tenaga Kerja Industri kecil Tahun 2016	Konsumsi / Th 2016 (ton)
A	B	C	D	E=C/D	F	G=E x F
Genset	Solar	2.776		0.004		123.54
Kompore solar	Solar	3.514		0.006		156.42
Pernis	N/A	2.880		0.005		128.19
Produk Iron	N/A	2.992		0.005		133.15
Produk Jamu	N/A	0.360		0.001		16.02
Toner	N/A	0.996		0.002		44.33

Berdasarkan data Konsumsi Dapat dihitung Emisi CO₂, CH₄ dan N₂O dengan mengalikan dengan Faktor konversi dan Faktor emisi. Untuk memperhitungkan beban emisi CO₂, CH₄ dan N₂O yang ditimbulkan akibat pembakaran bahan bakar di sektor aktivitas industri, maka diaplikasikan *net calorific value* (NCV) dan faktor emisi sebagai berikut (Tabel 5.15, 5.16 dan 5.17)

Tabel 5. 15 Tabel Faktor Konversi

Konversi	Unit (Kg/Liter)	NCV
Solar	0.832	0,0380 GJ/Liter
Bensin	0.711	0,0330 GJ/Liter
Minyak Tanah	0.8201	0,0431 GJ/Liter
Oli Bekas	0.8483	0,034 GJ/Liter
LPG	-	47,3 GJ/Ton
Batubara	-	18,9 GJ/Ton

Tabel 5. 16 Faktor emisi yang digunakan untuk perhitungan beban emisi aktivitas industri kecil di Kota Yogyakarta

Alat	Jenis Bahan Bakar	FE CO ₂ (g/GJ)	FE CH ₄ (g/GJ)	FE N ₂ O (g/GJ)
Gembosan	Bensin	69,300	3	0.6
Genset	Bensin	69,300	3	0.6
Kompresor	Bensin	69,300	3	0.6
Kompore Gas	LPG	63,100	1	0.1
Oven	LPG	63,100	1	0.1
Kompore Minyak	Minyak Tanah	71,900	10	0.6
Blower	Oli Bekas	77,400	3	0.6
Kompore	Oli Bekas			

Alat	Jenis Bahan Bakar	FE CO ₂ (g/GJ)	FE CH ₄ (g/GJ)	FE N ₂ O (g/GJ)
Semprot		77,400	3	0.6
Boiler	Solar	74,100	3	0.6
Genset	Solar	74,100	3	0.6
Komprom solar	Solar	74,100	3	0.6

Tabel 5. 17 Faktor emisi yang digunakan untuk perhitungan beban emisi aktivitas industri besar di Kota Yogyakarta

Alat	Jenis Bahan Bakar	FE CO ₂ (g/GJ)	FE CH ₄ (g/GJ)	FE N ₂ O (g/GJ)
Boiler	Batubara	97,500	10	1.5
Boiler	Bensin	69,300	3	0.6
Gembosan	Bensin	69,300	3	0.6
Generator	Bensin	69,300	3	0.6
Komprom Gas/Oven	LPG	63,100	1	0.1
Komprom Gas/Oven	LPG	63,100	1	0.1
Komprom Gas/Oven	LPG	63,100	1	0.1
Komprom Minyak	Minyak tanah	71,900	10	0.6
Komprom Tanah	Minyak tanah	71,900	10	0.6
Gembosan	Minyak tanah	71,900	10	0.6
Generator	Minyak tanah	71,900	10	0.6
Kompromesor	Solar	74,100	3	0.6
Mesin Giling	Solar	74,100	3	0.6
Boiler	Solar	74,100	3	0.6
Generator	Solar	74,100	3	0.6
Komprom Solar	Solar	74,100	3	0.6

Sumber: IPCC Guidelines For National Greenhouse Inventory 2006

Tabel 5. 18 Emisi GRK dari Sektor Industri di Kota Yogyakarta

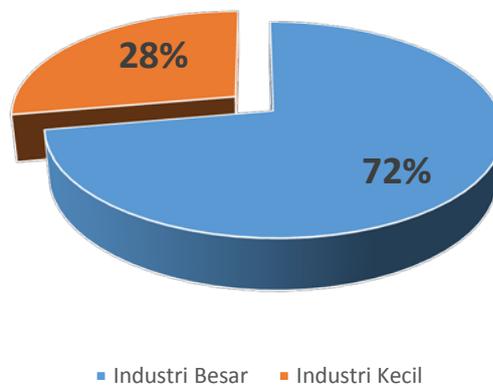
Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Th 2016 (ton)	Berat Jenis (kg/l)	NCV		Equivalen Konsumsi (GJ)	FE CO ₂ (g/GJ)	FE CH ₄ (g/GJ)	FE N ₂ O (g/GJ)	Emisi CO ₂ (Ton)	Emisi CH ₄ (Ton)	Emisi N ₂ O (Ton)
A	B	C	D	E		F	G	H	I	J=F*G/10 ⁶	K=J*H/10 ⁶	L=F*I/10 ⁶
INDUSTRI BESAR DAN SEDANG												
Boiler	Batubara	10,731.05	-	18.9	GJ/Ton	202,816.85	97,500	10	1.5	19,774.64	2.03	0.30
Boiler	Bensin	1,237.11	0.711	0.033	GJ/Liter	57,418.71	69,300	3	0.6	3,979.12	0.17	0.03
Gembosan	Bensin	15.28				709.29	69,300	3	0.6	49.15	0.00	0.00
Generator	Bensin	5,377.31				249,579.68	69,300	3	0.6	17,295.87	0.75	0.15
Kompore Gas/Oven	LPG	4,462.88	-	47.3	GJ/Ton	211,094.43	63,100	1	0.1	13,320.06	0.21	0.02
Kompore Gas/Oven	LPG	29.35				1,388.20	63,100	1	0.1	87.60	0.00	0.00
Kompore Gas/Oven	LPG	12.04				569.67	63,100	1	0.1	35.95	0.00	0.00
Kompore Minyak	Minyak tanah	57.72	0.8201	0.0431	GJ/Liter	3,033.62	71,900	10	0.6	218.12	0.03	0.00
Kompore Tanah	Minyak tanah	0.41				21.35	71,900	10	0.6	1.54	0.00	0.00
Gembosan	Minyak tanah	0.02				0.85	71,900	10	0.6	0.06	0.00	0.00
Generator	Minyak tanah	5.62				295.38	71,900	10	0.6	21.24	0.00	0.00
Kompore	Solar	1.40	0.832	0.0398	GJ/Liter	63.72	74,100	3	0.6	4.72	0.00	0.00
Mesin Giling	Solar	46.10				2,105.51	74,100	3	0.6	156.02	0.01	0.00
Boiler	Solar	3.52				160.73	74,100	3	0.6	11.91	0.00	0.00
Generator	Solar	8,352.72				381,494.23	74,100	3	0.6	28,268.72	1.14	0.23
Kompore Solar	Solar	0.16				7.50	74,100	3	0.6	0.56	0.00	0.00
Total Emisi Industri Besar dan Sedang (Ton)										83,225.26	4.35	0.74

Penyusunan Profil dan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Yogyakarta

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Th 2016 (ton)	Berat Jenis (kg/l)	NCV	Equivalen Konsumsi (GJ)	FE CO ₂ (g/GJ)	FE CH ₄ (g/GJ)	FE N ₂ O (g/GJ)	Emisi CO ₂ (Ton)	Emisi CH ₄ (Ton)	Emisi N ₂ O (Ton)	
A	B	C	D	E	F	G	H	I	$J=F*G/10^6$	$K=J*H/10^6$	$L=F*I/10^6$	
INDUSTRI KECIL												
Gembosan	Bensin	58.29	0.711	0.033	GJ/Liter	2,705.56	69,300	3	0.6	187.50	0.01	0.00
Genset	Bensin	610.65				28,342.28	69,300	3	0.6	1,964.12	0.09	0.02
Kompresor	Bensin	0.38				17.63	69,300	3	0.6	1.22	0.00	0.00
Kompur Gas	LPG	225.4	47.3	GJ/Ton	10,661.26	63,100	1	0.1	672.73	0.01	0.00	
Oven	LPG	6.41			303.16	63,100	1	0.1	19.13	0.00	0.00	
Kompur Minyak	Minyak Tanah	52.56	0.8201	0.0431	GJ/Liter	2,762.44	71,900	10	0.6	198.62	0.03	0.00
Blower	Oli Bekas	8246.23	0.8483	0.034	GJ/Liter	330,510.37	77,400	3	0.6	25,581.50	0.99	0.20
Kompur Semprot	Oli Bekas	724.94				29,055.86	77,400	3	0.6	2,248.92	0.09	0.02
Boiler	Solar	66.66	0.832	0.038	GJ/Liter	3,044.46	74,100	3	0.6	225.59	0.01	0.00
Genset	Solar	123.54				5,642.39	74,100	3	0.6	418.10	0.02	0.00
Kompur solar	Solar	156.42				7,144.32	74,100	3	0.6	529.39	0.02	0.00
Pernis	N/A	128.19										
Produk Iron	N/A	133.15										
Produk Jamu	N/A	16.02										
Toner	N/A	44.33										
Total Emisi Industri Kecil (Ton)									32,046.83	1.26	0.25	
Total Emisi Sektor (Ton)									115,272.09	5.61	0.99	

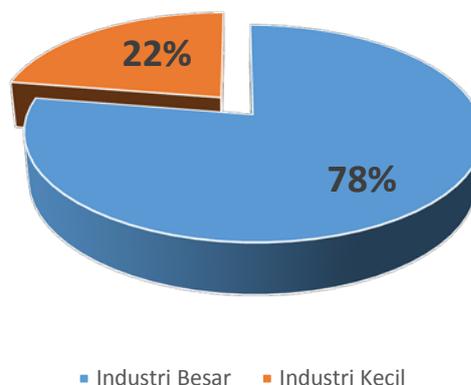
Tabel 5.18 menunjukkan bahwa emisi CO₂ yang dihasilkan dari industri besar sebesar 83.225,26 ton/tahun, CH₄ sebesar 4,35 ton/tahun dan N₂O sebesar 0,74 ton/tahun, sedangkan untuk industri kecil di Kota Yogyakarta, menghasilkan emisi GRK CO₂ sebesar 32.046, 83 ton/tahun, CH₄ sebesar 1,26 ton/tahun, sedangkan untuk N₂O hanya sebesar 0,25 ton/tahun.

Gambar 5.8 – 5.10 menunjukkan prosentasi besaran Emisi GRK untuk pembagian industri besar dan sedang, dan industri kecil. Hasil perhitungan emisi CO₂ masih dihasilkan oleh industri besar sebesar 72% dibandingkan dihasilkan oleh industri kecil hanya sebesar 28%. Besarnya CO₂ dari industri kecil dipengaruhi oleh pemakaian oli bekas yang dijadikan sebagai bahan pembakaran (lihat Tabel 5.18)

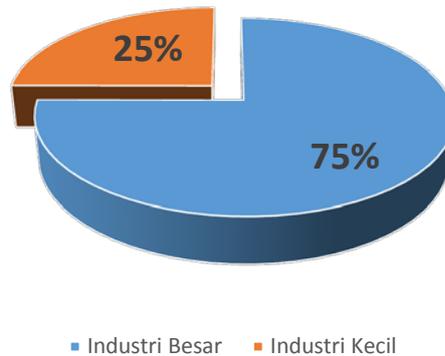


Gambar 5. 8 Prosentasi Emisi CO₂ terhadap sektor Industri Besar, Sedang, dan Kecil

Untuk emisi CH₄ dan NO₂ masih dihasilkan dari industri besar dengan prosentasi 78% dan 75%. Lihat Gambar 5.9 – 5.10



Gambar 5. 9 Prosentasi Emisi CH₄ terhadap sektor Industri Besar, Sedang, dan Kecil



Gambar 5. 10 Prosentasi Emisi NO₂ terhadap sektor Industri Besar, Sedang, dan Kecil

5.2.2.3. Hotel

Perhotelan menjadi sarana pelengkap Kota Yogyakarta sebagai salah satu destinasi wisata dan perdagangan. Bahkan, kecenderungannya dalam beberapa tahun terakhir jumlah hotel di Kota Yogyakarta terus meningkat seiring dengan popularitas kota sebagai lokasi destinasi wisata baik skala lokal, nasional, bahkan ke level internasional. Berdasarkan pengkategorian yang dilakukan oleh Dinas Kebudayaan dan Pariwisata dan PHRI Kota Yogyakarta, hotel dibagi dalam dua kategori utama yaitu hotel berbintang dan hotel tidak berbintang (kelas melati).

Emisi yang dihasilkan oleh aktivitas hotel biasanya diakibatkan oleh penggunaan energi untuk beragam jenis peralatan yang dioperasikan oleh pihak hotel. Peralatan yang dimiliki oleh hotel berbintang cenderung lebih lengkap dan kompleks dibandingkan hotel melati. Peralatan pada hotel melati relatif sederhana, biasanya hanya ada genset dan kompor gas sebagai alat yang potensial menghasilkan emisi. Penggunaan genset oleh pihak hotel di Kota Yogyakarta cukup jarang karena intensitas listrik padam yang cukup rendah. Namun, genset selalu dinyalakan setidaknya satu jam setiap harinya sebagai tindak perawatan usia genset.

Tabel 5. 19 Konsumsi Energi Hotel Sampel tahun 2013

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Energi Sampel	Unit	Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)
HOTEL BERBINTANG				
Diesel	Bensin	0,034128	2789 Kamar	1,22E-05 Per Kamar
Grill	LPG	1,8	2789 Kamar	0,000645 Per Kamar
Kompor Gas	LPG	300,444	2789 Kamar	0,107725 Per Kamar
Oven	LPG	7,2	2789 Kamar	0,002582 Per Kamar
Boiler	Solar	188,1984	2789 Kamar	0,067479 Per Kamar
Genset	Solar	84,237338	2789 Kamar	0,030203 Per Kamar
Kompor Gas	Solar	0,2496	2789 Kamar	8,95E-05 Per Kamar

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Energi Sampel	Unit		Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)	
HOTEL NON BEBINTANG						
Genset	Bensin	0,5261684	1204	Kamar	0,000437	Per Kamar
<i>Boiler</i>	LPG	3,15	1204	Kamar	0,002616	Per Kamar
<i>Dry Cleaning</i>	LPG	0,72	1204	Kamar	0,000598	Per Kamar
Kompor Gas	LPG	44,712	1204	Kamar	0,037136	Per Kamar
Genset	Solar	4,422912	1204	Kamar	0,003674	Per Kamar

Sumber: PUSTRAL UGM (2013)

Tabel 5. 20 Konsumsi Energi Hotel Sampel Ekspansi tahun 2016

Alat	Jenis Bahan Bakar	Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)	Unit Tahun 2016		Konsumsi Th 2016 (ton)
HOTEL BERBINTANG					
Diesel	Bensin	1,22E-05	Per Kamar	5453 kamar	0,07
<i>Grill</i>	LPG	0,000645	Per Kamar	5453 kamar	3,52
Kompor Gas	LPG	0,107725	Per Kamar	5453 kamar	587,42
Oven	LPG	0,002582	Per Kamar	5453 kamar	14,08
Boiler	Solar	0,067479	Per Kamar	5453 kamar	367,96
Genset	Solar	0,030203	Per Kamar	5453 kamar	164,70
Kompor Gas	Solar	8,95E-05	Per Kamar	5453 kamar	0,49
HOTEL NON BEBINTANG					
Genset	Bensin	0,000437	Per Kamar	6325 kamar	2,76
Boiler	LPG	0,002616	Per Kamar	6325 kamar	16,55
<i>Dry Cleaning</i>	LPG	0,000598	Per Kamar	6325 kamar	3,78
Kompor Gas	LPG	0,037136	Per Kamar	6325 kamar	234,89
Genset	Solar	0,003674	Per Kamar	6325 kamar	23,23

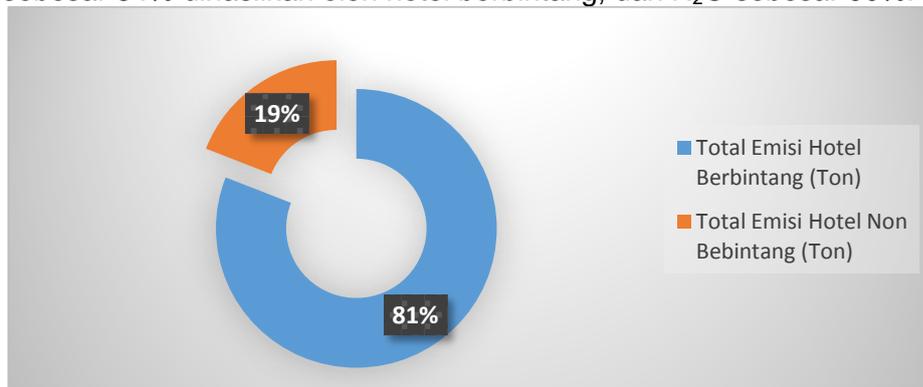
Sumber: Analisis (2017)

Tabel 5. 21 Hasil Hitung Emisi GRK Perhotelan

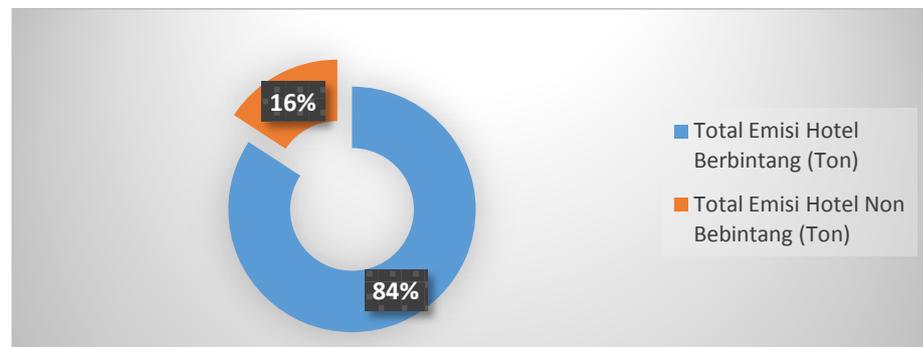
Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Th 2016 (ton)	Berat Jenis (kg/l)	NCV		Equivalen Konsumsi (GJ)	FE CO ₂ (g/GJ)	FE CH ₄ (g/GJ)	FE N ₂ O (g/GJ)	Emisi CO ₂ (Ton)	Emisi CH ₄ (Ton)	Emisi N ₂ O (Ton)
A	B	C	D	E		F	G	H	I	$J=F*G/10^6$	$K=J*H/10^6$	$L=F*I/10^6$
Diesel	Bensin	0,066726	0,711	0,033	GJ/Liter	3	69.300	10	0,6	0,21	0,00	0,00
Grill	LPG	3,519326		47,3	GJ/Ton	166	63.100	5	0,1	10,50	0,00	0,00
Kompur Gas	LPG	587,4224		47,3	GJ/Ton	27.785	63.100	5	0,1	1.753,24	0,14	0,00
Oven	LPG	14,0773		47,3	GJ/Ton	666	63.100	5	0,1	42,02	0,00	0,00
Boiler	Solar	367,9619	0,832	0,038	GJ/Liter	16.806	74.100	10	0,6	1.245,32	0,17	0,01
Genset	Solar	164,6992	0,832	0,038	GJ/Liter	7.522	74.100	10	0,6	557,40	0,08	0,00
Kompur Gas	Solar	0,488013	0,832	0,038	GJ/Liter	22	74.100	10	0,6	1,65	0,00	0,00
						Total Emisi Hotel Berbintang (Ton)				3.610,35	0,39	0,02
Genset	Bensin	2,764132	0,711	0,033	GJ/Liter	128	69.300	10	0,6	8,89	0,00	0,00
Boiler	LPG	16,54797		47,3	GJ/Ton	783	63.100	5	0,1	49,39	0,00	0,00
Dry Cleaning	LPG	3,782392		47,3	GJ/Ton	179	63.100	5	0,1	11,29	0,00	0,00
Kompur Gas	LPG	234,8865		47,3	GJ/Ton	11.110	63.100	5	0,1	701,05	0,06	0,00
Genset	Solar	23,23498	0,832	0,038	GJ/Liter	1.061	74.100	10	0,6	78,64	0,01	0,00
						Total Emisi Hotel Non Berbintang (Ton)				849,25	0,07	0,00
						Total Emisi Hotel (Ton)				4.459,60	0,46	0,02

Tabel 5.21 menunjukkan bahwa emisi CO₂ yang dihasilkan oleh hotel berbintang sebesar 3.610,35 ton/tahun, CH₄ sebesar 0,39 ton dan N₂O sebesar 0,02 ton/tahun, sedangkan untuk hotel non bintang menghasilkan emisi CO₂ sebesar 849,25 ton/tahun, CH₄ sebesar 0,07 ton/tahun dan N₂O sebesar 0,00 ton/tahun. Secara keseluruhan emisi GRK yang dihasilkan dari aktivitas perhotelan di Kota Yogyakarta yaitu CO₂ sebesar 4.459,60 ton/tahun, CH₄ sebesar 0,46 ton/tahun dan N₂O sebesar 0,02 ton/tahun.

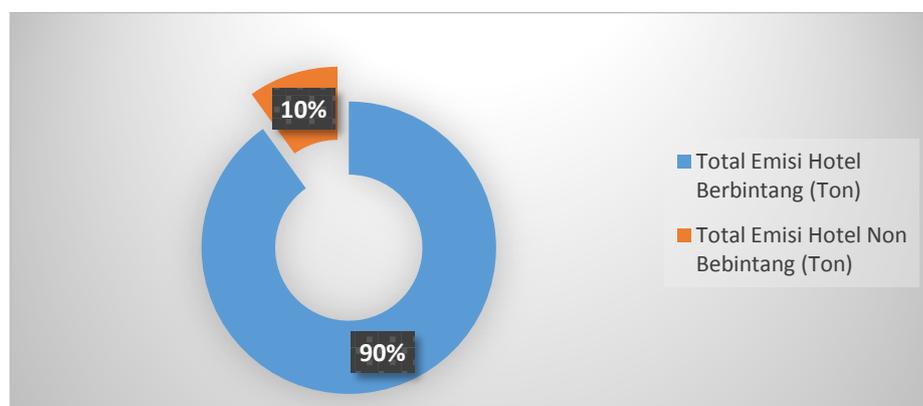
Gambar 5.11 – 5.13 menunjukkan perbandingan kontribusi emisi GRK dari hotel berbintang dan non berbintang di Kota Yogyakarta. Emisi CO₂ mayoritas dihasilkan oleh hotel berbintang, yaitu sebesar 81%, begitu juga emisi NH₄ sebesar 84% dihasilkan oleh hotel berbintang, dan N₂O sebesar 90%.



Gambar 5. 11 Perbandingan Emisi CO₂ dari Hotel berbintang dan non berbintang



Gambar 5. 12 Perbandingan Emisi CH₄ dari Hotel berbintang dan non berbintang



Gambar 5. 13 Perbandingan Emisi N₂O dari Hotel berbintang dan non berbintang

5.2.2.4. Restoran

Restoran yang terdapat di Kota Yogyakarta berdasarkan data dinas pariwisata dapat diklasifikasikan menjadi 3, yaitu: (a) restoran, (b) catering, dan (c) Cafe. Keberadaan restoran di Kota Yogyakarta sangat mendukung kegiatan pariwisata, baik untuk wisatawan domestik maupun mancanegara. Kegiatan kuliner semakin memperkuat kegiatan pariwisata di Kota Yogyakarta. Restoran dapat menjadi sumber emisi area yang cukup signifikan karena aktivitas memasak di dalamnya berpotensi menyumbang emisi dalam jumlah yang signifikan. Peralatan memasak yang digunakan menjadi kontributornya seperti: kompor gas, tungku, pemanggang hingga *rice cooker*. Jenis bahan bakar yang digunakan pada restoran lebih beraneka ragam dibandingkan pada rumah tangga yang relatif homogen pada LPG. Selain itu, jumlahnya pun cenderung lebih besar. Salah satu jenis bahan bakar yang banyak digunakan adalah arang (merupakan hasil pembakaran kayu sisa hingga menghitam). Arang sebagai kategori *wood or wood waste*, pada beberapa parameter menyumbang emisi lebih besar, jauh lebih besar dibandingkan LPG.

Tabel 5.22 menunjukkan konsumsi bahan di restoran hasil sampel tahun 2013 yang akan dijadikan dasar dalam ekspansi konsumsi bahan bakar untuk restoran di tahun 2016. Untuk konsumsi hasil ekspansi di tahun 2016 dapat dilihat di Tabel 5.23

Tabel 5. 22 Konsumsi Bahan Bakar di Restoran hasil sampel tahun 2013

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Energi Sampel	Unit	Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)		
Restoran						
Pangangan	Arang	0,06	32	Restoran	0,001875	Per Restoran
Tungku	Arang	17,064	32	Restoran	0,53325	Per Restoran
Genset	Bensin	0,572327	32	Restoran	0,017885	Per Restoran
Kompor Gas	LPG	304,884	32	Restoran	9,527625	Per Restoran
Kompor Gas, Oven	LPG	5,58	32	Restoran	0,174375	Per Restoran
Genset	Solar	1,119007	32	Restoran	0,034969	Per Restoran
Catering						
Pangangan	Arang	14,94	21	catering	0,711429	Per Catering
Tungku	Arang	3,6	21	catering	0,171429	Per Catering
Genset	Bensin	0,179172	21	catering	0,008532	Per Catering
Tungku	Kayu	1,44	21	catering	0,068571	Per Catering
Kompor Gas	LPG	534,456	21	catering	25,45029	Per Catering
Oven	LPG	7,236	21	catering	0,344571	Per Catering
Genset	Solar	0,004093	21	catering	0,000195	Per Catering
Cafe						
Kompor Gas	LPG	2,232	225	karyawan	0,00992	per karyawan
Genset	Solar	0,19968	225	karyawan	0,000887	per karyawan

Sumber: PUSTRAL UGM (2013) diolah

Tabel 5. 23 Konsumsi Bahan Bakar di Restoran hasil ekspansi tahun 2016

Alat	Jenis Bahan Bakar	Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)	Unit Tahun 2016		Konsumsi Th 2016 (ton)
Restoran					
Panggang	Arang	0,001875	Per Restoran	350 restoran	0,65625
Tungku	Arang	0,53325	Per Restoran	350 restoran	186,6375
Genset	Bensin	0,017885	Per Restoran	350 restoran	6,259822
Kompas Gas	LPG	9,527625	Per Restoran	350 restoran	3334,669
Kompas Gas, Oven	LPG	0,174375	Per Restoran	350 restoran	61,03125
Genset	Solar	0,034969	Per Restoran	350 restoran	12,23914
Catering					
Panggang	Arang	0,711429	Per Catering	65 catering	46,24286
Tungku	Arang	0,171429	Per Catering	65 catering	11,14286
Genset	Bensin	0,008532	Per Catering	65 catering	0,55458
Tungku	Kayu	0,068571	Per Catering	65 catering	4,457143
Kompas Gas	LPG	25,45029	Per Catering	65 catering	1654,269
Oven	LPG	0,344571	Per Catering	65 catering	22,39714
Genset	Solar	0,000195	Per Catering	65 catering	0,01267
Cafe					
Kompas Gas	LPG	0,00992	per karyawan	534 karyawan	5,29728
Genset	Solar	0,000887	per karyawan	534 karyawan	0,473907

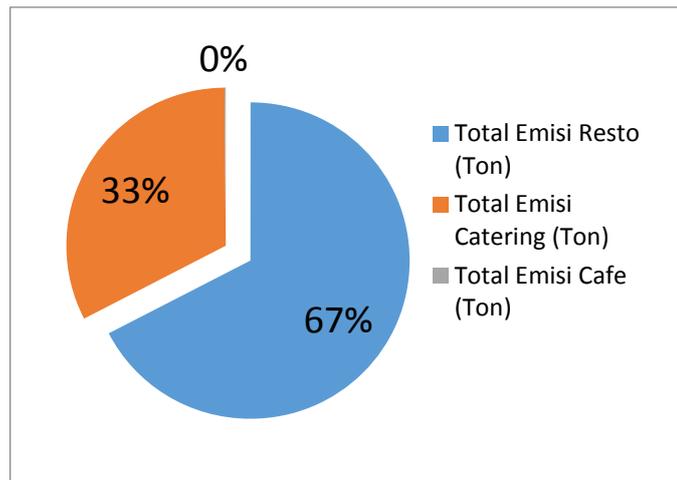
Sumber: Data diolah (2017)

Tabel 5. 24 Emisi GRK dari penggunaan bahan bakar aktivitas restoran di Kota Yogyakarta

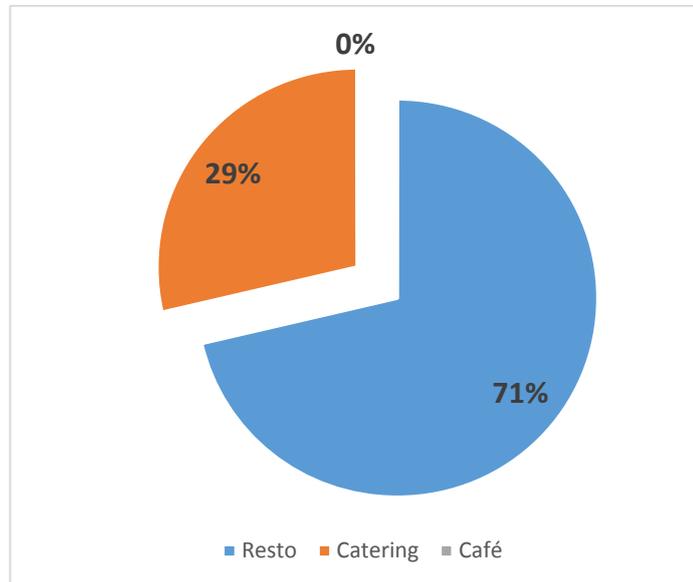
Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Th 2016 (ton)	Berat Jenis (kg/l)	NCV		Equivalen Konsumsi (GJ)	FE CO ₂ (g/GJ)	FE CH ₄ (g/GJ)	FE N ₂ O (g/GJ)	Emisi CO ₂ (Ton)	Emisi CH ₄ (Ton)	Emisi N ₂ O (Ton)
A	B	C	D	E		F	G	H	I	J=F*G/10 ⁶	K=J*H/10 ⁶	L=F*I/10 ⁶
Pangangan	Arang	0,65625		25,9	GJ/Ton	17	112000	200	1	1,90365	0,003399	1,7E-05
Tungku	Arang	186,6375		25,9	GJ/Ton	4,834	112000	200	1	541,3981	0,966782	0,004834
Genset	Bensin	6,259822	0,711	0,033	GJ/Liter	291	3197	1,956	0,059	20,01265	0,012244	0,000369
Kompor Gas	LPG	3334,669		47,3	GJ/Ton	157.730	63100	5	0,1	9.952,75	0,79	0,02
Kompor Gas, Oven	LPG	61,03125		47,3	GJ/Ton	2,887	63100	5	0,1	182,16	0,01	0,00
Genset	Solar	12,23914	0,832	0,038	GJ/Liter	559	3160	0,055	0,135	38,68	0,00	0,00
Total Emisi Resto (Ton)										10.736,90	1,79	0,02
Pangangan	Arang	46,24286		25,9	GJ/Ton	1,197.69	112000	200	1	134,14	0,24	0,00
Tungku	Arang	11,14286		25,9	GJ/Ton	288.60	112000	200	1	32,32	0,06	0,00
Genset	Bensin	0,55458	0,711	0,033	GJ/Liter	25.74	3197	1,956	0,059	1,77	0,00	0,00
Tungku	Kayu	4,457143		15,6	GJ/Ton	69.53	112000	300	4	7,79	0,02	0,00
Kompor Gas	LPG	1654,269		47,3	GJ/Ton	78,246.90	63100	5	0,1	4.937,38	0,39	0,01
Oven	LPG	22,39714		47,3	GJ/Ton	1,059.38	63100	5	0,1	66,85	0,01	0,00
Genset	Solar	0,01267	0,832	0,038	GJ/Liter	0.58	3160	0,055	0,135	0,04	0,00	0,00
Total Emisi Catering (Ton)										5.180,29	0,72	0,01
Kompor Gas	LPG	5,29728		47,3	GJ/Ton	250.56	63100	5	0,1	15,81	0,00	0,00
Genset	Solar	0,473907	0,832	0,038	GJ/Liter	21,64	3160	0,055	0,135	1,50	0,00	0,00
Total Emisi Cafe (Ton)										17,31	0,00	0,00
Total Emisi Restoran (Ton)										15.934,50	2,50	0,03

Tabel 5.24 menunjukkan bahwa emisi CO₂ untuk kategori restoran mayoritas dihasilkan oleh resto sebesar 10.736,90 ton/tahun, Catering sebesar 5.180,29 ton/tahun, sedangkan untuk Café hanya 17,31 ton/tahun CO₂ yang dihasilkan. Secara umum emisi CO₂ yang dihasilkan oleh aktivitas restoran di Yogyakarta, CO₂ 15.934,50 ton/tahun sebesar CH₄ sebesar 2,50 ton/tahun dan N₂O hanya 0,03 ton/tahun.

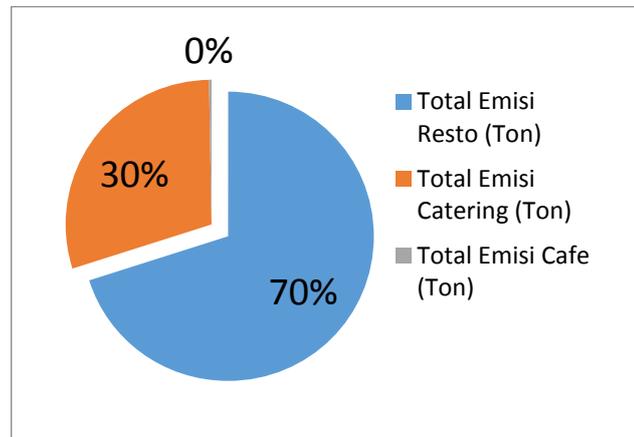
Gambar 5.14 – 5.16 menunjukkan kontribusi penggunaan bahan bakar di restoran terhadap emisi GRK di Kota Yogyakarta. Mayoritas emisi GRK dari restoran dihasilkan dari kategori resto dibandingkan dari sumber catering dan café.



Gambar 5. 14 Perbandingan Emisi CO₂ dari Penggunaan Bahan Bakar di Restoran



Gambar 5. 15 Perbandingan Emisi CH₄ dari Penggunaan Bahan Bakar di Restoran



Gambar 5. 16 Perbandingan Emisi N₂O dari Penggunaan Bahan Bakar di Restoran

5.2.2.5. Perbelanjaan Modern (*Mall*)

Perbelanjaan modern atau *mall* menjadi sarana wajar yang ada di kota-kota berukuran menengah hingga besar di Indonesia. Saat ini, hampir seluruh kota di Pulau Jawa setidaknya memiliki *mall*. Fungsi *mall* tidak sekedar menjadi tempat penyedia kebutuhan sehari-hari masyarakat. Lebih dari itu, *mall* menjadi alternatif baru bagi kebutuhan wisata dan relaksasi masyarakat perkotaan sekaligus sebagai lokasi sosialisasi publik. Kota Yogyakarta memiliki sebanyak 7 (tujuh) *mall* yang kebanyakan tersebar di wilayah selatan kota. Keseluruhan *mall* tersebut memiliki karakter yang hampir mirip terkait emisi yang ditimbulkan. Secara umum emisi dari *mall* ditimbulkan oleh penggunaan genset (*power generator*). Genset ini berfungsi sebagai pembangkit listrik cadangan mengingat kebutuhan listrik *mall* yang relatif besar sehingga tak jarang membutuhkan tambahan daya selain dari listrik negara. Selain itu adanya genset berperan sebagai *back up* listrik saat kondisi darurat (listrik padam).

Emisi pada pusat perbelanjaan tidak hanya ditimbulkan oleh penggunaan genset. Emisi juga muncul dari restoran, tenant makanan hingga kawasan *foodcourt* yang banyak menggunakan peralatan memasak seperti kompor gas (dengan LPG sebagai bahan bakarnya). Umumnya emisi dari kegiatan inilah yang berkontribusi cukup besar pada keseluruhan emisi di perbelanjaan modern (*mall*). Tabel 5.25 menunjukkan penggunaan bahan bakar di Mall hasil sampling di tahun 2013 sebagai data dasar ekspansi penggunaan bahan bakar di tahun 2016. Lihat Tabel 5.26

Tabel 5. 25 Konsumsi Bahan Bakar di Mall Tahun 2013

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Energi Sampel	Unit		Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)	
Kompor Gas/Oven/Panggang	LPG	124,45	5	mall	24,89	per mall
Pemanas	LPG	4,80	5	mall	0,96	per mall
Genset	Solar	31,08	5	mall	6,22	per mall

Sumber: PUSTRAL UGM (2013) diolah

Tabel 5. 26 Konsumsi Bahan Bakar Mall ekspansi ke Tahun 2016

Alat	Jenis Bahan Bakar	Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)		Unit Tahun 2016		Konsumsi Th 2016 (ton)
Kompore Gas/Oven/Panggangan	LPG	24,89	per mall	7	mall	174,23
Pemanas	LPG	0,96	per mall	7	mall	6,72
Genset	Solar	6,22	per mall	7	mall	43,52

Sumber: Analisis (2017)

Tabel 5. 27 Hasil Emisi GRK Perbelanjaan Modern (Mall) tahun 2016

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Th 2016 (ton)	Berat Jenis (kg/l)	NCV		Equivalen Konsumsi (GJ)	FE CO ₂ (g/GJ)	FE CH ₄ (g/GJ)	FE N ₂ O (g/GJ)	Emisi CO ₂ (Ton)	Emisi CH ₄ (Ton)	Emisi N ₂ O (Ton)
A	B	C	D	E		F	G	H	I	J=F*G/10 ⁶	K=J*H/10 ⁶	L=F*I/10 ⁶
Kompur Gas/Oven/Panggangan	LPG	174,23		47,3	GJ/Ton	8.241	63.100	5	0,1	520,02	0,04	0,001
Pemanas	LPG	6,72		47,3	GJ/Ton	318	63.100	5	0,1	20,06	0,00	0,000
Genset	Solar	43,52	0,832	0,038	GJ/Liter	1.988	74.100	10	0,6	147,28	0,02	0,001
Total Emisi Mall (Ton)										687,36	0,06	0,002

Hasil emisi CO₂ yang dihasilkan dari penggunaan bahan bakar oleh Mall sebesar 687,36 ton/tahun, sedangkan NH₄ hanya 0,06 ton/tahun dan 0,002 ton/tahun untuk emisi N₂O. Lihat Tabel 5.27

5.2.2.6. Pasar Tradisional

Pasar tradisional memegang peranan bagi pemenuhan kebutuhan bahan dasar makanan sehari-hari masyarakat di Kota Yogyakarta. Kegiatan jual beli di pasar tradisional selama ini didominasi oleh transaksi bahan dasar atau bahan mentah makanan, meskipun terdapat aktivitas yang lain seperti warung makan, toko kelontong, kios pakaian, dan lain-lain. Kegiatan di pasar tradisional yang memiliki potensi penghasil emisi adalah kegiatan-kegiatan yang menggunakan peralatan berbahan bakar, seperti kompor, genset, mesin giling, dan lain-lain.

Ditinjau dari jenisnya, Kota Yogyakarta memiliki beberapa pasar tradisional utama atau pasar induk yang berukuran besar dan menjadi tempat singgah bahan-bahan mentah dari wilayah sekitar kota. Salah satu contohnya adalah Pasar Beringharjo. Pasar tradisional ini tidak hanya dikunjungi oleh masyarakat Yogyakarta, namun juga menjadi referensi bagi masyarakat dari luar Yogyakarta. Jenis pasar tradisional yang lain pada umumnya berukuran lebih kecil, meskipun ragam barang yang diperjualbelikan hampir mirip satu dengan yang lainnya.

Emisi yang dihasilkan oleh pasar tradisional, secara tunggal tidak mungkin mengasilkan angka yang signifikan atau besar. Emisi pasar tradisional, biasanya akan membesar apabila diakumulasi dengan aktivitas serupa, mengingat banyaknya jumlah pasar yang tersebar diseluruh wilayah administrasi suatu daerah. Di Kota Yogyakarta terdapat sekitar 31 unit pasar tradisional yang tersebar secara merata diseluruh wilayah ini. Emisi yang dihasilkan oleh pasar tradisional biasanya akibat adanya penggunaan energi untuk beragam jenis peralatan yang dioperasikan dalam areal pasar. Ragam peralatan tersebut antara lain adalah : kompor, tungku, panggangan, mesin penggiling daging serta mesin pengupas dan pamarutan kelapa.

Tabel 5. 28 Konsumsi Bahan Bakar sampel di Pasar Tradisional tahun 2013

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Energi Sampel	Unit		Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)	
Pemanggang	Arang	22,56	33	pasar	0,68	per pasar
Tungku	Arang	259,62	33	pasar	7,87	per pasar
Genset	Bensin	2,56	33	pasar	0,08	per pasar
Lain-lain	Bensin	1,02	33	pasar	0,03	per pasar
Mesin Giling	Bensin	0,90	33	pasar	0,03	per pasar
Mesin Parutan	Bensin	3,33	33	pasar	0,10	per pasar
Parutan	Bensin	7,86	33	pasar	0,24	per pasar
-	Kayu	3,60	33	pasar	0,11	per pasar
Kompor Gas	LPG	34,81	33	pasar	1,05	per pasar
Kompor	Minyak Tanah	29,52	33	pasar	0,89	per pasar
Genset	Solar	1,00	33	pasar	0,03	per pasar
Gilingan	Solar	1,95	33	pasar	0,06	per pasar

Sumber: PUSTRAL UGM (2013) di olah

Tabel 5. 29 Konsumsi Bahan Bakar hasil ekspansi tahun 2016 di Pasar Tradional

Alat	Jenis Bahan Bakar	Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)		Unit Tahun 2016		Konsumsi Th 2016 (ton)
Pemanggang	Arang	0,68	per pasar	31	pasar	21,19
Tungku	Arang	7,87	per pasar	31	pasar	243,89
Genset	Bensin	0,08	per pasar	31	pasar	2,40
Lain-lain	Bensin	0,03	per pasar	31	pasar	0,96
Mesin Giling	Bensin	0,03	per pasar	31	pasar	0,84
Mesin Parutan	Bensin	0,10	per pasar	31	pasar	3,13
Parutan	Bensin	0,24	per pasar	31	pasar	7,39
	Kayu	0,11	per pasar	31	pasar	3,38
Kompor Gas	LPG	1,05	per pasar	31	pasar	32,70
Kompor	Minyak Tanah	0,89	per pasar	31	pasar	27,73
Genset	Solar	0,03	per pasar	31	pasar	0,94
Gilingan	Solar	0,06	per pasar	31	pasar	1,83

Tabel 5.30 menunjukkan bahwa emisi GRK CO₂ dari aktivitas penggunaan energi di Pasar Tradisional sebesar 1.033,69 ton/tahun, CH₄ 1,42 ton/tahun, dan N₂O hanya 0,009 ton/tahun.

Tabel 5. 30 Hasil Emisi GRK dari penggunaan bahan bakar di Pasar Tradional

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Th 2016 (ton)	Berat Jenis (kg/l)	NCV		Equivalen Konsumsi (GJ)	FE CO2 (g/GJ)	FE CH4 (g/GJ)	FE N2O (g/GJ)	Emisi CO2 (Ton)	Emisi CH4 (Ton)	Emisi N2O (Ton)
A	B	C	D	E		F	G	H	I	$J=F*G/10^6$	$K=J*H/10^6$	$L=F*I/10^6$
Pemanggang	Arang	21,19		25,9	GJ/Ton	549	112.000	200	1,0	61,48	0,11	0,001
Tungku	Arang	243,89		25,9	GJ/Ton	6.317	112.000	200	1,0	707,46	1,26	0,006
Genset	Bensin	2,40	0,711	0,033	GJ/Liter	112	3.197	2	0,1	7,69	0,00	0,000
Lain-lain	Bensin	0,96	0,711	0,033	GJ/Liter	45	69.300	10	0,6	3,09	0,00	0,000
Mesin Giling	Bensin	0,84	0,711	0,033	GJ/Liter	39	69.300	10	0,6	2,71	0,00	0,000
Mesin Parutan	Bensin	3,13	0,711	0,033	GJ/Liter	145	69.300	10	0,6	10,05	0,00	0,000
Parutan	Bensin	7,39	0,711	0,033	GJ/Liter	343	69.300	10	0,6	23,76	0,00	0,000
	Kayu	3,38		15,6	GJ/Ton	53	112.000	300	4,0	5,91	0,02	0,000
Kompur Gas	LPG	32,70		47,3	GJ/Ton	1.547	63.100	5	0,1	97,59	0,01	0,000
Kompur	Minyak Tanah	27,73	0,8201	0,0431	GJ/Liter	1.458	71.900	10	0,6	104,80	0,01	0,001
Genset	Solar	0,94	0,832	0,038	GJ/Liter	43	3.160	0	0,1	2,96	0,00	0,000
Gilingan	Solar	1,83	0,832	0,038	GJ/Liter	84	74.100	10	0,6	6,19	0,00	0,000
Total Emisi Pasar Tradisional (Ton)										1.033,69	1,42	0,009

5.2.2.7. Pedagang Kali Lima (PKL)

Aktivitas kuliner di Kota Yogyakarta tidak hanya didominasi oleh rumah dan warung makan, tetapi juga pedagang kaki lima (PKL) yang tersebar di beberapa ruas jalan di Kota Yogyakarta yang umumnya berjualan pada malam hari. Kondisi ini menjadi daya tarik tersendiri bagi penduduk lokal maupun pendatang. Jenis makanan yang ditawarkan atau disajikan pun cukup beragam.

Sebaran lokasi PKL di Kota Yogyakarta cukup luas. Pemerintah Kota Yogyakarta memberikan ruang aktivitas untuk berjualan di sepanjang ruas jalan yang diijinkan, meskipun terdapat pula beberapa ruas jalan yang sebetulnya tidak diijinkan namun tetap digunakan untuk berjualan oleh para PKL. Untuk para PKL kelas kecil, pada umumnya menggunakan peralatan sederhana seperti kompor dengan bahan bakar arang, sementara pada beberapa PKL yang sudah cukup besar menggunakan kompor gas. Peralatan memasak tersebut diperkirakan berpotensi menghasilkan emisi.

Secara umum, peralatan yang digunakan PKL dengan potensi emisi adalah peralatan memasak. Peralatan ini pun tidak spesifik karena juga banyak digunakan oleh rumah tangga seperti kompor gas. Oleh sebab itu faktor emisi yang dipakai juga akan tidak berbeda jauh dengan residensial dan identik dengan restoran.

Tabel 5. 31 Konsumsi Bahan Bakar sampel oleh PKL tahun 2013

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Energi Sampel	Unit		Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)	
Kompor Gas	LPG	31,39	32	PKL	0,98	per PKL
Panggang	Arang	7,20	25	PKL	0,29	per PKL
Tungku	Arang	31,74	25	PKL	1,27	per PKL

Tabel 5. 32 Konsumsi Bahan Bakar oleh PKL hasil ekspansi tahun 2016

Alat	Jenis Bahan Bakar	Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)	Unit		Konsumsi Th 2016 (ton)
Kompor Gas	LPG	0,98	per PKL	1865	PKL 1829,57
Panggang	Arang	0,29	per PKL	1466	PKL 422,21
Tungku	Arang	1,27	per PKL	1466	PKL 1861,23

Tabel 5. 33 Hasil Emisi GRK dari penggunaan bahan bakar oleh PKL di Kota Yogyakarta 2016

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Th 2016 (ton)	Berat Jenis (kg/l)	NCV		Equivalen Konsumsi (GJ)	FE CO ₂ (g/GJ)	FE CH ₄ (g/GJ)	FE N ₂ O (g/GJ)	Emisi CO ₂ (Ton)	Emisi CH ₄ (Ton)	Emisi N ₂ O (Ton)
A	B	C	D	E		F	G	H	I	$J=F*G/10^6$	$K=J*H/10^6$	$L=F*I/10^6$
LPG	Kompas Gas	1829,57		47,3	GJ/Ton	86.538	63.100	5	0,1	5.460,57	0,43	0,009
Arang	Panggangan	422,21		25,9	GJ/Ton	10.935	112.000	200	4,0	1.224,74	2,19	0,044
Arang	Tungku	1861,23		25,9	GJ/Ton	48.206	112.000	200	4,0	5.399,07	9,64	0,193
Total Emisi PKL (Ton)										12.084,38	12,26	0,245

Tabel 5.33 menunjukkan emisi CO₂ sebesar 12.084,38 ton/tahun dihasilkan aktivitas PKL di Kota Yogyakarta, sedangkan untuk CH₄ sebesar 12,26 ton/tahun dan N₂O hanya 0,245 ton/tahun.

5.2.2.8. Kantor Pemerintahan

Sumber emisi perkantoran pemerintah secara umum dihasilkan dari aktivitas yang menggunakan peralatan seperti kompor gas dan penggunaan genset. Tidak semua kantor memiliki peralatan genset sendiri, namun hampir semua kantor memiliki peralatan memasak di dapur masing-masing. Konsumsi energi sampel kantor pemerintahan tahun 2013 dan hasil ekspansi tahun 2016 dapat dilihat di Tabel 5.34 dan 5.35

Tabel 5. 34 Konsumsi Bahan Bakar sampel oleh Kantor Pemerintahan tahun 2013

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Energi Sampel	Unit		Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)	
Angklo	Arang	7,00	2451	karyawan	0,0029	Per Karyawan
Kompor Gas	LPG	5,15	2451	karyawan	0,0021	Per Karyawan
Genset	Bensin	1,48	2451	karyawan	0,0006	Per Karyawan
Genset	Solar	90,24	2451	karyawan	0,0368	Per Karyawan

Tabel 5. 35 Konsumsi Bahan Bakar oleh Kantor Pemerintahan hasil ekspansi tahun 2016

Alat	Jenis Bahan Bakar	Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)		Unit Tahun 2016		Konsumsi Th 2016 (ton)
Angklo	Arang	0,0029	Per Karyawan	5905	Karyawan	16,86
Kompor Gas	LPG	0,0021	Per Karyawan	5905	Karyawan	12,40
Genset	Bensin	0,0006	Per Karyawan	5905	Karyawan	3,55
Genset	Solar	0,0368	Per Karyawan	5905	Karyawan	217,42

Tabel 5. 36 Hasil Emisi GRK dari penggunaan bahan bakar di Kantor Pemerintahan 2016

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Th 2016 (ton)	Berat Jenis (kg/l)	NCV		Equivalen Konsumsi (GJ)	FE CO2 (g/GJ)	FE CH4 (g/GJ)	FE N2O (g/GJ)	Emisi CO2 (Ton)	Emisi CH4 (Ton)	Emisi N2O (Ton)
A	B	C	D	E		F	G	H	I	$J=F*G/10^6$	$K=J*H/10^6$	$L=F*I/10^6$
Angklo	Arang	16,86		25,9	GJ/Ton	437	112.000	200	1	48,92	0,09	0,0004
Kompur Gas	LPG	12,40		47,3	GJ/Ton	586	63.100	5	0,1	37,00	0,00	0,0001
Genset	Bensin	3,55	0,711	0,033	GJ/Liter	165	3.197	2	0,06	11,36	0,01	0,0002
Genset	Solar	217,42	0,832	0,038	GJ/Liter	9.930	3.160	0,1	0,14	687,03	0,01	0,0294
Total Emisi Kantor Pemerintahan (Ton)										784,31	0,11	0,0301

Hasil emisi GRK yang dihasilkan oleh kantor pemerintahan di Kota Yogyakarta untuk CO₂ sebesar 784,31 ton/tahun, CH₄ 0,11 ton/tahun dan N₂O hanya 0,0301 ton/tahun. Lihat Tabel 5.36

5.2.2.9. Rumah Sakit

Prasarana kesehatan yaitu rumah sakit maupun puskesmas merupakan obyek vital pada suatu wilayah. Perkembangan kebutuhan masyarakat pada pelayanan kesehatan yang prima membuat jumlah rumah sakit maupun puskesmas terus bertambah dengan pesat. Rumah sakit tersebut dibangun oleh pemerintah maupun swasta dengan berbagai keperluan, baik pelayanan umum (RSU) maupun pelayanan khusus, sedangkan puskesmas dibangun oleh pemerintah.

Intensitas pelayanan yang dilakukan membuat penggunaan peralatan berpotensi emisi juga berlangsung dalam kapasitas yang relatif besar. Beberapa peralatan diketahui harus selalu dalam posisi *stand by* untuk memenuhi standar keselamatan layanan kesehatan. Oleh sebab itu, kemungkinan besar terdapat penggunaan bahan bakar non listrik yang cukup besar untuk menyokong operasional peralatan listrik, terutama bila terjadi pemadaman.

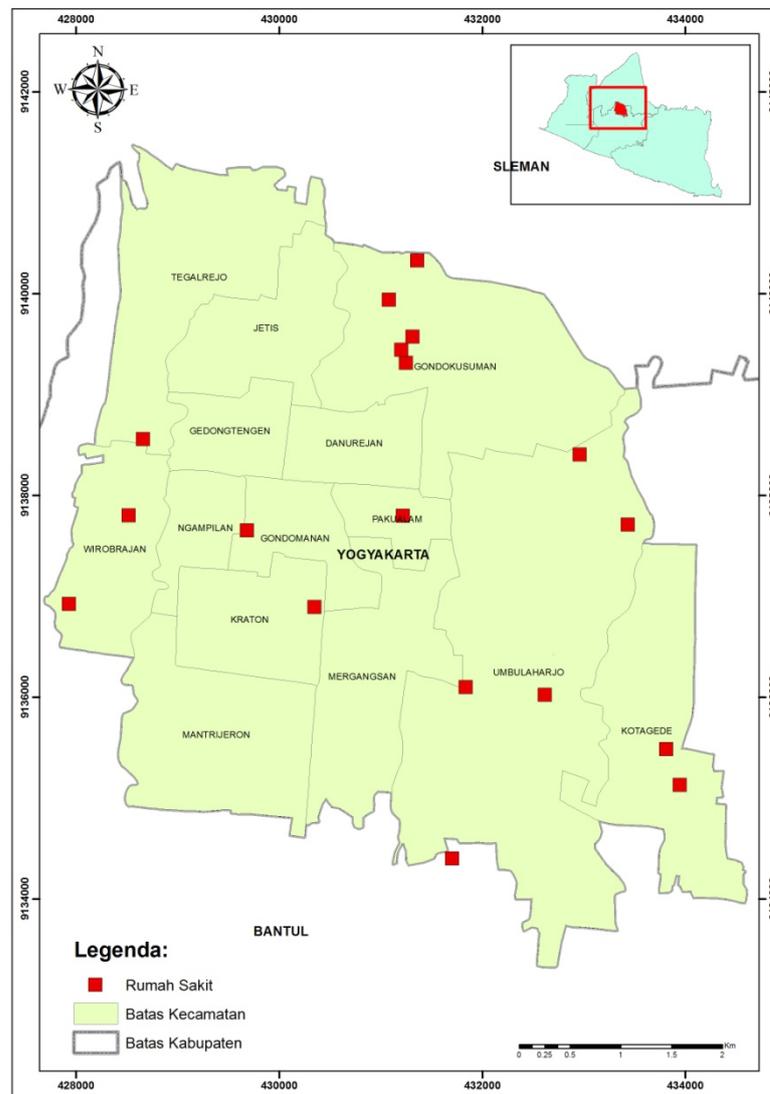
Tabel 5. 37 Daftar rumah sakit di Kota Yogyakarta

No	Nama Rumah Sakit	Kepemilikan	Status
1	RS DKT Dr.Soetarto Yogyakarta	Pemerintah Kota	Umum
2	RS Panti Rapih	Swasta	Umum
3	RS PKU Muhammadiyah	Swasta	Umum
4	RS Bethesda	Swasta	Umum
5	RSU Bethesda Lempuyangwangi	Swasta	Umum
6	RSU Happyland Medical Centre	Swasta	Umum
7	RSI Hidayatullah	Swasta	Umum
8	RS Ludira Husada Tama	Swasta	Umum
9	RSUD Kota Yogyakarta	Pemerintah Kota	Umum
10	RSKIA Permata Bunda	Swasta	Bersalin-Kesehatan ibu & anak
11	RSK THT dr. Oepomo	Swasta	Umum
12	RSKIA Bhakti Ibu	Swasta	Bersalin-Kesehatan ibu & anak
13	RSK Mata "Dr.YAP" Yk.	Swasta	Mata
14	RSKIA "Empat Lima" Yk	Swasta	Bersalin-Kesehatan ibu & anak
15	RSK Puri Nirmala	Swasta	Umum
16	RSK Bedah Soedirman	Swasta	Bedah
17	RSKIA PKU Muhammadiyah Kotagede	Swasta	Bersalin-Kesehatan ibu & anak
18	RSGMP Universitas Muhammadiyah Yogyakarta	Swasta	Umum

Sumber : Dinas Kesehatan Kota Yogyakarta 2013

Observasi tim pada rumah sakit sampel di Yogyakarta tahun 2013 mendapat beberapa jenis peralatan seperti *boiler*, *genset*, *incinerator*, pengering laundry, *dry cleaning*, *cooking set*, dan kompor gas. *Genset* (*power generator*) dan kompor gas menjadi peralatan dominan. *Genset* banyak digunakan sebagai *back up* (cadangan) energi listrik untuk peralatan-peralatan medis. Pada rumah sakit tertentu, *genset* ini terus digunakan meski listrik jaringan PLN tidak padam.

Kota Yogyakarta tercatat memiliki 18 rumah sakit pemerintah maupun swasta baik berstatus rumah sakit umum maupun khusus. Pada Tabel 4.7 disajikan daftar rumah sakit di Kota Yogyakarta.



Gambar 5. 17 Peta Sebaran Lokasi Rumah Sakit di Kota Yogyakarta

Sumber: Hasil Survey Lapangan, 2013

Tabel 5. 38 Konsumsi Bahan Bakar dari Rumah Sakit hasil sample tahun 2013

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Energi	Unit		Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)	
Genset	Bensin	0,1877	18	RS	0,01	Per RS
Boiler	LPG	2,5440	18	RS	0,14	Per RS
Kompor Gas	LPG	30,6900	18	RS	1,71	Per RS
Dry Cleaning	LPG	14,0920	18	RS	0,78	Per RS
Pembakaran Sampah (750 kg/bulan)	Minyak tanah	2,9524	18	RS	0,16	Per RS
Boiler	Solar	449,2800	18	RS	24,96	Per RS
Genset	Solar	22,5459	18	RS	1,25	Per RS
Insinerator	Solar	34,0454	18	RS	1,89	Per RS
Pembakaran Sampah	Solar	0,0998	18	RS	0,01	Per RS

Sumber: PUSTRAL UGM (2013) diolah

Tabel 5. 39 Konsumsi Bahan Bakar dari Rumah Sakit hasil ekspansi tahun 2016

Alat	Jenis Bahan Bakar	Rata rata Konsumsi per unit sampel sampel Tahun 2013 (Ton)		Unit Tahun 2016		Konsumsi Tahun 2016 (Ton)
Genset	Bensin	0,01	Per RS	20	RS	0,21
Boiler	LPG	0,14	Per RS	20	RS	2,83
Kompor Gas	LPG	1,71	Per RS	20	RS	34,10
Dry Cleaning	LPG	0,78	Per RS	20	RS	15,66
Pembakaran Sampah (750 kg/bulan)	Minyak tanah	0,16	Per RS	20	RS	3,28
Boiler	Solar	24,96	Per RS	20	RS	499,20
Genset	Solar	1,25	Per RS	20	RS	25,05
Insinerator	Solar	1,89	Per RS	20	RS	37,83
Pembakaran Sampah	Solar	0,01	Per RS	20	RS	0,11

Sumber: data diolah (2017)

Tabel 5.40 menunjukkan bahwa emisi GRK yang dihasilkan oleh Rumah Sakit untuk CO₂ sebesar 2.072,67 ton/tahun, CH₄ sebesar 0,27 ton/tahun dan N₂O hanya 0,02 ton/tahun.

Tabel 5. 40 Hasil Emisi GRK dari Rumah Sakit di Kota Yogyakarta 2016

Alat	Jenis Bahan Bakar	Konsumsi Th 2016 (ton)	Berat Jenis (kg/l)	NCV		Equivalen Konsumsi (GJ)	FE CO ₂ (g/GJ)	FE CH ₄ (g/GJ)	FE N ₂ O (g/GJ)	Emisi CO ₂ (Ton)	Emisi CH ₄ (Ton)	Emisi N ₂ O (Ton)
A	B	C	D	E		F	G	H	I	J=F*G/10 ⁶	K=J*H/10 ⁶	L=F*I/10 ⁶
Genset	Bensin	0,21	0,711	0,033	GJ/liter	10	69.300	10	0,6	0,67	0,00	0,00
Boiler	LPG	2,83		47,3	GJ/Ton	134	63.100	5	0,1	8,44	0,00	0,00
Kompor Gas	LPG	34,10		47,3	GJ/Ton	1.613	63.100	5	0,1	101,78	0,01	0,00
Dry Cleaning	LPG	15,66		47,3	GJ/Ton	741	63.100	5	0,1	46,73	0,00	0,00
Pembakaran Sampah (750 kg/bulan)	Minyak tanah	3,28	0,8201	0,0431	GJ/liter	172	71.900	10	0,6	12,40	0,00	0,00
Boiler	Solar	499,20	0,832	0,038	GJ/Ton	22.800	74.100	10	0,6	1.689,48	0,23	0,01
Genset	Solar	25,05	0,832	0,038	GJ/Ton	1.144	74.100	10	0,6	84,78	0,01	0,00
Insinerator	Solar	37,83	0,832	0,038	GJ/Ton	1.728	74.100	10	0,6	128,03	0,02	0,00
Pembakaran Sampah	Solar	0,11	0,832	0,038	GJ/Ton	5	74.100	10	0,6	0,38	0,00	0,00
Total Emisi Rumah Sakit (Ton)										2.072,67	0,27	0,02

5.3. Konsumsi Listrik

Konsumsi listrik menjadi salah satu aktivitas yang masuk sebagai kategori penggunaan energi. Energi listrik merupakan sumber energi yang dominan digunakan oleh hampir seluruh masyarakat maupun sektor kegiatan. Pertambahan populasi, rumah tangga, jenis aktivitas dan frekwensinya mendorong peningkatan konsumsi listrik oleh masyarakat. Untuk wilayah Yogyakarta, saat ini listrik disuplai oleh PLN Unit APJ Gedongkuning Yogyakarta. PLN Unit Klaten saat ini melayani tiga wilayah administrasi yaitu : Kota Yogyakarta. Berikut adalah data daya listrik yang dibangkitkan untuk penggunaan wilayah Yogyakarta:

Tabel 5. 41 Data daya dibangkitkan, jumlah pelanggan listrik (PLN) dan kWh terjual berdasarkan sektor kegiatan di Kota Yogyakarta Tahun 2016

No	Sektor Kegiatan	Konsumsi Tahunan (kVA/tahun)	Konsumsi Tahunan (KW/tahun)	Persentase penggunaan (%)	Asumsi penjualan persektor (MWh/tahun)
1	Gedung Pemerintah	18.631.700	29.295.811	4,60	29.296
2	Rumah Tangga	130.238.500	227.345.979	35,72	227.346
3	Sosial	54.812.450	94.604.041	14,86	94.604
4	Usaha dan Hotel	142.732.000	247.913.546	38,95	247.914
5	Industri	15.261.900	25.981.810	4,08	25.982
6	Penerangan Jalan	4.819.232	11.355.607	1,78	11.356
TOTAL			636.496.795	100,00	636.497

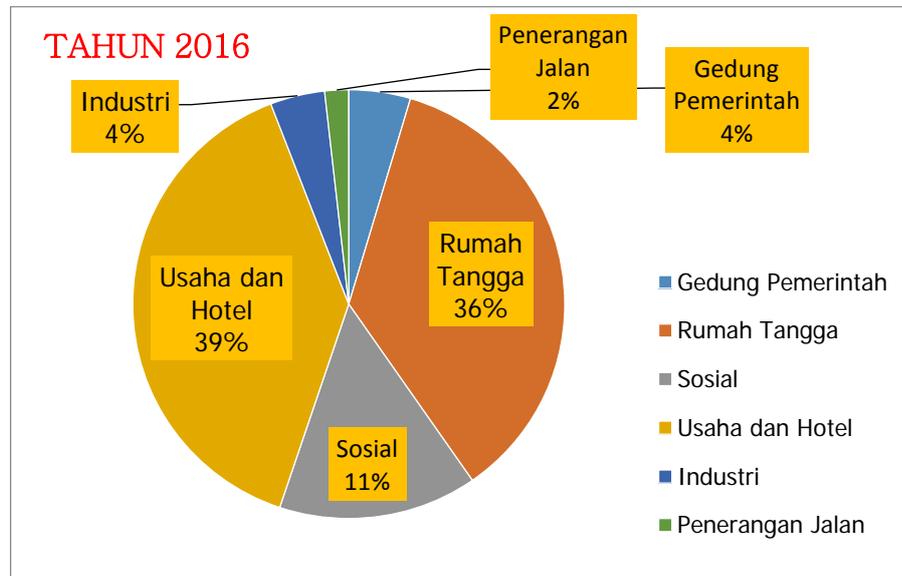
Sumber: PLN APJ Yogyakarta (2017)

Pada konsumsi listrik, emisi yang dihasilkan hanya berupa CO₂, karena penggunaan ini hanya hasil penyaluran unit unit PLN dan digunakan pada rumah, bangunan atau aktivitas tertentu. Untuk perhitungan, secara umum mengikuti formula dasar beban emisi yaitu data aktivitas yang diwakili total daya terjual setahun (MWh/tahun) dikalikan dengan faktor emisi listrik. Faktor emisi untuk penggunaan listrik adalah 0,823 (mengaplikasikan faktor emisi 2013 dari ESDM, 2012 dalam kalkulator GRK PAKLIM, 2016). Hasil perhitungan untuk konsumsi listrik keseluruhan wilayah Yogyakarta adalah sebagai berikut (Tabel 5.42)

Tabel 5. 42 Beban emisi dari konsumsi listrik di Kota Yogyakarta tahun 2016

No	Sektor kegiatan	Jumlah (MWh)	Faktor emisi (tonCO ₂ /MWh)	Beban emisi (tonCO ₂ /tahun)
1	Gedung Pemerintah	29.296	0,903	26.454,12
2	Rumah Tangga	227.346		205.293,42
3	Sosial	94.604		85.427,45
4	Usaha dan Hotel	247.914		223.865,93
5	Industri	25.982		23.461,57
6	Penerangan Jalan	11.356		10.254,11
Beban emisi CO₂ dari Konsumsi listrik (ton/tahun)				574.756,61

Sumber : data diolah, 2016



Gambar 5. 18 Komposisi sektoral emisi karbondioksida (CO₂) dari konsumsi listrik di Kota Yogyakarta tahun 2016

Total emisi karbondioksida dari konsumsi listrik di Kota Yogyakarta adalah 574.756,61 ton/tahun. Ditinjau dari sektor penggunaannya, tampak bahwa emisi dari konsumsi listrik didominasi oleh dua sektor yaitu usaha dan hotel (39%) dan rumah tangga (36%). Berdasarkan kontribusi tersebut, dapat terpantau bahwa masyarakat (diwakili sektor rumah tangga) mengoptimalkan penggunaan listrik untuk aktivitas sehari harinya. Penggunaan ini bahkan cenderung ke pemborosan. Hal ini bisa menjadi masukan bagi pemerintah ataupun instansi terkait untuk lebih fokus dalam kampanye dan program penghematan listrik.

BAB 6

PROSES INDUSTRI DAN PENGGUNAAN PRODUK

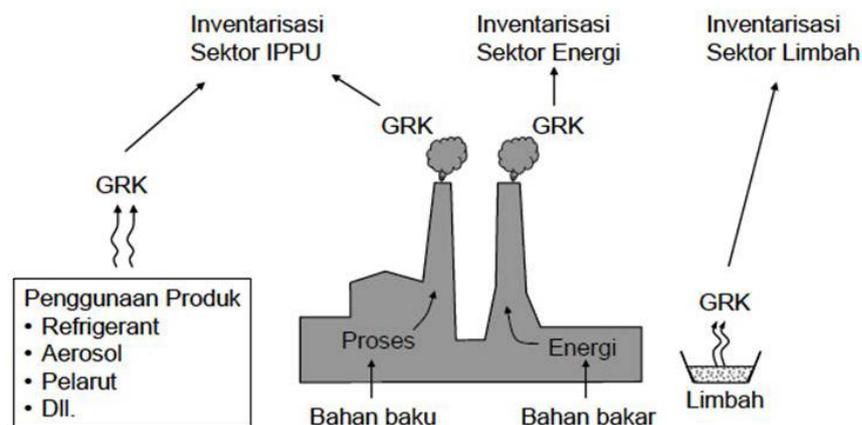
6.1. Overview Proses Industri dan Penggunaan Produk

Beban emisi dari kategori kunci IPPU (*industrial processes and production uses*) membahas mengenai kegiatan kegiatan yang masuk dalam kelompok :

- Emisi GRK yang terjadi selama proses proses / reaksi kimia industri yang tidak berkaitan dengan pembangkitan atau penggunaan energi
- Penggunaan dan pemanfaatan gas GRK dalam proses industri, dan
- Penggunaan bahan bakar dalam proses industri yang tidak terkait dengan penyediaan atau penggunaan energi

(Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

Selain dari IPPU, sektor industri juga menghasilkan emisi GRK dari pembakaran bahan bakar untuk keperluan energi dan dari pengolahan limbah. Dalam inventarisasi GRK, emisi dari pembakaran bahan bakar dilaporkan dalam inventarisasi sektor energi sedangkan emisi dari pengolahan limbah dilaporkan dalam inventarisasi sektor limbah. Gambar 6.1 memperlihatkan pengelompokan inventarisasi emisi GRK dari kegiatan sektor industri dan dari penggunaan produk. (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)



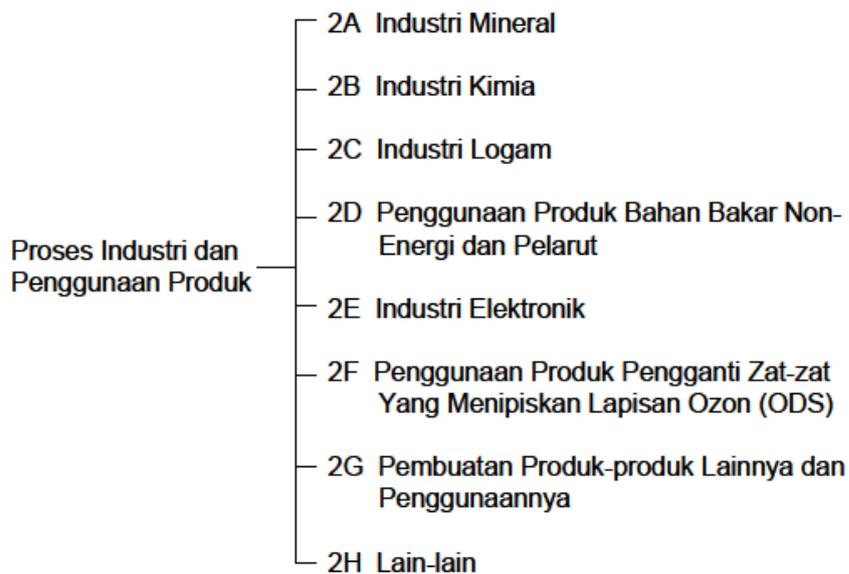
Gambar 6. 1 Penjelasan pengelompokan emisi GRK pada proses industri menurut kategori kunci IPCC

(sumber : Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Kota Yogyakarta sesungguhnya memiliki beragam jenis industri yang beberapa diantaranya potensial menghasilkan emisi IPPU, baik dari penggunaan bahan baku maupun bahan bakar non energi. Namun, data terkait penggunaan

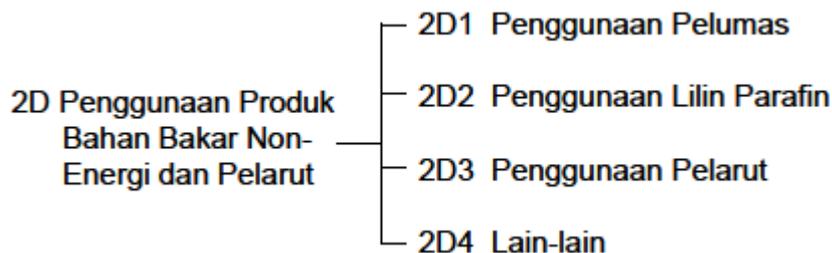
konsumsi berdasar jenis industri di Kota Yogyakarta-sangat terbatas. Kondisi ini menjadi kendala dalam proses inventarisasi beban emisi GRK.

Data yang dapat diolah melalui asumsi adalah data penggunaan pelumas. Asumsi dapat dilakukan untuk memperkirakan secara kasar besarnya penggunaan pelumas sektor industri di Kota Yogyakarta. Data riil mengenai penggunaan pelumas industri Kota Yogyakarta sangat terbatas. Pelumas dalam kategori kunci IPPU tergolong dalam sub kategori 2D yaitu penggunaan produk bahan bakar non energi dan pelarut (lihat Gambar 6.2 dan 6.3).



Gambar 6. 2 Kategori Sumber Emisi Sektor IPPU

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2012)



Gambar 6. 3 Sub-kategori sumber emisi dari Penggunaan Produk Bahan Bakar Non-Energi dan Pelarut

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup (2012)

6.2. Penggunaan Produk Non-Energi Bentuk Bahan Bakar dan Pelarut

6.2.1. Penggunaan Pelumas (*Lubricant Use*)

Pelumas sebagian besar digunakan dalam aplikasi industri dan transportasi. Pelumas yang diproduksi di kilang-kilang melalui pemisahan dari

minyak mentah atau di fasilitas petrokimia, yang mana dapat dikategorikan dalam: (a) minyak motor dan minyak industri, dan (b) minyak gemuk, yang berbeda dalam hal karakteristik fisik (misalnya, viskositas), aplikasi komersial, dan keberadaan dalam lingkungan (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Pelumas digunakan di keseluruhan industri pengolahan yang menjadi obyek inventarisasi emisi GRK. Emisi yang ditimbulkan oleh penggunaan pelumas dalam industri hanyalah variabel CO₂. Sebelum dilakukan perhitungan, data aktivitas untuk pelumas harus terlebih dahulu dikonversi dari satuan volume cair (l) menjadi berat (kg atau ton). Nilai adalah satu liter pelumas setara 0,9389 kg (*Statistics Canada, Government of Canada*). Faktor emisi penggunaan pelumas lebih kompleks karena terkait kadar karbon pelumas, faktor ODU dan rasio massa CO₂/C (44/12), berikut adalah detail faktor emisinya.

Tabel 6. 1 Faktor emisi dan net calorific value perhitungan beban emisi pelumas

No	Beban emisi	NCV (GJ/ton)	Kandungan karbon kg/GJ	Faktor ODU	Rasio massa CO ₂ /C
1	Pelumas	40,2	20	0,2	3,67

Menggunakan data asumsi penggunaan pelumas industri dan automotif Kota Yogyakarta dan faktor emisi, dapat diperhitungkan besarnya beban emisi oleh penggunaan pelumas sebagai berikut.

Tabel 6. 2 Hasil perhitungan beban emisi penggunaan pelumas industri dan automotif di Kota Yogyakarta Tahun 2016

Jenis Pelumas	Konsumsi pelumas (Ton)*	NCV (GJ/ton)	Total kalor *	Kandungan karbon (kgC/GJ)	Faktor ODU	CO ₂ /C rasio massa	Beban emisi (tonCO ₂ /tahun)
Pelumas Industri	8.132	40,2	326.914	20	0,2	3,67	4.799
Pelumas Automotif	19.107	40,2	768.119	20	0,2	3,67	11.276
Total							16.075

*Setelah terlebih dahulu dikonversi ke dalam massa berat (kg), dikalikan dengan 0,9389; Sumber : PT. Pertamina, 2017

Berdasarkan perhitungan Emisi CO₂ dari penggunaan pelumas di Kota Yogyakarta yaitu sebesar 16.075 ton/tahun. Nilai dari beban emisi pelumas tidak terlampaui besar dibandingkan penggunaan energi untuk industri. Emisi CO₂ dari pelumas menjadi satu satunya emisi IPPU yang dapat diperhitungkan dalam inventarisasi GRK Kota Yogyakarta saat ini terkait dengan ketersediaan data sekundernya.

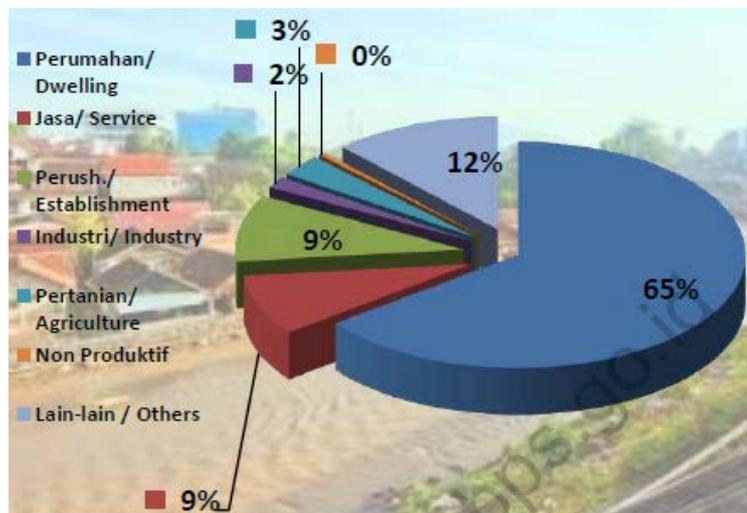
BAB 7

PERTANIAN, KEHUTANAN DAN PENGGUNAAN LAHAN LAINNYA

7.1. Overview Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya

Emisi dan serapan GRK dari sektor Pertanian, Kehutanan dan Penggunaan Lahan Lainnya (*Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU*) pada suatu ekosistem lahan berasal dari perubahan stok karbon daripada pool karbon dan dari emisi non-CO₂ berbagai sumber termasuk pembakaran biomassa, tanah, fermentasi enterik ternak, dan pengelolaan kotoran ternak (*manure*). (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012).

Kategori kunci pertanian, kehutanan dan penggunaan lahan lainnya (AFOLU) disesuaikan dengan data aktivitas yang ada di Kota Yogyakarta. Menurut data dari BPS Kota Yogyakarta (2017) mayoritas penggunaan lahan di Kota Yogyakarta merupakan daerah permukiman (*dwelling*) sebesar 65% dan diikuti oleh pertanian sebesar 12% (lihat Gambar 7.1).



Gambar 7. 1 Presentasi Penggunaan Lahan di Kota Yogyakarta

Sumber: Kota Yogyakarta dalam angka 2017

Lahan pertanian merupakan fungsi lahan yang tidak dominan di wilayah Kota Yogyakarta, hanya sebesar 12% peruntukan untuk pertanian (*agriculture*). Emisi dari sektor pertanian dihasilkan oleh aktivitas peternakan, pengolahan tanah, pengolahan lahan hingga penggunaan pupuk, terutama pupuk urea. Beban emisi dari penggunaan lahan adalah emisi alami yang dihasilkan oleh suatu peruntukkan lahan yang dihitung secara berkala dari tahun ke tahun, mengikuti dinamika perubahannya dengan memperhitungkan stok karbon pada masing-masing peruntukan. Keseluruhan aktivitas yang disebutkan tersebut akan terakumulasi menjadi satu beban emisi kategori kunci AFOLU. Berikut ini

adalah pemaparan hasil perhitungan umum beban emisi dari kategori kunci AFOLU di Kota Yogyakarta (Tabel 7.1)

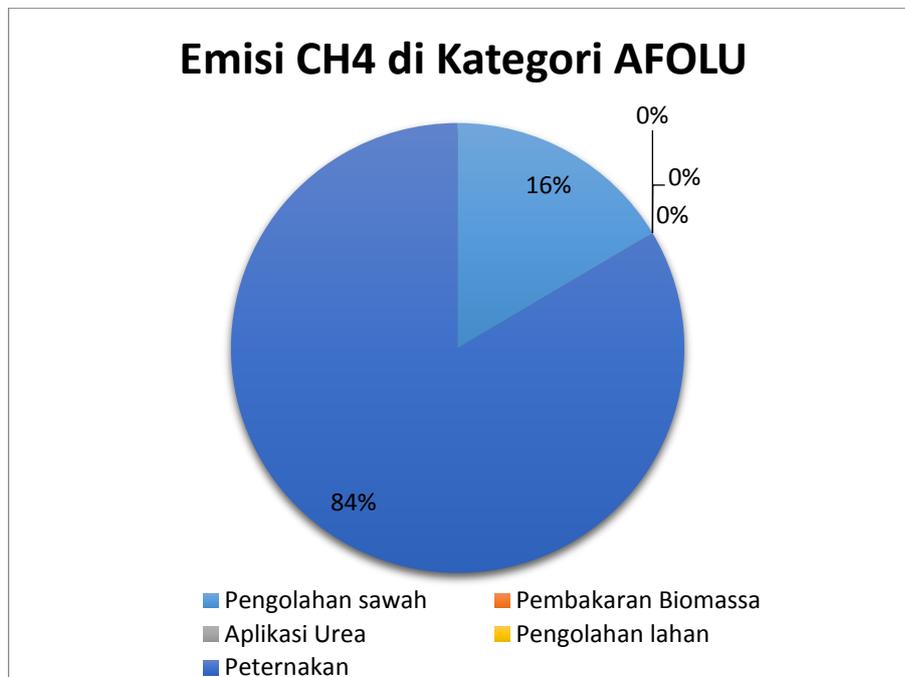
Tabel 7. 4 Beban emisi kategori kunci AFOLU Kota Yogyakarta

No	Sub Kategori (Sumber Emisi)	Beban Emisi (Ton/Tahun)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	Pengolahan Sawah	-	3,48	-
2	Pembakaran Biomassa	-	-	-
3	Aplikasi Urea	33,00	-	-
4	Pengolahan Lahan	-	-	0,06
5	Peternakan	-	17,64	0,39
Total Kategori		33,00	21,12	0,45

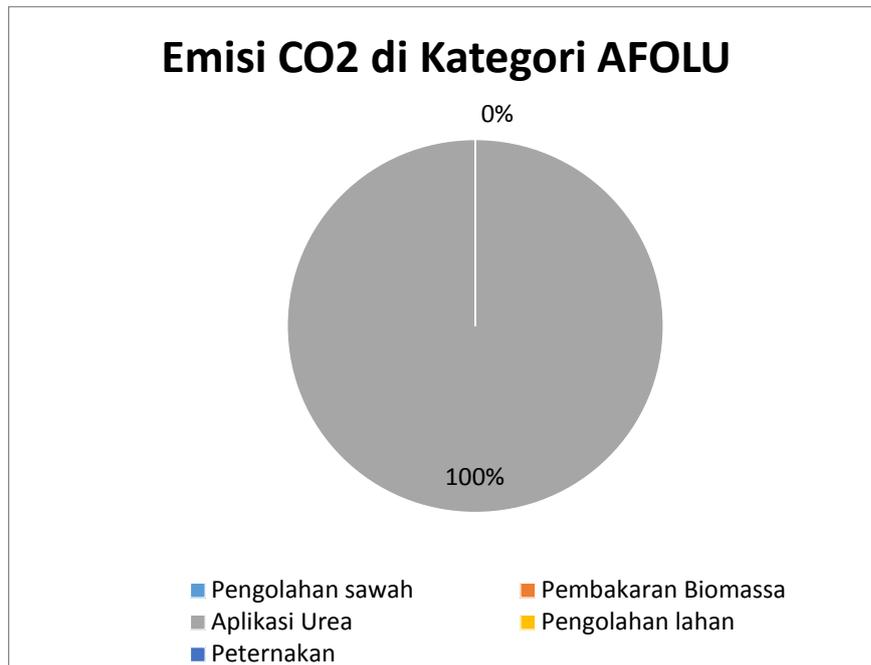
Sumber: Diolah, 2017

Emisi dari AFOLU oleh CO₂ sebesar 33,00 ton/tahun, CH₄ sebesar 21,12 dan N₂O hanya 0,45 ton/tahun. Emisi CO₂ dihasilkan dari aplikasi pupuk urea sebesar 33,00 ton/tahun, sedangkan CH₄ dihasilkan dari hasil pengolahan sawah 3,48 ton/tahun dan peternakan sebesar 17,64 ton/tahun. Untuk variabel CH₄, mayoritas diantaranya dikontribusikan oleh aktivitas peternakan. Untuk emisi N₂O sangat kecil dihasilkan dari aktivitas AFOLU, hanya 0,06 ton/tahun dari pengolahan lahan, dan 0,39 ton/tahun dari aktivitas peternakan.

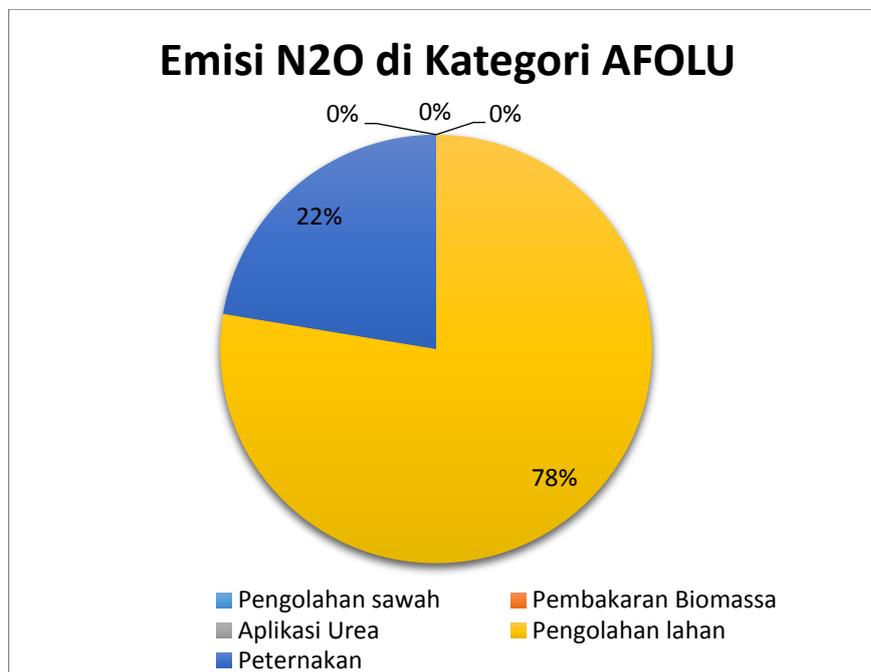
Gambar 7.2 – 7.4 menunjukkan komposisi tiap emisi GRK pada kategori kunci AFOLU. Sebesar 84% Emisi CH₄ dihasilkan dari aktivitas peternakan, hamper 100% emisi CO₂ dihasilkan dari aktivitas penggunaan lahan dan 87% N₂O dihasilkan juga dari aktivitas peternakan.



Gambar 7. 2 Prosentasi emisi CH₄ pada kategori kunci AFOLU



Gambar 7. 3 Prosentasi emisi CO₂ pada kategori kunci AFOLU



Gambar 7. 4 Prosentasi emisi N₂O pada kategori kunci AFOLU

7.2. Peternakan (*livestock*)

Emisi GRK dari sektor peternakan dihitung dari emisi metana yang berasal dari fermentasi enterik ternak, dan emisi metana dan dinitro oksida yang

dihasilkan dari pengelolaan kotoran ternak. Emisi CO₂ dari peternakan tidak diperkirakan karena emisi CO₂ diasumsikan nol – karena CO₂ diserap oleh tanaman melalui fotosintesis dikembalikan ke atmosfer sebagai CO₂ melalui respirasi (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

Kota Yogyakarta mempunyai beragam produk peternakan, khususnya untuk jenis ternak budidaya. Tabel 7.8 menunjukkan data aktivitas peternakan di Kota Yogyakarta tahun 2017 dengan mayoritas ternak di Kota Yogyakarta yaitu ayam buras sebesar 47.199 ekor. Aktivitas peternakan membawa aspek positif dan negatif. Aspek negatifnya karena aktivitas ini dipandang sebagai kontributor emisi gas rumah kaca (GRK) utama, secara spesifik untuk variabel metana, pada kategori kunci AFOLU, sedangkan aspek positifnya tentu dari sisi ekonomi peternak dan juga dapat meningkatkan perekonomian Kota Yogyakarta pada umumnya. Kegiatan peternakan dapat saling melengkapi dengan pertanian dan produknya memberikan keuntungan ekonomi yang tidak sedikit meskipun dicapai dalam rentang waktu yang tidak singkat.

Hanya ada dua variabel emisi GRK yang dihasilkan dari kegiatan peternakan, yaitu metana (CH₄) dan N₂O. Keduanya akan berkaitan dengan limbah enterik pada ternak. Emisi metana dibagi dalam dua kelompok utama yaitu dari fermentasi enterik dan pengelolaan kotoran yang jatuh. Begitupula pengelompokkan emisi N₂O yang terbagi dalam dua kelompok yaitu N₂O langsung dan tidak langsung. Berikut ini adalah data aktivitas peternakan di Kota Yogyakarta pada tahun dokumentasi 2017 (Tabel 7.8).

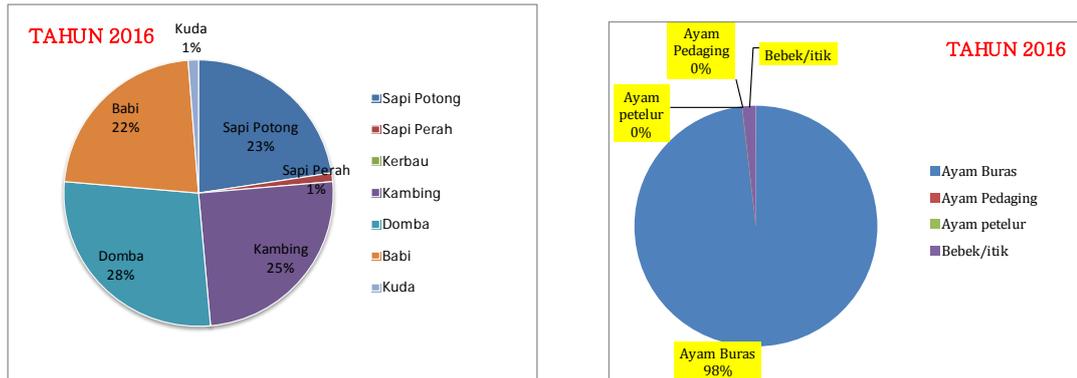
Tabel 7. 5 Data aktivitas peternakan di Kota Yogyakarta

No	Jenis Ternak Budidaya	Periode Dokumentasi		
		2016		
		Jumlah (ekor)	Umur Rata rata (hari)***	Populasi tahunan (ekor)
1	Sapi Potong	238		238
2	Sapi Perah	11		11
3	Kerbau			0
4	Kambing	263		263
5	Domba	293		293
6	Babi	236		236
7	Kuda	13		13
8	Ayam Buras	47.199	60	7759**
9	Ayam Pedaging	0	60	0
10	Ayam petelur	0	60	0
11	Bebek/itik	878	60	144**

Sumber: BPS Kota Yogyakarta, 2017

**diperhitungkan dari perkalian antara jumlah (ekor) dengan umur rata-rata (hari)

*** Sumber: EMEMP/EEA Corinair 2013, Chapter 3B Manure Management



Gambar 7. 5 Populasi Ternak non unggas (kiri) dan Unggas (kanan) di Kota Yogyakarta pada tahun dokumentasi 2016

Gambar 7.5 menunjukkan kategori ternak non unggas didominasi oleh jenis domba (total 28% dari keseluruhan ternak), diikuti oleh kambing sebesar 25% dan sapi potong 23%, sedangkan untuk kategori unggas didominasi oleh jenis ayam, khususnya ayam buras (98%) yang menjadi komoditas utama ayam di pasaran saat ini.

Untuk memperhitungkan beban emisi peternakan, dipergunakan faktor emisi baik untuk emisi metana maupun N_2O . Berikut ini adalah daftar dan nilai faktor emisi yang dipergunakan (Tabel 7.9)

Tabel 7. 6 Faktor emisi dalam perhitungan beban emisi aktivitas peternakan

a. Metana

No	Parameter emisi	Nilai Faktor emisi	Satuan	Keterangan
Fermentasi enterik (metana)				
1	Sapi potong	47		
2	Sapi perah	61		
3	Kerbau	55		
4	Kambing	5	kgCH ₄ /ekor	IPCC, 2006, dalam kalkulator GRK
5	Domba	5		PAKLIM
6	Babi	1		
7	Kuda	18		
Pengelolaan kotoran (metana)				
1	Sapi potong	1		
2	Sapi perah	31		
3	Kerbau	2		
4	Kambing	0,2		
5	Domba	0,22		IPCC, 2006, dalam kalkulator GRK
6	Babi	7	kgCH ₄ /ekor	PAKLIM
7	Kuda	2,19		
8	Ayam kampung	0,02		
9	Ayam pedaging	0,02		
10	Ayam petelur	0,03		
11	Bebek/itik	0,03		

b. Dinitrogen oksida (N₂O)

Emisi langsung pengelolaan kotoran				
Jenis Ternak	Laju ekskresi N (kgN/ton/hari)	Rataan massa (kg)	Ekskresi (N/ekor/hari)	Faktor emisi
Sapi potong	0,34	319	0,10846	0,02
Sapi perah	0,47	350	0,1645	0,02
Kerbau	0,32	380	0,1216	0,02
Kambing	1,17	45	0,05265	0,02
Domba	1,37	40	0,0548	0,02
Babi	0,5	28	0,014	0,02
Kuda	0,46	550	0,253	0,02
Ayam kampung	0,82	0,9	0,000738	0,001
Ayam pedaging	1,1	0,9	0,00099	0,001
Ayam petelur	0,82	1,8	0,001476	0,001
Bebek/itik	0,83	2,7	0,002241	0,001
Emisi tidak langsung pengelolaan kotoran				
Jenis Ternak	Kehilangan nitrogen (%)	Faktor emisi		
Sapi potong	30	0,01		
Sapi perah	7	0,01		
Kerbau	30	0,01		
Kambing	12	0,01		
Domba	12	0,01		
Babi	25	0,01		
Kuda	12	0,01		
Ayam kampung	40	0,01		
Ayam pedaging	40	0,01		
Ayam petelur	40	0,01		
Bebek/itik	40	0,01		

Sumber : IPCC 2006 dalam kalkulator GRK PAKLIM

Berikut ini adalah hasil perhitungan beban emisi aktivitas peternakan di Kota Yogyakarta dengan memperhitungkan data aktivitas dan faktor emisi yang tersedia (Tabel 7.10)

Tabel 7. 7 Hasil perhitungan beban emisi aktivitas peternakan di Kabupaten Yogyakarta

No	Jenis Ternak Budidaya	Beban Emisi Fermentasi Enterik	Beban Emisi Pengelolaan Kotoran	Beban Emisi Pengelolaan Kotoran (N ₂ O)
		Ton CH ₄ /tahun	Ton CH ₄ /tahun	total ton N ₂ O/tahun
1	Sapi Potong	11.186	0.238	
2	Sapi Perah	0.671	0.341	
3	Kerbau	0	0	0.390703289
4	Kambing	1.315	0.0526	
5	Domba	1.465	0.06446	
6	Babi	0.236	1.652	

No	Jenis Ternak Budidaya	Beban Emisi Fermentasi Enterik	Beban Emisi Pengelolaan Kotoran	Beban Emisi Pengelolaan Kotoran (N ₂ O)
		Ton CH ₄ /tahun	Ton CH ₄ /tahun	total ton N ₂ O/tahun
7	Kuda	0.234	0.02847	
8	Ayam Kampung		0.155174795	
9	Ayam Pedaging		0	
10	Ayam petelur		0	
11	Bebek/itik		0.004329863	
Total emisi peternakan		15.107	2.536034658	0.390703289
Total emisi		17,643		0.390703289

Sumber : data diolah, 2017

Secara keseluruhan emisi GRK dari peternakan adalah sebesar 17,634 ton/tahun untuk variabel CH₄ dan 0,391 ton/tahun untuk variabel N₂O. Jenis hewan ternak dengan emisi dominan baik untuk variabel CH₄ dan N₂O adalah jenis sapi, yaitu jenis sapi potong (11,186 ton/tahun dan 0,238 ton/tahun). Semakin berat massa hewan, semakin besar konsumsi makanan dan semakin besar produksi kotorannya akan menginisiasi emisi dalam jumlah lebih besar.

Emisi dari enterik peternakan merupakan hal yang tidak dapat dihindari.. Emisi GRK dari aktivitas peternakan hanya dapat dikurangi atau dengan memanfaatkan potensi emisi menjadi material yang lebih bermanfaat bagi kehidupan atau lingkungan. Sebagai contoh adalah upaya konversi kotoran ternak menjadi pupuk kandang serta biogas, energi alternatif.

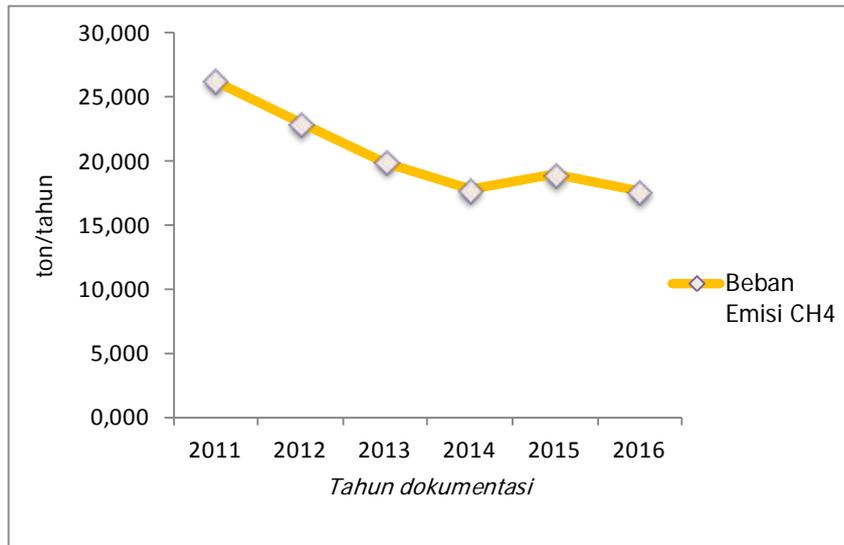
Emisi dari aktivitas peternakan di Kota Yogyakarta pada periode dokumentasi data sekunder 2011 - 2016 berfluktuatif. Fluktuasi ini ditentukan oleh pertumbuhan jumlah dan jenis ternak, terutama untuk ternak yang potensial menghasilkan emisi dalam jumlah besar melalui aktivitas enteriknya. Berikut ini adalah data perhitungan beban emisi GRK dari sektor peternakan di Kota Yogyakarta pada periode pemantauan 2011 – 2016 (lihat Tabel 7.11)

Tabel 7. 8 Tren fluktuasi beban emisi sektor peternakan Kota Yogyakarta periode 2011 - 2016

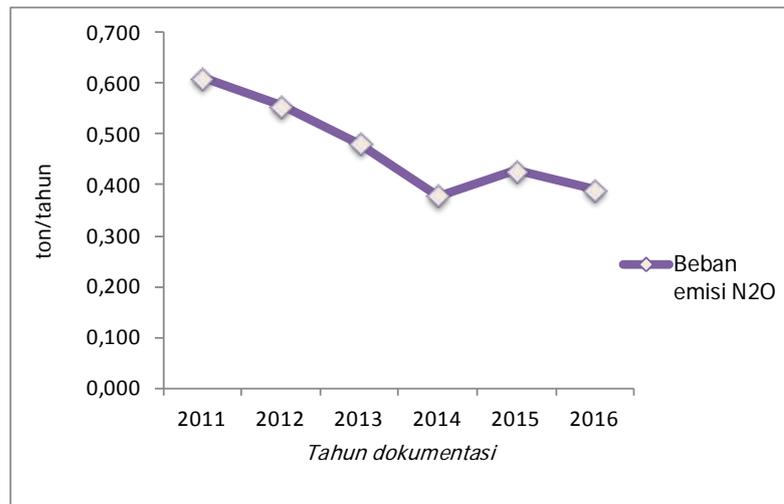
dokumentasi	Beban emisi (ton/tahun)	
	CH ₄	N ₂ O
2011	26,278	0,610
2012	22,962	0,556
2013	19,881	0,482
2014	17,735	0,378
2015	18,974	0,429
2016	17,643	0,391

Sumber: Data diolah, 2017

Gambar 7.6 menunjukkan bahwa secara tren dari tahun 2011 – 2016 terjadi penurunan Emisi CH₄ yang dihasilkan oleh sektor peternakan. Untuk emisi N₂O juga terjadi penurunan dari tahun 2011 ke tahun 2016 sebesar 0,61 ton/tahun turun ke 0,319 ton/tahun (lihat Gambar 7.7).



Gambar 7. 6 Fluktuasi beban emisi CH₄ dari sektor peternakan di Kota Yogyakarta pada periode 2011 - 2016



Gambar 7. 7 Fluktuasi beban emisi N₂O dari sektor peternakan di Kota Yogyakarta pada periode 2011 - 2016

7.3. Pertanian

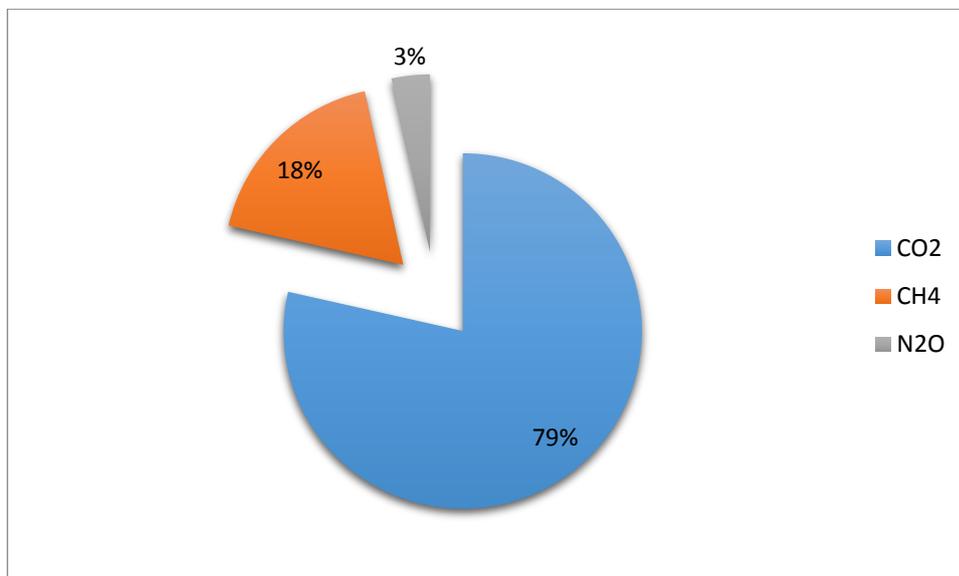
Emisi GRK dari sektor pertanian diduga dari emisi: (1) metan (CH₄) dari budidaya padi sawah (2) karbon dioksida (CO₂) karena penambahan bahan kapur dan pupuk urea, (3) dinitrogen oksida (N₂O) dari tanah, termasuk emisi N₂O tidak langsung dari penambahan N ke tanah karena penguapan/pengendapan dan pencucian, dan (4) non-CO₂ dari biomas yang dibakar pada aktivitas pertanian.

Untuk menghitung emisi dari sektor pertanian perlu disiapkan data aktivitas seperti luas tanam, luas panen, jenis tanah, dan data hasil penelitian seperti dosis pupuk dan kapur pertanian. Data aktivitas tersebut bisa diakses dari berbagai sumber misalnya statistik pertanian atau BPS.

Pertanian bukan menjadi mata pencaharian utama masyarakat Kota Yogyakarta. Pertanian juga menjadi salah satu aktivitas utama dalam kategori kunci AFOLU. Timbulan emisi dari aktivitas pertanian dapat dihasilkan oleh sub aktivitas yaitu: pengolahan sawah, pembakaran biomassa, aplikasi urea dan pengolahan lahan. Variabel emisi GRK yang dihasilkan dari setiap sub aktivitas tersebut berbeda-beda. Beberapa diantaranya menghasilkan lengkap tiga variabel dengan CO₂ mendominasi emisinya. Namun, beberapa lainnya hanya menghasilkan emisi CH₄ dan N₂O. Berikut ini adalah review umum beban emisi GRK yang dihasilkan oleh aktivitas pertanian di Kota Yogyakarta, terbagi dalam sub sub aktivitas yang berlangsung di dalamnya (lihat Tabel 7.12)

Tabel 7. 9 Beban emisi GRK aktivitas pertanian di Kota Yogyakarta

No	Sub Aktivitas	Beban emisi (ton/tahun)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	Pengolahan sawah	0,00	7,06	0,00
2	Pembakaran Biomassa	0,00	0,00	0,00
3	Aplikasi Urea	30,80	0,00	0,00
4	Pengolahan lahan	0,00	0,00	1,36
Total emisi pertanian		30,80	7,06	1,36



Gambar 7. 8 Prosentase emisi GRK dari sektor pertanian di Kota Yogyakarta

Beban emisi terbesar untuk sektor pertanian ada pada variabel CO₂ (33,00 ton/tahun) yang mayoritas dihasilkan oleh aplikasi urea. Berikutnya adalah variabel CH₄ sebesar 3,48 ton/tahun yang mayoritas dihasilkan oleh pengolahan

sawah, dalam hal ini adalah sawah padi. Secara umum, aktivitas pertanian memberikan 90% emisi CO₂ dan hanya 10% dihasilkan oleh emisi CH₄ (lihat Gambar 7.8)

Secara umum dapat dinyatakan setiap sub aktivitas khusus di sektor pertanian akan menghasilkan emisi dengan variabel yang khas. Namun terdapat satu sub aktivitas yang muncul pada kesemua variabel yaitu pembakaran biomassa, namun untuk Kota Yogyakarta sesuai regulasi tidak ada pembakaran biomassa di wilayah administrasi Kota Yogyakarta. Secara sederhana dapat dijelaskan bahwa hanya dengan pengurangan atau penghilangan sub aktivitas ini akan menurunkan beban emisi keseluruhan.

7.3.1. Pengolahan sawah

Dekomposisi bahan organik secara anaerobik pada lahan sawah mengemisikan gas metan ke atmosfer. Jumlah CH₄ yang diemisikan merupakan fungsi dari umur tanaman, rejim air sebelum dan selama periode budidaya, dan penggunaan bahan organik dan anorganik. Selain itu, emisi CH₄ juga dipengaruhi oleh jenis tanah, suhu, dan varietas padi (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012)

Emisi dari sub aktivitas pengolahan sawah secara umum dihasilkan oleh pengolahan sawah untuk kepentingan penanaman padi. Berikut adalah data aktivitas terkait pengolahan sawah di Kota Yogyakarta.

Tabel 7. 10 Data aktivitas pertanian di Kota Yogyakarta

No	Parameter data aktivitas	Tipe persawahan				
		Non irigasi	Irigasi tergenang terus menerus	Irigasi internitten	Irigasi, multiple aerasi	Tadah hujan, pengairan alami
1	Musim tanam pertahun (kali)*	-	3	-	-	-
2	Area tanaman padi (ha)**	-	56	-	-	-
3	Lama masa tanam (hari)*	-	90	-	-	-
4	Laju aplikasi bahan organik (ton/ha)***					
	a. Jerami < 30 hari	-	-	-	-	-
	b. Jerami > 30 hari	-	-	-	-	-
	c. Pupuk kandang	-	-	-	-	-

Sumber : *wawancara petani dan observasi langsung, 2017**BPSD Kota Yogyakarta, 2015***Dinas Pertanian, Perkebunan dan Kehutanan Yogyakarta, 2015;^a. Berdasarkan data penggunaan NPK, b. data penggunaan NPK dan organik, c. data penggunaan organik

Perhitungan pada aktivitas pengolahan sawah lebih kompleks karena selain melibatkan penggunaan faktor emisi, juga terdapat koefisien konversi dan koefisien regime kondisi persawahan.

Tabel 7. 11. Koefisien pendukung perhitungan beban emisi aktivitas pengolahan sawah

Koefisien regime perairan sawah						
Non irigasi	Irigasi tergenang terus menerus	Irigasi intermitten-single aerasi	Irigasi intermitten-aerasi multiple	Tadah hujan	SF before cultivation period	SF Soil
0	1	0,46	0,52	0,27	1	0,29
Faktor konversi koefisien organik						
Jerami < 30 hari	Jerami > 30 hari	Kompos	Pupuk kandang	Pupuk hijau		
1	0,29	0,05	0,14	0,5		

Secara umum, perhitungan beban emisi sawah memiliki *base line factor* emisi yaitu sebesar 1,61 kgCH₄/ha/hari. Adanya perbedaan lingkungan dasar pada penanaman serta bahan-bahan pendukung yang ditambahkan pada periode pengolahan sawah membuat faktor emisi tersebut disesuaikan dengan memperhintValue perbedaan kondisi dan metode, dengan tetap memasukkan nilai baseline faktor emisi. Beberapa mkondisi yang menentuka perubahan atau penyesuaian faktor emisi antara lain regime perairan dan metode pemupukan sawah. Beriku ini adalah nilai faktor emisi pengolahan sawah setelah dilakukan penyesuaian tersebut.

Tabel 7. 12 Faktor emisi pengolahan sawah yang telah dikoreksi

Jenis/Tipe pengairan sawah padi	Faktor emisi (kgCH ₄ /ha/hari)
Sawah non irigasi	0
Sawah irigasi tergenang terus menerus	0,467
Sawah irigasi intermitten-single aerasi	0,215
Sawah irigasi intermitten multiple aerasi	0,243
Sawah tadah hujan	0,126

Menggunakan faktor emisi yang telah dikoreksi tersebut, dapat diperhitungkan beban emisi metana (CH₄) pengolahan sawah dengan rumusan sebagai berikut :

EmisiCH₄ Pengolahan Sawah

$$= (\text{Jumlah musim tanam} * \text{Area sawah padi} * \text{Masa tanam} * \text{faktor Emisi})/1000$$

Dengan jumlah musim tanam (kali/tahun), area sawah padi (Ha), masa tanam (hari) dan faktor emisi (kgCH₄/ha/hari). Disebut pula sebagai emisi CH₄ regime pertumbuhan. Berikut ini adalah perhitungan beban emisi dari aktivitas pengolahan sawah di Kota Yogyakarta.

Tabel 7. 13. Hasil perhitungan beban emisi aktivitas pertanian, sub aktivitas pengolahan sawah di Kota Yogyakarta

Jenis/Tipe pengairan sawah padi	Emisi (ton/tahun)
Sawah non irigasi	0,000
Sawah irigasi tergenang terus menerus	7,060
Sawah irigasi intermitten-single aerasi	0,000
Sawah irigasi intermitten multiple aerasi	0,000
Sawah tadah hujan	0,000
Beban emisi total dari pengolahan sawah padi	7,060

Sumber : data diolah, 2017

Hasil penghitungan emisi CH₄ di pengolahan sawah menghasilkan angka 7,060 ton/ tahun. Hasil ini tergolong besar. Besarnya angka emisi dari sektor pengolahan sawah sama sekali tidak mencerminkan potensi pemanfaatan gas bio mengingat sifatnya yang menyebar di tiap persawahan serta terbuka, artinya emisi per titik sebenarnya kecil namun ada banyak jumlah titik emisi CH₄.

7.3.2. Pembakaran biomassa

Emisi Non-CO₂ dari biomas yang dibakar dibedakan dari pembakaran biomassa pada lahan pertanian (*cropland*) dan pembakaran biomassa dari padang rumput (*grass land*) dan perhitungannya dilakukan terpisah (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Secara garis besar, yang dimaksud dengan pembakaran biomassa pada inventarisasi beban emisi GRK ini adalah pembakaran yang terkontrol dan tidak terkontrol atau sengaja dan tidak sengaja, pada lahan hutan dan lahan pertanian.

Emisi non-CO₂ dari pembakaran biomassa oleh kebakaran permukaan dan pengolahan tanah dihitung berdasarkan jumlah karbon yang dilepaskan yang dimodelkan sebagai bagian dari kegiatan deforestasi, degradasi hutan, dan pengelolaan hutan berkelanjutan, dikalikan dengan rasio emisi default dan rasio nitrogen:karbon dari IPCC (2003). Emisi dihitung untuk metana (CH₄), karbon monoksida (CO) dan nitrogen oksida (N₂O).

Berikut ini adalah faktor emisi yang digunakan untuk menghitung beban emisi dari sektor pertanian sub aktivitas pembakaran biomassa

Tabel 7. 14 Faktor emisi digunakan dalam perhitungan beban emisi akibat pembakaran biomassa sektor pertanian

Faktor konsumsi biomassa			Faktor C biomassa di atas tanah, CF (ton C/ton berat kering)	FE CH ₄ (g/kg berat kering biomassa dibakar)	FE N ₂ O (g/kg berta kering dibakar/ha)
Hutan primer (ton berat kering biomass/ha)	Hutan sekunder (ton berat kering/biomass/ha)	Sisa panen (ton berat kering/biomass/ha)			
119,6	42,2	5,5	0,47	2,7	0,07

Menggunakan faktor emisi tersebut dapat diperhitungkan beban emisi total dari pembakaran biomassa pada masing-masing variabel. Berikut adalah penyajian hasil perhitungannya (lihat Tabel 7.18).

Tabel 7. 15 Hasil perhitungan beban emisi aktivitas pertanian, sub aktivitas pembakaran biomassa di Kota Yogyakarta

Sub aktivitas pembakaran biomassa	Beban emisi GRK (ton/tahun)		
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Pembakaran hutan sekunder	-	-	-
Pembakaran lahan/sisa panen	-	-	-
Total emisi sub aktivitas pembakaran biomassa	-	-	-

Sumber : data diolah, 2017

Dikarenakan tidak ada aktivitas pembakaran biomassa di wilayah administrasi Kota Yogyakarta, sehingga tidak ada emisi GRK yang dihasilkan dari aktivitas pembakaran biomassa, baik pembakaran hutan sekunder maupun pembakaran lahan/sisa panen.

7.3.3. Penggunaan Pupuk urea

Penggunaan pupuk urea pada budidaya pertanian menyebabkan lepasnya CO₂ yang diikat selama proses pembuatan pupuk. Urea (CO(NH₂)₂) diubah menjadi amonium (NH₄⁺), ion hidroksil (OH⁻), dan bikarbonat (HCO₃⁻) dengan adanya air dan enzim urease. Mirip dengan reaksi tanah pada penambahan kapur, bikarbonat yang terbentuk selanjutnya berkembang menjadi CO₂ dan air.

Pupuk urea merupakan jenis pupuk buatan yang diaplikasikan terutam oleh keseluruhan petani padi, termasuk di Kota Yogyakarta. Fungsinya untuk pengolahan dan penyiapan lahan serta sebagai pendukung nutrisi bagi tanaman budidaya. Karena fungsinya yang menguntungkan bagi hasil panen, seringkali penggunaan pupuk ini tidak terkontrol dan berlebih lebihan.

Pada satu sisi, urea memang membantu petani mencapai hasil panen dan keuntungan ekonomi yang diinginkan. Namun, pada sisi lingkungan penggunaannya secara berlebih beresiko tinggi pada lingkungan, termasuk munculnya beban emisi CO₂ yang relatif signifikan. Pada tanah, penggunaan pupuk berlebih akan menimbulkan kejenuhan hingga menurunkan produktivitas lahan pada penanaman jangka panjang.

Data sekunder yang diperoleh bahwa pada tahun 2016 jumlah konsumsi pupuk urea untuk pertanian Kota Yogyakarta (realisasi) sebesar 42 ton/tahun. Emisi GRK yang dihasilkan oleh penggunaan pupuk urea adalah CO₂. Faktor emisi berdasarkan kandungan C pada pupuk urea yang menurut kalkulator GRK PAKLIM (data nasional) bernilai 0,2 ton C/ton. Berdasarkan faktor emisi tersebut dapat diperhitungkan beban emisi dari aplikasi pupuk urea sebagai berikut.

Tabel 7. 16. Hasil perhitungan beban emisi aktivitas pertanian, sub aktivitas aplikasi pupuk urea di Kota Yogyakarta

Sub aktivitas dalam Sektor pertanian	Beban emisi (ton CO ₂ /tahun)
Aplikasi pupuk urea	30,80
Total beban emisi aplikasi pupuk urea	30,80

Sumber : data diolah, 2016

Total beban emisi dari aplikasi pupuk urea adalah sebesar 33,33 ton/tahun. Nilai ini adalah nilai CO₂ terbesar dari seluruh aktivitas dalam kategori kunci AFOLU.

7.3.4. Pengolahan lahan

Aktivitas pengolahan lahan memunculkan emisi berupa N₂O langsung dan tidak langsung. Sumber emisi berupa N₂O langsung pada pengolahan tanah berasal dari aplikasi N yang ditambahkan ke tanah, pengolahan tanah itu sendiri dan kotoran ternak yang terbuang di padang rumput. Untuk Kota Yogyakarta, sumber tersebut hanya dua pertama yang muncul dalam perhitungan beban. Sedangkan, untuk emisi N₂O tidak langsung berasal dari : volatilasi N pengolahan tanah dan dari leaching dan lipasan pengolahan tanah.

Data aktivitas untuk perhitungan N₂O langsung adalah jumlah aplikasi pupuk kimia buatan dan organik serta luasan lahan pertanian dan hutan. Sedangkan untuk emisi N₂O tidak langsung, data aktivitasnya hanya jumlah aplikasi pupuk organik dan luasan lahan pertanian-hutan. Berikut ini adalah data aktivitas untuk perhitunga pengolahan lahan pertanian

Tabel 7. 17. Faktor emisi untuk perhitungan beban emisi sub aktivitas pengolahan lahan

Tanah diolah (selain sawah tergenang)		Sawah tergenang		Area tanah pertanian dan padang rumput (Ha)	Area lahan hutan (ha)
Aplikasi pupuk N buatan (ton)	Aplikasi pupuk organik (ton)	Aplikasi pupuk buatan (ton)	Aplikasi pupuk organik (ton)		
N₂O langsung					
0	-	18,98	-	56	25,16
N₂O tidak langsung					
0	-	18,98	-	56	25,16

Sumber : Dinas Perkebunan, Kehutanan dan Pertanian Kota Yogyakarta

Faktor emisi yang dipergunakan akan berbeda untuk perhitungan beban emisi pengolahan lahan berupa N₂O langsung dan tidak langsung. Hal ini mengingat sumber emisi yang menghasilkan masing masing variabel N₂O tersebut berbeda. Berikut ini adalah faktor emisi untuk perhitungan N₂O langsung dan tidak langsung dari pengolahan lahan.

Tabel 7. 18 Faktor emisi yang digunakan untuk menghitung beban emisi N₂O langsung dan N₂O tidak langsung dari aktivitas pengolahan lahan.

N ₂ O langsung pengolahan lahan		
Parameter	Nilai Koefisien faktor emisi	Satuan
N yang ditambahkan ke tanah selain sawah tergenang	0,01	Kg N ₂ O-n/kg N
N ditambahkan ke sawah tergenan	0,03	Kg N ₂ O-n/kg N
Emisi dari tanah pertanian dan padang rumput	16	Kg N ₂ O-n/ha
Emisi dari lahan hutan	16	Kg N ₂ O-n/ha
Emisi dari N yang ditambahkan dari pupuk kandang	0,02	Kg N ₂ O-n/kg N
Emisi dari N yang dilepaskan di padang rumput (kotoran ternak)	0,01	Kg N ₂ O-n/kg N
N ₂ O tidak langsung pengolahan lahan		
N karena volatilasi dan redeposisi	0,01	kg N ₂ O-N/ kg NH ₃ -N+ N ₂ O-N
N karena leaching dan limpasan	0,0075	Kg N ₂ O-n/kg N
Fraksi dari pupuk buatan yang mengalami volatilasi	0,1	kg NH ₃ -N+ N ₂ O-N/ kg N
Fraksi dari pupuk organik yang mengalami volatilasi	0,2	kg NH ₃ -N+ N ₂ O-N/ kg N
Fraksi N yang ditambahkan ke tanah terolah dimana leaching terjadi	0,3	kg N/kg N tambahan

Menggunakan faktor emisi tersebut di atas (Tabel 7.21), akan dapat diperhitungkan nilai beban emisi N₂O langsung dan N₂O tidak langsung dari pengolahan lahan sebagai berikut.

Tabel 7. 19 Hasil perhitungan beban emisi aktivitas pertanian, sub aktivitas pengolahan lahan di Kota Yogyakarta

Emisi N ₂ O langsung (ton/tahun)		Emisi N ₂ O tidak langsung (ton/tahun)	
Sumber emisi	Nilai beban emisi	Sumber emisi	Nilai beban emisi
N yang ditambahkan ke tanah	0,06	N ₂ O dari volatilasi N dari pengolahan lahan	0,00
Pengolahan tanah	1,30	N ₂ O dari leaching dan limpasan dari pengelolaan tanah	0,00
Kotoran ternak yang dibuang ke padang rumput	0		
Total beban emisi N₂O langsung	1,36	Total beban emisi N₂O langsung	0,00

Sumber : data diolah, 2016

Hasil penghitungan emisi N₂O di emisi GRK langsung dari tanah terolah menghasilkan angka 1,36 ton/tahun. Hasil ini tergolong besar, besarnya angka emisi dari sektor emisi tanah terolah cukup mengawatirkan karena keberadaannya di stratosfer bisa merusak ozone, bahkan dipandang sebagai gas rumah kaca di troposfer yang emisinya harus dikurangi. Dari dua dampak ini, langkah yang harus diambil adalah penghematan dan penyesuaian dosis penggunaan pupuk. Proporsi distribusi emisi per sektor tersebut dapat berubah jika cakupan perhitungan dan tersedianya data yang lebih lengkap.

Untuk nilai N₂O langsung jelas berada di bawah N₂O langsung karena biasanya hanya berupa hasil sampingan yang tidak langsung. Nilainya untuk pengolahan lahan sebesar 0,00 ton/tahun.

7.4. Perubahan Penggunaan Lahan

Sesuai Arahan IPCC, penggunaan dan perubahan lahan untuk inventarisasi emisi dan serapan GRK dibedakan menjadi 6 (enam) kategori, yaitu: 1) *Forest land*, 2) *Grassland*, 3) *Cropland*, 4) *Wetland*, 5) *Settlement*, dan 6) *Other land*.

Dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 7645:2010 Klasifikasi Penutup Lahan digunakan untuk membuat kategorisasi seperti arahan IPCC tersebut di atas. Dalam hal SNI 7645:2010 tidak memuat kategorisasi penutup lahan di bidang kehutanan maka digunakan kategorisasi penutupan lahan yang berlaku di Kementerian Kehutanan.

IPCC mendefinisikan 6 (enam) kategori penggunaan lahan secara umum, yaitu sebagai berikut:

- a. *Forest Land* (Lahan Hutan). Kategori ini mencakup semua lahan dengan vegetasi berkayu sesuai dengan ambang batas yang digunakan untuk mendefinisikan Forest Land dalam Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional. Dalam kategori ini juga termasuk sistem dengan struktur vegetasi diluar definisi hutan, tetapi berpotensi bisa mencapai nilai ambang batas atau memenuhi definisi hutan yang digunakan oleh suatu negara untuk menentukan kategori lahan hutan.
- b. *Cropland* (Lahan Pertanian dan Agroforestry). Kategori ini meliputi tanaman pangan, termasuk sawah dan sistem agroforestry dimana struktur vegetasinya dibawah ambang batas untuk disebut kategori lahan hutan.
- c. *Grassland* (Padang Rumput dan Savana). Kategori ini mencakup padang penggembalaan dan padang rumput yang tidak dianggap sebagai lahan pertanian. Dalam kategori ini termasuk sistem dari vegetasi berkayu dan vegetasi bukan rumput seperti tumbuhan herbal dan semak. Kategori ini juga mencakup semua rumput dari lahan yang tidak dikelola sampai lahan rekreasi serta sistem pertanian dan silvi-pastural.
- d. *Wetlands* (Lahan Rawa, Gambut, Sungai, Danau dan Waduk). Kategori ini mencakup lahan dari pengembangan gambut dan lahan yang ditutupi atau jenuh oleh air untuk sepanjang atau sebagian tahun (misalnya, lahan gambut). Kategori ini termasuk reservoir/waduk, sungai alami dan danau.

- e. *Settlements* (Pemukiman/Infrastruktur). Kategori ini mencakup semua lahan yang dikembangkan termasuk infrastruktur transportasi dan pemukiman dari berbagai ukuran, kecuali yang sudah termasuk dalam kategori lainnya.
- f. *Other Land* (Lahan Lainnya). Kategori ini meliputi tanah terbuka, lahan berbatu, lahan bersalju, dan semua lahan yang tidak masuk ke salah satu dari 5 kategori diatas.

Sumber: IPCC, 2006 dalam Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

Dalam setiap kategori penggunaan lahan, perubahan stok karbon dan estimasi emisi/serapan memperhitungkan 5 (lima) tampungan karbon, yaitu biomassa hidup: (i) biomassa diatas permukaan tanah; (ii) biomassa dibawah permukaan tanah, biomassa mati; (iii) pohon mati; (iv) serasah; dan (v) bahan organik tanah. Siklus karbon dari tampungan karbon dan hubungannya dengan fluks termasuk input dan output dari suatu sistem, serta semua kemungkinan transfer antar tampungan karbon dapat dilihat pada Gambar 5.9



Gambar 7. 9 Siklus Karbon dari Ekosistem Daratan AFOLU

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

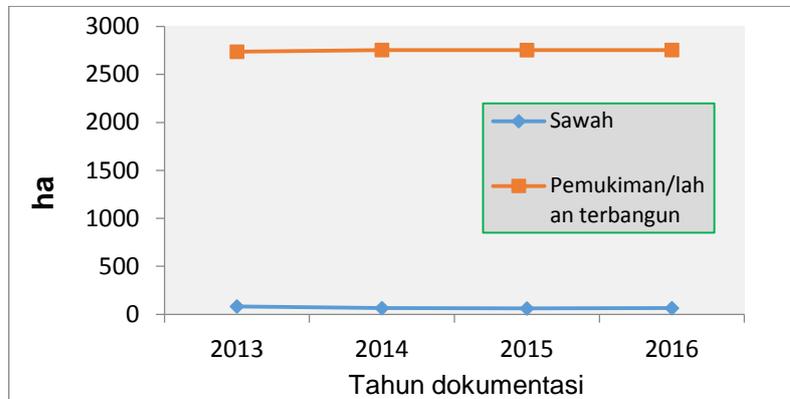
Emisi atau serapan karbon dari setiap penggunaan lahan diduga dari perubahan biomassa atau tampungan karbon untuk : (1) lahan yang tetap dalam kategori penggunaan lahan yang sama dan (2) lahan yang berubah dari penggunaan awal lahan tersebut ke penggunaan yang lainnya.

Berikut ini adalah data penggunaan lahan di Kota Yogyakarta yang diperoleh dari data Yogyakarta dalam Angka 2017 beserta stok karbon dasar dari masing masing penggunaan lahan. Fungsi lahan yang tidak terdapat atau tidak ada pemanfaatan serupa di Kota Yogyakarta tidak disertakan.

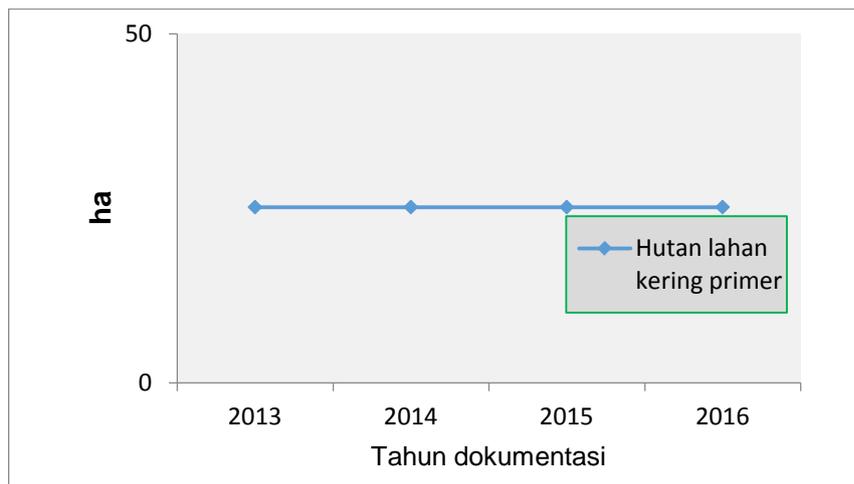
Tabel 7. 20 Perubahan Penggunaan lahan di Kota Yogyakarta dan stok karbon

Kelas Tutupan Lahan	Stok Karbon (C/Ha)	Data dokumentasi luasan (Ha)			
		2013	2014	2015	2016
Hutan lahan kering primer	132,9	25,16	25,16	25,16	25,16
Sawah	2	83	65	62	56
Lahan Terbuka	2,5	4	4	8	4
Pemukiman/lahan terbangun	4	2737,27	2755,27	2754,27	2764,27
Tubuh air	0	400,57	400,57	400,57	400,57
Stok Karbon (Ton C)		14468,844	36	0	18
Emisi/Serapan (Ton CO ₂)		-53052,43	-132	0	-66

Sumber: SLHD Kota Yogyakarta 2013 – 2016



Gambar 7. 10 Perubahan luasan lahan sawah dan permukiman/lahan terbangun pada periode 2013-2016 di Kota Yogyakarta



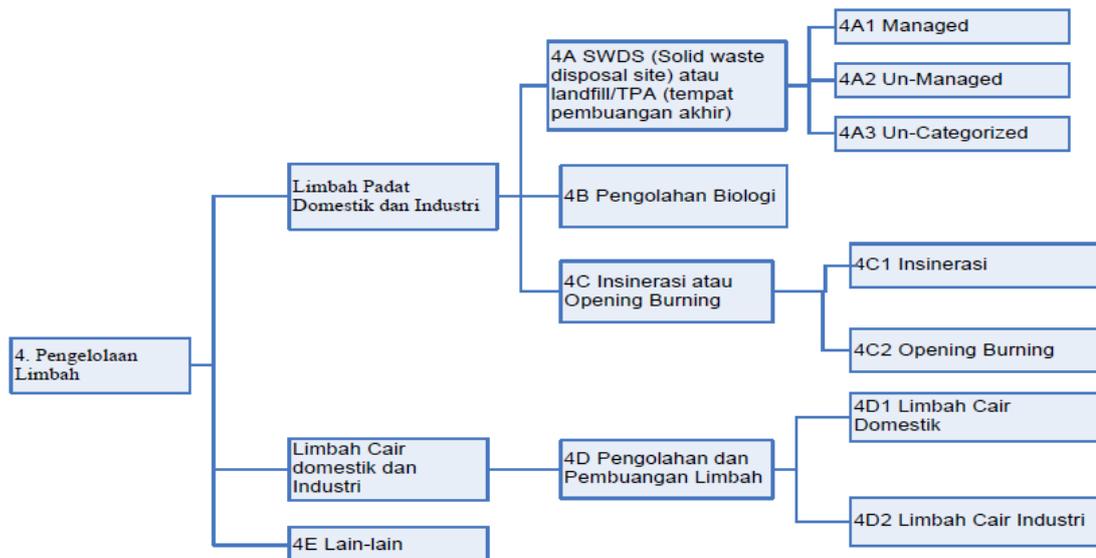
Gambar 7. 11 Perubahan luasan lahan hutan kering sekunder pada periode 2013-2016 di Kota Yogyakarta

BAB 8 PENGELOLAAN LIMBAH

8.1. Overview Pengelolaan Limbah

Limbah termasuk salah satu obyek utama dalam sebuah kajian atau penelitian lingkungan. Menurut kaidah Hukum Termodinamika, mengenai kekekalan energi dan entropi, pada dasarnya tidak akan pernah ada aktivitas yang mengkonsumsi energi tanpa menimbulkan limbah sebagai produk sisa atau produk sampingannya (entropi).

Limbah dalam konteks ini merujuk pada gas emisi, yang merupakan produk sisa aktivitas yang mengkonsumsi energi. Namun, limbah dalam kategori ini adalah limbah yang diproduksi dari suatu aktivitas metabolisme atau sisa dari proses produksi atau sisa dari suatu akumulasi kegiatan (misalnya limbah domestik). Limbah di sini lebih spesifik, tidak lagi membicarakan produk sisa dari pembakaran. Pada Gambar 8.1 berikut ini disampaikan skema sederhana kategori sumber-sumber utama emisi GRK dari pengelolaan limbah.



Gambar 8. 1 Kategori Sumber Utama Emisi GRK dari Kegiatan Pengelolaan Limbah

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup, 2012

Logikanya menjadi sederhana jika makna limbah dalam kategori ini terbatas. Limbah tersebut jumlahnya akan terbatas dan terpengaruh oleh intensitas atau jumlah penghasil limbah tersebut. Kenaikan pada tingkatan aktivitas atau populasi aktivitas yang memproduksi limbah, secara sederhana akan meningkatkan kuantitas limbah tersebut di lapangan. Beban emisi akan ditentukan oleh faktor kedua yaitu pengelolaan limbah tersebut. Setiap pengelolaan berbeda akan mengembangkan atau menyusutkan nilai asli emisi pada level level tertentu. Pada paparan tersebut, akan nampak bahwa tidak

selamanya suatu pengelolaan yang disebut sebagai proses sehat akan menghasilkan limbah lebih kecil.

Pada inventarisasi emisi GRK Kota Yogyakarta, proses pengelolaan limbah akan dibagi dalam 3 aktivitas utama (berdasarkan ketersediaan data) yaitu: (1) tempat pembuangan akhir limbah padat (TPA), (2) sanitasi dan pengolahan limbah domestik. Berikut adalah review umum hasil perhitungan beban emisi keseluruhan variabel pada kategori kunci pengelolaan limbah (lihat Tabel 8.1)

Tabel 8. 1 Beban emisi kategori pengelolaan limbah di Kota Yogyakarta

No	Sub Kategori (sumber emisi)	Beban emisi (ton/tahun)		
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1	TPA (<i>landfill</i>)	0	2.216,14	0
2	Sanitasi Domestik	0	2.403,30	12,63
Total Kategori pengelolaan		0	4.619,44	12,63

Sumber : data diolah, 2017

Pada kategori ini, variabel emisi dengan nilai beban tertinggi adalah CH₄ atau metana. Hal ini disebabkan karena produksi atau emisi metana mendominasi pada keseluruhan aktivitas yang diinventarisasi. Nilai yang dihasilkan pun cenderung cukup besar pada setiap aktivitas tersebut. Nilai beban emisi untuk variabel CH₄ adalah 4.619,46 ton/tahun. Untuk variabel N₂O nilai beban emisinya sebesar 12,63 ton/tahun.

8.2. Tempat Pembuangan Akhir Sampah (*Solid Waste*)

Pembuangan limbah padat di tempat pembuangan akhir (TPA) atau *landfill* limbah padat, yang di dalam IPCC 2006 Guideline disebut sebagai *solid waste disposal site* (SWDS), mencakup TPA/*landfill* untuk limbah padat domestik (sampah kota), limbah padat industri, limbah sludge/lumpur industri, dan lain-lain.

TPA dibedakan menjadi: (1) *Managed SWDS* (TPA yang dikelola/*control landfill/sanitary landfill*); (2) *Un-managed SWDS* (TPA yang tidak dikelola atau *open dumping*); dan (3) *Uncategorized SWDS* (TPA yang tidak dapat dikategorikan sebagai *managed* maupun *un-managed SWDS* karena termasuk pada kualifikasi diantara keduanya).

Limbah padat yang umumnya dibuang di SWDS adalah sebagai berikut:

- Sampah padat domestik (sampah kota) atau *municipal solid waste* (MSW);
- Limbah padat industri (bahan berbahaya dan beracun/B3) maupun non-B3), yaitu misalnya *bottom ash* pembangkit listrik, limbah lumpur/*sludge* instalasi pengolahan limbah (IPAL), limbah padat industri agro (cangkang sawit/*Empty Fruit Bunch/EFB*), dan lain-lain yang umumnya dibuang pada *control landfill* (*managed SWDS*);
- Limbah padat lainnya (*other waste*), yaitu *clinical waste* (limbah padat rumah sakit, laboratorium uji kesehatan, dan lain-lain), *hazardous waste*, dan *construction and demolition* (limbah konstruksi dan bongkaran bangunan), dan lain-lain;
- Agricultural waste* (tidak dikelompokkan dalam sampah ini, dibahas dalam AFOLU).

8.3. Sanitasi dan Pengolahan Limbah Domestik

Pola sanitasi masyarakat tidak hanya berpengaruh pada kondisi kesehatan lingkungan, namun juga menentukan beban emisi yang ditanggung oleh suatu wilayah akibat aktivitas ini. Beban emisi yang dihasilkan oleh aktivitas sanitasi hanyalah variabel CH₄ atau metana. Karakter aktivitas ini cenderung mirip dengan emisi pada aktivitas peternakan. Data aktivitas utama dalam perhitungan emisi ini adalah populasi Kota Yogyakarta. Data tersebut dilengkapi dengan fraksi kawasan di Kota Yogyakarta dan model sanitasi masyarakat untuk menyesuaikan faktor emisi yang digunakan.

Model sanitasi masyarakat di Kota Yogyakarta terbagi dalam 4 kategori utama yaitu: (1) *septic tank*, (2) cubluk, (3) *sewer* dan (4) sembarangan. Sistem sanitasi yang sehat dan modern umumnya adalah *septic tank*. Cubluk dan *sewer* disebut sebagai sistem sanitasi sederhana. Sedangkan sistem sanitasi yang dibuang sembarangan sama artinya dengan belum memiliki sistem sanitasi. Berikut adalah sekilas deskripsi pada masing-masing sistem sanitasi tersebut :

1. *Septic tank*, merupakan sistem sanitasi dengan perlakuan pada limbah domestik yang dihasilkan. Pada sistem ini, separuh dari BOD yang dihasilkan akan tertinggal pada tangki perlakuan. Nilai *methane correction factor* (MCF) 0,5 (IPCC, 2006 Chapter 6 Wastewater). Dalam perspektif kesehatan, sistem ini dianggap sebagai sistem yang paling baik (sehat), terutama jika pembangunan memenuhi persyaratan/standar yang ditentukan.
2. Cubluk, tangki pemuatan limbah pada cubluk atau *latrine* dibuat lebih sederhana dibandingkan *septic tank*. Kapasitasnya biasanya lebih kecil dan lebih layak untuk lokasi yang relatif kering. Biasanya untuk rumah tangga dengan jumlah anggota 3-5 orang. Nilai MCF nya 0,1 (IPCC, 2006). Namun, karena daya muat yang kecil, model ini akan lebih sering dan konsisten dikosongkan, BOD yang tertinggal relatif lebih kecil dibandingkan *septic tank*.
3. *Sewer* adalah sistem sanitasi yang terbuka dan langsung terpapar sehingga suhunya relatif hangat. Beberapa tipe *sewer* langsung mengalirkan kotoran melalui saluran atau selokan selokan khusus. Karena terbuka dan terpapar panas, maka emisi CH₄ dari sistem ini adalah yang paling besar. *Sewer* adalah sistem sanitasi paling tradisional. Nilai MCFnya mencapai 0,6 (IPCC, 2006).
4. Sembarangan. Sanitasi ini tidak bisa disebut sebagai sebuah sistem karena limbah akan langsung dibuang ke alam tanpa menggunakan perangkat atau saluran khusus. Sehingga lebih tepat disebut sebagai sistem sanitasi tanpa perlakuan. Karena tanpa perlakuan dan biasanya pada air permukaan mengalir (contoh: sungai), maka nilai MCF akan menjadi relatif tinggi sebab limbah akan mengalir bersama aliran alami tersebut. Nilai MCF model ini adalah 0,6 (IPCC, 2006). Meski memiliki nilai emisi paling kecil, sistem ini sangat buruk ditinjau dari aspek kesehatan lingkungan.

Tabel 8.2 adalah detail data aktivitas yang dipergunakan untuk menghitung beban emisi dari aktivitas sanitasi domestik.

Tabel 8. 2 Data aktivitas sanitasi domestik Kota Yogyakarta

No	Jenis Aktivitas	Nilai	Satuan
1	Populasi (2016)*	411.282	Jiwa
2	Fraksi populasi**		
	➤ Pedesaan	0	Persen (%)
	➤ Kota pendapatan tinggi	-	
	➤ Kota pendapatan rendah	-	
3	Fraksi pengolahan limbah domestik***		
	➤ Septic tank	85,62	Persen (%)
	➤ Cubluk	1,36	
	➤ Sewer/IPAL	13,03	
	➤ Sembarangan	0,00	

Sumber: <http://www.stbm-indonesia.org/monev/>

Tabel 8.2 menyajikan fraksi pengolahan limbah domestik di Kota Yogyakarta didominasi oleh *septic tank* (85,62%) dan terendah adalah sembarangan hanya (0,00%). Masyarakat yang membuat limbah domestik dengan cubluk masih ditemukan, bahan nilainya berada di atas penggunaan sembarangan yaitu sebesar (1,36%).

Pada perhitungan beban emisi sanitasi domestik selain digunakan faktor emisi, digunakan pula faktor konversi untuk menentukan massa limbah yang dihasilkan setiap individu. Berat limbah tersebut berwujud kg BOD/orang/hari, yang akan menjadi basis perhitungan emisi sanitasi domestik. Koefisien nasional untuk BOD setiap individu adalah sebesar 0,04 kg/orang/hari. Berikut adalah paparan kedua faktor tersebut (Tabel 8.3).

Tabel 8. 3 Faktor konversi dan faktor emisi perhitungan beban emisi CH₄ (metana) sanitasi domestik

Jenis koefisien perhitungan	Nilai	Satuan
Faktor konversi		
BOD/orang	0,04	Kg/orang/hari
Ambang batas limbah industri	1,25	
<i>Total organic waste</i> (TOW)	7.505.896,5	Kg BOD/tahun
Faktor koreksi metana		
<i>Septic tank</i>	0,5	
Cubluk	0,1	
<i>Sewer</i>	0,6	
Sembarangan	0,6	
Faktor emisi		
<i>Septic tank</i>	0,3	Kg CH ₄ /kg BOD
Cubluk	0,06	Kg CH ₄ /kg BOD
<i>Sewer</i>	0,48	Kg CH ₄ /kg BOD
Sembarangan	0,06	Kg CH ₄ /kg BOD

Selain menghasilkan emisi variabel CH₄, sanitasi domestik juga menghasilkan emisi N₂O (dinitrogen oksida). Basis perhitungan emisi N₂O berbeda dengan CH₄ karena menggunakan dasar konsumsi protein perkapita untuk dikalikan dengan jumlah populasi. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia/SNI, konsumsi protein perkapita bernilai 17,76 kg/orang/tahun. Berikut ini adalah faktor konversi dan faktor emisi yang digunakan (Tabel 8.4).

Tabel 8. 4 Faktor konversi dan faktor emisi perhitungan beban emisi N₂O (dinitrogen oksida) sanitasi domestik

Jenis koefisien perhitungan	Nilai	Satuan
Konsumsi protein per kapita	17,76	Kg/orang/tahun
Faktor protein tidak dikonsumsi masuk dalam limbah	1,1	
Faktor protein <i>co discharged</i> limbah industri & komersial	1,25	
Fraksi nitrogen dalam protein	0,16	
Faktor emisi	0,005	Kg N ₂ O-N/kg N

Berikut ini adalah hasil perhitungan beban emisi aktivitas sanitasi domestik Kota Yogyakarta pada tahun 2016 (Tabel 8.5)

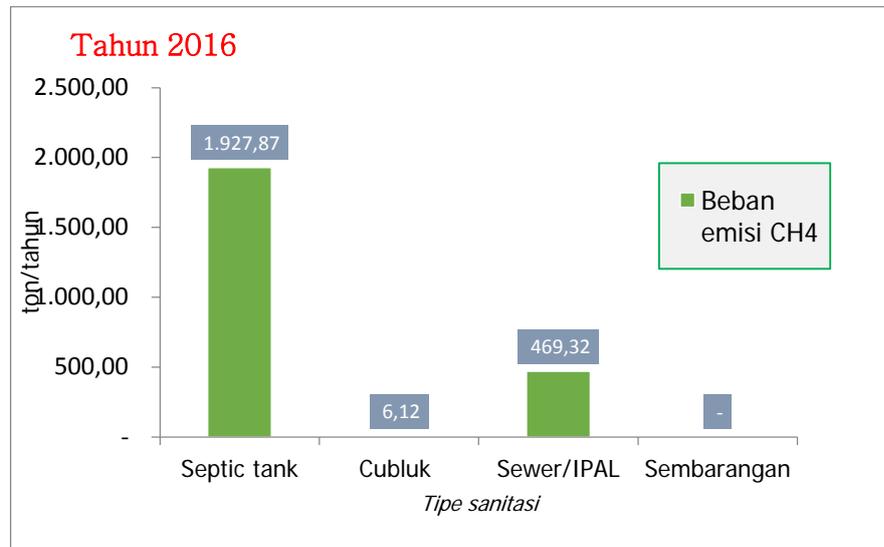
Tabel 8. 5 Beban emisi kategori kunci pengelolaan limbah pada aktivitas sanitasi domestik di Kota Yogyakarta

No	Jumlah Populasi	Beban emisi CH ₄ sanitasi domestik	Beban emisi N ₂ O sanitasi domestik	
		Jumlah emisi tahunan (ton/tahun)	Nitrogen dalam efluen yang dilepas ke lingkungan (kg N/tahun)	Beban emisi N ₂ O (ton/tahun)
1	411.282	2.403,30	1.606.961,03	12,63

Untuk keseluruhan beban emisi CH₄ dari aktivitas sanitasi domestik Kota Yogyakarta, berdasarkan hasil perhitungan diperoleh besarnya beban emisi CH₄ sebesar 2.403,30 ton/tahun. Namun, terdapat pembagian emisi CH₄ berdasarkan jenis sanitasi yang digunakan seperti disajikan pada Tabel 8.6 berikut.

Tabel 8. 6 Beban emisi CH₄ sanitasi domestik Kota Yogyakarta berdasarkan jenis sanitasi yang digunakan

Beban emisi tahunan Sanitasi domestik (ton CH ₄ /tahun)			
Septic tank	Cubluk	Sewer	Sembarangan
1,927.87	6.12	469.32	-



Gambar 8. 2 Komposisi beban emisi CH₄ berdasarkan tipe sanitasinya di Kota Yogyakarta

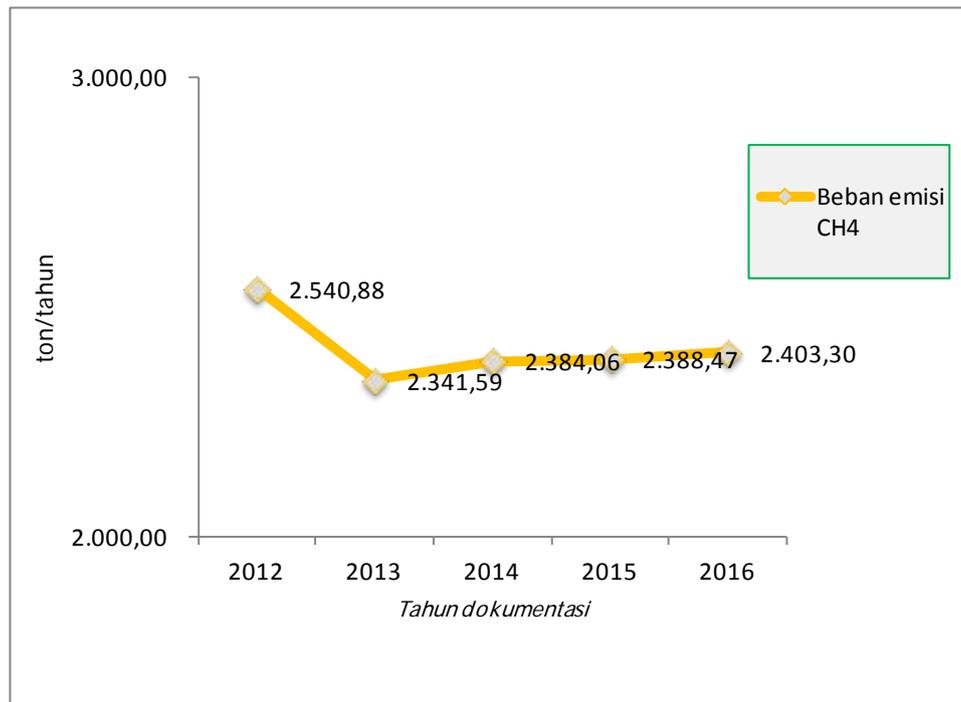
Berdasarkan jenis sanitasinya, Gambar 8.2 menunjukkan emisi CH₄ terbesar dihasilkan oleh sistem sanitasi *septic tank* bernilai 1.927,87 ton/tahun, berikutnya adalah cubluk dan *sewer* dengan nilai yang tidak berbeda secara signifikan. Emisi CH₄ terendah dihasilkan oleh sistem sanitasi yang dibuang sembarangan atau tanpa perlakuan, nilainya 0,00 ton/tahun. Untuk variabel N₂O dari aktivitas sanitasi domestik Kota Yogyakarta adalah 12,63 ton/tahun.

Emisi dari variabel CH₄ adalah yang paling dominan dihasilkan oleh aktivitas sanitasi domestik. Variabel N₂O juga demikian, tetapi tidak sebesar variabel CH₄. Berikut adalah Tabel 8.7 hasil perhitungan beban emisi pada periode 2010-2014.

Tabel 8. 7 Tren dinamika beban emisi CH₄ dan N₂O Kota Yogyakarta 2010-2014

Tahun Dokumentasi	Beban Emisi CH ₄ (Ton/Tahun)	Beban Emisi N ₂ O (ton/tahun)
2012	2.540,88	13,63
2013	2.341,59	12,51
2014	2.384,06	12,69
2015	2.388,47	12,61
2016	2.403,30	12,63

Sumber : data diolah, 2017



Gambar 8. 3 Fluktuasi beban emisi CH₄ Kota Yogyakarta periode 2012 - 2016

Gambar 8.3 memperlihatkan kondisi penurunan beban emisi CH₄ dari 2012 sebesar 2.540,88 ton/tahun menjadi 2.403,30 ton/tahun pada 2016. Demikian halnya dengan beban emisi N₂O mengalami penurunan dari 13,63 ton/tahun pada tahun 2012 menjadi 12,63 ton/tahun pada 2016 (sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 8.9).

BAB 9

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

9.1. Kesimpulan

Mengacu pada tujuan yang hendak dicapai dari kegiatan ini, hasil inventarisasi emisi GRK di Kota Yogyakarta memberikan ilustrasi sebagai berikut:

3. Berdasarkan kategori kunci GRK IPCC, terdapat 4 kelompok dengan masing masing sumber emisi potensial sebagai berikut :
 - e. Kategori penggunaan energi berturut turut adalah konsumsi listrik, transportasi jalan raya, bahan bakar rumah tangga (domestik) dan industri
 - f. Proses industri hanya dari pelumas (sesuai data) dan dianggap tidak signifikan
 - g. AFOLU berturut turut adalah aplikasi urea, peternakan dan pembakaran biomassa
 - h. Pengelolaan limbah berturut turut adalah pembakaran sampah, sanitasi domestik dan landfill (TPA)
4. Berdasarkan kategori kunci emisi GRK tersebut di atas, beban emisi Kota Yogyakarta adalah sebagai berikut :
 - e. **Kategori penggunaan energi**; variabel karbondioksida (CO_2) sebesar 1.037.784,78 ton/tahun, variabel metana (CH_4) sebesar 119,26 ton/tahun dan variabel dinitrogen oksida (N_2O) sebesar 21,03 ton/tahun. Nilai emisi tertinggi CO_2 adalah konsumsi listrik, CH_4 adalah transportasi jalan raya dan N_2O komersial dan perkantoran.
 - f. **Kategori proses industri** hanya variabel karbondioksida dri penggunaan pelumas sebesar 16.075,08 ton/tahun
 - g. **Kategori AFOLU**; variabel karbondioksida sebesar 30,80 ton/tahun, variabel metana sebesar 24,70 ton/tahun dan N_2O sebesar 1,75 ton/tahun. Kontributor terbesar CO_2 adalah aplikasi urea, untuk CH_4 adalah peternakan dan N_2O adalah peternakan.
5. **Kategori pengelolaan limbah**; variabel CH_4 sebesar 4.619,44 ton/tahun dan variabel N_2O sebesar 12,63 ton/tahun. Kontributor terbesar CH_4 dan N_2O dari sanitasi domestik.

9.2. Rekomendasi

Permasalahan emisi GRK dan lingkungan secara umum bersifat sangat kompleks, saling berkait dan sensitif. Isu GRK sebenarnya selaras dengan perkembangan kebutuhan antropogenik, yakni dampak dari aktivitas kegiatan yang sangat erat hubungannya manusia sebagai akibat dari penambahan

populasi dan perubahan gaya hidup. Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan yang telah diuraikan di atas, rekomendasi diarahkan pada formulasi kebijakan untuk memperkuat mekanisme pengawasan dan pengendalian kualitas udara di Kota Yogyakarta. Selain itu, rekomendasi berikut ini diharapkan dapat menjadi masukan dalam penyusunan program pengendalian kualitas udara yang dituangkan secara formal dalam perencanaan resmi pemerintah, yaitu Rencana Pembangunan Jangka Menengah.

Rekomendasi yang dapat diajukan terkait upaya reduksi emisi GRK dan manajemen kualitas udara di Kota Yogyakarta dengan melibatkan masyarakat adalah:

- a. konversi bahan bakar ramah lingkungan,
- b. penggiatan metode aktivitas ramah lingkungan (3R, larangan pembakaran sampah, penggunaan moda kendaraan umum, *green agriculture* dll),
- c. penggunaan energi secara bijaksana, dan
- d. monitoring terhadap kualitas udara secara rutin.

Guna memberikan panduan bagi masing-masing Organisasi dan Perangkat Daerah di lingkungan Pemerintahan Kota Yogyakarta dalam upaya reduksi emisi GRK dan manajemen kualitas udara, berdasarkan butir-butir rekomendasi tersebut di atas kiranya dapat disusun rencana aksi sebagaimana disajikan Tabel 9.1 berikut ini.

Tabel 9. 1 Rekomendasi Umum dalam Rencana Aksi Penurunan Emisi GRK

Kategori kunci	Aktivitas	Sasaran	Instansi menyelenggarakan
Pengadaan dan penggunaan energi	Konsumsi listrik	Efisiensi Energi: penggunaan Lampu CFL (4 bintang), penggunaan lampu LED untuk penerangan jalan	PLN, DLH Kota Yogyakarta, Bappeko Yogyakarta
		Kampanye penyelenggaraan <i>earth hour</i>	DLH Kota Yogyakarta
	Transportasi jalan raya	Penyelenggaraan survey LHR berkala	Dinas Perhubungan
		Pengadaan alat pengukuran emisi kendaraan, alat pemantau udara dan peremajaan alat uji KIR	Dinas Perhubungan, DLH Kota Yogyakarta
	Pengukuran udara ambien dan uji emisi transportasi secara berkala baik di lapangan (jalan) atau KIR	Dinas Perhubungan, DLH Kota Yogyakarta	
	Penggiatan penyelenggaraan <i>Car Free Day</i> (bukan hanya <i>car free hour</i>)	Dinas Perhubungan, Dinas Pariwisata	
	Penambahan moda transportasi umum, peremajaan angkutan umum	Dinas Perhubungan, Asosiasi pengusaha transportasi umum	
	Mendorong industri untuk menyediakan transportasi umum bagi karyawan	Dinas Perhubungan, DLH Kota Yogyakarta dan Dinas	

Kategori kunci	Aktivitas	Sasaran	Instansi menyelenggarakan
		Kampanye dan penyelenggaraan jalur aman <i>bike to school</i> dan <i>bike to work</i>	Perindustrian Dinas Perhubungan, Satlantas, Dinas Pendidikan, keseluruhan instansi Pemkot Yogyakarta
		Andalalin: Zona Kawasan Kota Yogyakarta	Dinas PU, Dinas Perhubungan
Bahan bakar rumah tangga		Konversi energi ke penggunaan LPG 100%	Dinas ESDM, DLH Kota Yogyakarta
		Reduksi penggunaan kayu sebagai bahan bakar	Dinas ESDM, DLH Kota Yogyakarta
		Optimasi pemanfaatan biogas atau energi alternatif lain sesuai potensi yang tersedia	Dinas ESDM, Dinas Pertanian, Dinas Peternakan, DLH Kota Yogyakarta
Industri		Pelengkapan dokumen data aktivitas industri, pengelompokkan industri dan detail produksi	Dinas Perindustrian, DLH Kota Yogyakarta,
		Pemantauan kualitas udara ambien secara berkala	DLH Kota Yogyakarta
		Konversi penggunaan energi ramah lingkungan	Dinas ESDM, Dinas Perindustrian, DLH

Kategori kunci	Aktivitas	Sasaran	Instansi menyelenggarakan
Proses Industri AFOLU		Optimasi CSR perusahaan untuk pengelolaan dan perbaikan lingkungan	Kota Yogyakarta Dinas Perindustrian, DLH Kota Yogyakarta
		Pengadaan moda transportasi umum untuk karyawan	Dinas Perindustrian, DLH Kota Yogyakarta
	Pasar tradisional	Reduksi penggunaan bahan bakar non LPG di area pasar Konversi teknologi pada peralatan yang digunakan	Dinas Pasar Dinas Pasar
	Penggunaan pelumas	Secara spesifik tidak ada rekomendasi tentang ini kecuali terkait dengan rekomendasi umum industri, terutama pelengkapan dokumentasi kegiatan	-
	Peternakan	Optimasi pemanfaatan kembali limbah ternak untuk kegiatan positif lain, misalnya : pembuatan pupuk organik, pengadaan energi alternatif	Dinas Peternakan, DLH Kota Yogyakarta
	Aplikasi urea	Reduksi aplikasi urea pertanian, digantikan dengan pupuk organik	Dinas Pertanian
	Pengolahan sawah	Penyelenggaraan pelatihan <i>green agriculture</i>	Dinas Pertanian, DLH Kota Yogyakarta
	Pengolahan lahan Pembakaran Biomassa	Penyuluhan untuk tidak membuka lahan dengan pembakaran Pelatihan pemanfaatan limbah pertanian	Dinas Pertanian Dinas Pertanian Dinas Pertanian Dinas Kehutanan, BPBD Kota Yogyakarta, otoritas pengelola taman nasional dan perkebunan

Penyusunan Profil dan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Yogyakarta

Kategori kunci	Aktivitas	Sasaran	Instansi menyelenggarakan	
Pengelolaan limbah	Pembakaran sampah	Reduksi pembakaran sampah melalui penyusunan larangan pembakaran sampah	pemerintah DLH Kota Yogyakarta, Dinas Kesehatan	
		Penambahan sarana dan trayek pengangkutan sampah ke TPA	Dinas PU	
	TPA (<i>landfill</i>)	Upgrading proses pengolahan sampah di TPA	UPTD TPA, Dinas PU, DLH Kota Yogyakarta	
		Penggiatan program 3R (<i>reduce, reuse</i> dan <i>recycle</i>)	DLH Kota Yogyakarta	
		Inisiasi bank sampah masyarakat	DLH Kota Yogyakarta	
	Sanitasi domestik		Penyuluhan dan pelatihan masyarakat untuk memilah jenis sampah	DLH Kota Yogyakarta
			Konversi sistem sanitasi untuk memenuhi kesehatan lingkungan	Dinas Kesehatan
			Pemanfaatan limbah domestik sebagai bahan bakar alternatif	DLH Kota Yogyakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Lingkungan Hidup. 2014. *Pedoman Kebijakan Dampak Perubahan Iklim Pemerintah Kota Yogyakarta 2014*, Yogyakarta: Badan Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta.
- Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Boyolali dan Program Studi S3 Ilmu Lingkungan UNS. 2016. *Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca Kabupaten Boyolali*: Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Boyolali
- Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta. 2017. *Yogyakarta Dalam Angka Tahun 2017*. Yogyakarta: BPS Kota Yogyakarta.
- EMEP/EEA Corinair. 2013. *Air Pollutant Emission Inventory Guidebook*. Luxembourg: Publication Office of The European Union
- IPCC. 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Hayama, Japan: Institute for The Global Environmental Strategies
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi GRK Nasional*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2014. *Status lingkungan hidup Indonesia 2013*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia.
- Pustral UGM. 2013. *Penyusunan Inventarisasi Emisi dan Penghitungan Beban Emisi Pencemar di Kota Yogyakarta*. Yogyakarta: Pustral UGM.
- Suhadi, D.R., Febrina, A.S., Setyono, P., Himawan,W., Pramadhony, Mahalana, A., Zakaria, M., Krisnawaty, L., Tambun, J.H., Harsono, Rena, T., Darajat, R., dan R.M. Rumapea. 2013. *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemaran Udara di Perkotaan*. Jakarta : Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang *Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*
- Undang Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2007 tentang Mitigasi
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 71 Tahun 2011 tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca
- <http://www.stbm-indonesia.org/monev/>
- <https://jogjakota.bps.go.id/KegiatanLain/view/id/2> diakases tanggal 30 November 2017

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Jumlah Pelanggan Listrik

Tahun 2012

NO.	SEKTOR KEGIATAN	JUMLAH
1	Gedung Pemerintah	863
2	Rumah Tangga	165.535
3	Sosial	4.586
4	Usaha dan Hotel	16.784
5	Industri	162
6	Penerangan Jalan	1.099
7	Lainnya	354
	JUMLAH	189.383

Catatan : Rayon Yogyakarta, Banguntapan, Depok

Sumber PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta

Lampiran 2. Data Jumlah Pelanggan Listrik

Tahun 2013

NO.	SEKTOR KEGIATAN	JUMLAH
1	Gedung Pemerintah	883
2	Rumah Tangga	171.976
3	Sosial	4.776
4	Usaha dan Hotel	17.639
5	Industri	162
6	Penerangan Jalan	1.155

NO.	SEKTOR KEGIATAN	JUMLAH
7	Lainnya	469
	JUMLAH	197.060

Catatan : Rayon Yogyakarta, Banguntapan, Depok

Sumber PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta

Lampiran 3. Data Jumlah Pelanggan Listrik

Tahun 2014

NO.	SEKTOR KEGIATAN	JUMLAH
1	Gedung Pemerintah	905
2	Rumah Tangga	177.777
3	Sosial	4.924
4	Usaha dan Hotel	19.206
5	Industri	165
6	Penerangan Jalan	1.193
7	Lainnya	15
	JUMLAH	204.185

Catatan : Rayon Yogyakarta, Banguntapan, Depok

Sumber PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta

Lampiran 4. Data Konsumsi dan Jumlah Pelanggan Listrik

Tahun 2015

NO.	SEKTOR KEGIATAN	KONSUMSI TAHUNAN (kVA)	KONSUMSI TAHUNAN (kWh)	JUMLAH PELANGGAN
1	Gedung Pemerintah	23.860.350	32.643.281	56.503.631

NO.	SEKTOR KEGIATAN	KONSUMSI TAHUNAN (kVA)	KONSUMSI TAHUNAN (kWh)	JUMLAH PELANGGAN
2	Rumah Tangga	235.946.750	420.977.930	656.924.680
3	Sosial	70.232.850	124.992.928	195.225.778
4	Usaha dan Hotel	208.906.150	364.595.191	573.501.341
5	Industri	18.455.500	36.451.188	54.906.688
6	Penerangan Jalan	6.113.795	14.494.346	20.608.141
7	Lainnya	2.200	492.333	494.533
	JUMLAH	563.517.595	994.647.197	1.558.164.792

Catatan : Rayon Yogyakarta, Banguntapan, Depok

Sumber PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta

Lampiran 5. Data Konsumsi dan Jumlah Pelanggan Listrik

Tahun 2016

NO.	SEKTOR KEGIATAN	KONSUMSI TAHUNAN (kVA)	KONSUMSI TAHUNAN (kW)	JUMLAH PELANGGAN
1	Gedung Pemerintah	24.926.600	35.826.259	60.752.859
2	Rumah Tangga	250.000.500	441.858.601	691.859.101
3	Sosial	77.986.650	139.930.425	217.917.075
4	Usaha dan Hotel	235.668.450	424.319.741	659.988.191
5	Industri	18.560.000	37.551.835	56.111.835
6	Penerangan Jalan	6.399.245	14.318.379	20.717.624
7	Lainnya	2.200	1.067.538	1.069.738
	JUMLAH	613.543.645	1.094.872.778	1.708.416.423

Catatan : Rayon Yogyakarta, Banguntapan, Depok

Sumber PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta

Lampiran 5. Data Konsumsi dan Jumlah Pelanggan Listrik

Tahun (sd. oktober 2017)

NO.	SEKTOR KEGIATAN	KONSUMSI TAHUNAN (kVA)	KONSUMSI TAHUNAN (kW)	JUMLAH PELANGGAN
1	Gedung Pemerintah	25.806.250	26.030.517	51.836.767
2	Rumah Tangga	261.469.050	315.512.524	576.981.574
3	Sosial	82.292.950	101.635.610	183.928.560
4	Usaha dan Hotel	247.013.250	328.344.939	575.358.189
5	Industri	18.944.400	24.580.953	43.525.353
6	Penerangan Jalan	6.459.095	10.774.110	17.233.205
7	Lainnya	79.200	299.381	378.581
	JUMLAH	642.064.195	807.178.034	1.449.242.229

Catatan : Rayon Yogyakarta, Banguntapan, Depok

Sumber PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta

Lampiran 7. Data Jumlah Pelanggan Listrik

Tahun (sd. oktober 2017)

NO.	SEKTOR KEGIATAN	KONSUMSI TAHUNAN (kVA)	JUMLAH PELANGGAN
1	Gedung Pemerintah	18.631.700	803
2	Rumah Tangga	130.238.500	103.705
3	Sosial	54.812.450	3.759

NO.	SEKTOR KEGIATAN	KONSUMSI TAHUNAN (kVA)	JUMLAH PELANGGAN
4	Usaha dan Hotel	142.732.000	13.906
5	Industri	15.261.900	128
6	Penerangan Jalan	4.819.232	1.123
7	Lainnya	1.926.300	184
	JUMLAH	368.422.082	123.608

Catatan: Data Rayon Kota Yogyakarta

Sumber PT. PLN (Persero) APJ Yogyakarta

Lampiran 8. Volume dan Nilai Penggunaan Bahan Bakar Industri Besar Sedang di Kota Yogyakarta 2015

KBLI 2 Digit	Bensin		Solar		Minyak Tanah		Batubara		LPG		BBM Lain	Pelumas	
	Liter	(000 Rp)	Liter	(000 Rp)	Liter	(000 Rp)	Liter	(000 Rp)	Liter	(000 Rp)	Liter	Liter	(000 Rp)
10	928.109	8.110.278	4.328.461	37.872.761	22.985	183.084	9.042.022	29.929.094	69.424	1.460.960	8.930.009	2.160	90.007
12	12.025	92.380	19.478	134.400	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	1.429.101	12.500.672	57.251	499.778	42.147	288.361	1.668.881	5.585.825	575.553	19.345.329	414.111	103.376	4.323.436
14	248.144	2.168.788	221.301	1.936.374	76	609	20.147	67.349	678	26.979	12.110	4.479	188.319
15	780	5.109	3.359	31.015	10.560	84.480	0	0	0	0	0	3.338	70.742
16	14.860	130.025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229	9.602
18	178.317	1.528.348	8.507	70.178	1.160	10.196	0	0	2.598	83.782	0	2.209	93.103
20	144.109	1.260.954	195.830	1.713.516	0	0	0	0	0	0	0	1.851	77.730
21	0	0	0	0	0	0	0	0	288	3.108	0	0	0
23	1.242	10.868	1.619	14.170	0	0	0	0	0	0	0	299	12.546
25	25.465	218.180	105.828	922.995	0	0	0	0	7.906	187.245	1.170.136	27.982	1.175.218
28	65.002	422.515	121.032	684.437	0	0	0	0	3.808.960	41.400.581	0	2.115.847	51.064.397
31	8.415	70.245	686.862	5.999.087	0	0	0	0	801	4.550	0	411	15.021
32	62.712	544.211	3.574	25.196	138	1.094	0	0	38.069	298.156	25.527	1.703	65.772
33	626	5.478	1.407	12.313	688	5.470	0	0	0	0	0	261	10.954
Total	3.118.907	27.068.051	5.754.509	49.916.220	77.754	573.294	10.731.050	35.582.268	4.504.277	62.810.690	10.551.893	2.264.145	57.196.847

Sumber : BPS Kota Yogyakarta

Lampiran 9. Data Konsumsi Bahan Bakar Lokomotif Kereta Penumpang 2017

KATEGORI	No.	NAMA KERETA	DARI STASIUN	KE STASIUN	JENIS LOKOMOTIF	JENIS BAHAN BAKAR	Standar Konsumsi (l/km)
KERETA API PENUMPANG	1	ARGO DWIPANGGA	GAMBIR	SOLO BALAPAN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	2	ARGO DWIPANGGA	SOLO BALAPAN	GAMBIR	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	3	ARGO LAWU	GAMBIR	SOLO BALAPAN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	4	ARGO LAWU	SOLO BALAPAN	GAMBIR	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	5	ARGO WILIS	BANDUNG	SURABAYA GUBENG	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	6	ARGO WILIS	SURABAYA GUBENG	BANDUNG	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	7	TAKSAKA PAGI	GAMBIR	YOGYAKARTA	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	8	TAKSAKA PAGI	YOGYAKARTA	GAMBIR	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	9	TAKSAKA MALAM	GAMBIR	YOGYAKARTA	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	10	TAKSAKA MALAM	YOGYAKARTA	GAMBIR	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	11	TURANGGA	BANDUNG	SURABAYA GUBENG	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	12	TURANGGA	SURABAYA GUBENG	BANDUNG	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	13	BIMA	GAMBIR	MALANG	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	14	BIMA	MALANG	GAMBIR	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	15	GAJAYANA	GAMBIR	MALANG	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	16	GAJAYANA	MALANG	GAMBIR	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	17	LODAYA	BANDUNG	SOLO BALAPAN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	18	LODAYA	SOLO BALAPAN	BANDUNG	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	19	LODAYA	BANDUNG	SOLO BALAPAN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	20	LODAYA	SOLO BALAPAN	BANDUNG	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	21	SANCAKA	YOGYAKARTA	SURABAYA GUBENG	CC 203	HSD (Solar)	2,4

Penyusunan Profil dan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Yogyakarta

KATEGORI	No.	NAMA KERETA	DARI STASIUN	KE STASIUN	JENIS LOKOMOTIF	JENIS BAHAN BAKAR	Standar Konsumsi (l/km)
	22	SANCAKA	SURABAYA GUBENG	YOGYAKARTA	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	23	SANCAKA	YOGYAKARTA	SURABAYA GUBENG	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	24	SANCAKA	SURABAYA GUBENG	YOGYAKARTA	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	25	MALABAR	BANDUNG	MALANG	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	26	MALABAR	MALANG	BANDUNG	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	27	MALIOBORO EKSPRESS	YOGYAKARTA	MALANG	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	28	MALIOBORO EKSPRESS	MALANG	YOGYAKARTA	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	29	MALIOBORO EKSPRESS	YOGYAKARTA	MALANG	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	30	MALIOBORO EKSPRESS	MALANG	YOGYAKARTA	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	31	RANGGAJATI	CIREBON	JEMBER	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	32	RANGGAJATI	JEMBER	CIREBON	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	33	MUTIARA SELATAN	BANDUNG	MALANG	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	34	MUTIARA SELATAN	MALANG	BANDUNG	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	35	SRITANJUNG	LEMPUYANGAN	BANYUWANGI	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	36	SRITANJUNG	BANYUWANGI	LEMPUYANGAN	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	37	LOGAWA	PURWOKERTO	JEMBER	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	38	LOGAWA	JEMBER	PURWOKERTO	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	39	SENJA UTAMA SOLO	PASARSENEN	SOLO BALAPAN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	40	SENJA UTAMA SOLO	SOLO BALAPAN	PASARSENEN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	41	SENJA UTAMA YOGYAKARTA	PASARSENEN	YOGYAKARTA	CC 204	HSD (Solar)	2,6
	42	SENJA UTAMA YOGYAKARTA	YOGYAKARTA	PASARSENEN	CC 204	HSD (Solar)	2,6
	43	FAJAR UTAMA YOGYAKARTA	PASARSENEN	YOGYAKARTA	CC 204	HSD (Solar)	2,6
	44	FAJAR UTAMA YOGYAKARTA	YOGYAKARTA	PASARSENEN	CC 204	HSD (Solar)	2,6

Penyusunan Profil dan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Yogyakarta

KATEGORI	No.	NAMA KERETA	DARI STASIUN	KE STASIUN	JENIS LOKOMOTIF	JENIS BAHAN BAKAR	Standar Konsumsi (l/km)
	45	BANGAWAN	PASARSENEN	PURWOSARI	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	46	BENGAWAN	PURWOSARI	PASARSENEN	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	47	JAKA TINGKIR	PASARSENEN	PURWOSARI	CC 204	HSD (Solar)	2,6
	48	JAKA TINGKIR	PURWOSARI	PASARSENEN	CC 204	HSD (Solar)	2,6
	49	GAJAHWONG	PASARSENEN	LEMPUYANGAN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	50	GAJAHWONG	LEMPUYANGAN	PASARSENEN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	51	BOGOWONTO	PASARSENEN	LEMPUYANGAN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	52	BOGOWONTO	LEMPUYANGAN	PASARSENEN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	53	PROGO	PASARSENEN	LEMPUYANGAN	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	54	PROGO	LEMPUYANGAN	PASARSENEN	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	55	GAYA BARU	PASARSENEN	SURABAYA GUBENG	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	56	GAYA BARU	SURABAYA GUBENG	PASARSENEN	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	57	KRAKATAU	MERAK	BLITAR	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	58	KRAKATAU	BLITAR	MERAK	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	59	KAHURIPAN	KIARACONDONG	BLITAR	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	60	KAHURIPAN	BLITAR	KIARACONDONG	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	61	PASUNDAN	KIARACONDONG	SURABAYA GUBENG	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	62	PASUNDAN	SURABAYA GUBENG	KIARACONDONG	CC 203	HSD (Solar)	2,4
	63	JOGLOKERTO	PURWOKERTO	SOLO BALAPAN	CC 204	HSD (Solar)	2,6
	64	JOGLOKERTO	SOLO BALAPAN	PURWOKERTO	CC 204	HSD (Solar)	2,6
	65	ARGO DWIPANGGA FAKULTATIF	GAMBIR	SOLO BALAPAN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	66	ARGO DWIPANGGA FAKULTATIF	SOLO BALAPAN	GAMBIR	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	67	ARGO LAWU FAKULTATIF	GAMBIR	SOLO BALAPAN	CC 206	HSD (Solar)	2,4

Penyusunan Profil dan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Yogyakarta

KATEGORI	No.	NAMA KERETA	DARI STASIUN	KE STASIUN	JENIS LOKOMOTIF	JENIS BAHAN BAKAR	Standar Konsumsi (l/km)
	68	ARGO LAWU FAKULTATIF	SOLO BALAPAN	GAMBIR	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	69	SIDOMUKTI FAKULTATIF	YOGYAKARTA	SOLO BALAPAN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	70	SIDOMUKTI FAKULTATIF	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	71	PRAMBANAN EKSPRESS	YOGYAKARTA	KUTOARJO	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	72	PRAMBANAN EKSPRESS	YOGYAKARTA	SOLO BALAPAN	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	73	PRAMBANAN EKSPRESS	SOLO BALAPAN	KUTOARJO	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	74	PRAMBANAN EKSPRESS	KUTOARJO	SOLO BALAPAN	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	75	PRAMBANAN EKSPRESS	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	76	PRAMBANAN EKSPRESS	YOGYAKARTA	SOLO BALAPAN	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	77	PRAMBANAN EKSPRESS	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	78	PRAMBANAN EKSPRESS	KUTOARJO	SOLO BALAPAN	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	79	PRAMBANAN EKSPRESS	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	80	PRAMBANAN EKSPRESS	YOGYAKARTA	SOLO BALAPAN	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	81	PRAMBANAN EKSPRESS	SOLO BALAPAN	KUTOARJO	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	82	PRAMBANAN EKSPRESS	YOGYAKARTA	SOLO BALAPAN	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	83	PRAMBANAN EKSPRESS	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	84	PRAMBANAN EKSPRESS	YOGYAKARTA	SOLO BALAPAN	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	85	PRAMBANAN EKSPRESS	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	86	PRAMBANAN EKSPRESS	YOGYAKARTA	SOLO BALAPAN	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	87	PRAMBANAN EKSPRESS	SOLO BALAPAN	KUTOARJO	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	88	PRAMBANAN EKSPRESS	KUTOARJO	SOLO BALAPAN	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	89	PRAMBANAN EKSPRESS	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	KRDE	HSD (Solar)	1,19
	90	PRAMBANAN EKSPRESS	KUTOARJO	SOLO BALAPAN	KRDE	HSD (Solar)	1,19

Penyusunan Profil dan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Yogyakarta

KATEGORI	No.	NAMA KERETA	DARI STASIUN	KE STASIUN	JENIS LOKOMOTIF	JENIS BAHAN BAKAR	Standar Konsumsi (l/km)
	91	PRAMBANAN EKSPRESS	SOLO BALAPAN	YOGYAKARTA	KRDE	HSD (Solar)	1,19

Sumber : Depo Lokomotif DAOP VI Yogyakarta

Lampiran 10. Data Konsumsi Bahan Bakar Lokomotif Kereta Barang 2017

KATEGORI	No.	NAMA KERETA	RUTE PERJALANAN	JENIS LOKOMOTIF	JENIS BAHAN BAKAR	Standar Konsumsi (l/km)
KERETA BARANG / MINYAK	1	KA BBM	RWL - MN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	2	KA BBM	MN - RWL	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	3	KA SEMEN TIGA RODA	AWN - BBN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	4	KA SEMEN TIGA RODA	BBN - AWN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	5	KA SEMEN	NMO -KRB - SLO - BBN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	6	KA SEMEN	BBN - SLO - KRB - NMO	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	7	KA SEMEN HOLCIM	KRL,CP - SLO	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	8	KA SEMEN HOLCIM	SLO - KRL CP	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	9	KA PUPUK	CP - MGW,YK	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	10	KA PUPUK	MGW, YK -CP	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	11	KA PARCEL SELATAN	PWS, SLO - KPB, JNG	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	12	KA PARCEL SELATAN	KPB, JNG - PWS, SLO	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	13	KA SEMEN HOLCIM	KRL, CP - LPN, YK	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	14	KA SEMEN HOLCIM	LPN, YK - KRL, CP	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	15	KA SEMEN HOLCIM	KRL,CP - BBG, SMC	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	16	KA SEMEN HOLCIM	KRL,CP - BBG, SMC	CC 206	HSD (Solar)	2,4

Penyusunan Profil dan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Yogyakarta

KATEGORI	No.	NAMA KERETA	RUTE PERJALANAN	JENIS LOKOMOTIF	JENIS BAHAN BAKAR	Standar Konsumsi (l/km)
	17	KA SEMEN FAKULTATIF	KRL,CP - SLO	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	18	KA SEMEN FAKULTATIF	SLO - KRL CP	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	19	KA PARCEL FAKULTATIF	ML - KYA - BD	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	20	KA PARCEL FAKULTATIF	BD - KYA - ML	CC 206	HSD (Solar)	2,4

Sumber : Depo Lokomotif DAOP VI Yogyakarta

Lampiran 11. Data Konsumsi Bahan Bakar Lokomotif Kereta Lansiran 2017

KATEGORI	No.	NAMA KERETA	RUTE PERJALANAN	JENIS LOKOMOTIF	JENIS BAHAN BAKAR	Standar Konsumsi (l/km)
KERETA LANSIRAN	1	DINASAN LANGSIR	LPN	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	2	LANSIRAN SEMEN	LPN-YK	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	3	LANSIRAN SEMEN	YK-LPN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	4	LANSIRAN BBM AVTUR	YK-RWL	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	5	LANSIRAN BBM AVTUR	RWL-YK	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	6	LANSIRAN PUPUK	MGW-YK	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	7	LANSIRAN PUPUK	YK-MGW	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	8	LANSIRAN GAJAHWONG	LPN-YK	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	9	LANSIRAN GAJAHWONG	YK-LPN	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	10	LANSIRAN BOGOWONTO	LPN-YK	CC 204	HSD (Solar)	2,6
	11	LANSIRAN BOGOWONTO	YK-LPN	CC 204	HSD (Solar)	2,6
	12	LANSIRAN PROGO	LPN-YK	CC 201	HSD (Solar)	2,5

Penyusunan Profil dan Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca di Kota Yogyakarta

KATEGORI	No.	NAMA KERETA	RUTE PERJALANAN	JENIS LOKOMOTIF	JENIS BAHAN BAKAR	Standar Konsumsi (l/km)
	13	LANSIRAN PROGO	YK-LPN	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	14	LANSIRAN BBM	RWL-YK	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	15	LANSIRAN BBM	YK-RWL	CC 206	HSD (Solar)	2,4
	16	LANSIRAN SRITANJUNG	LPN-YK	CC 201	HSD (Solar)	2,5
	17	LANSIRAN SRITANJUNG	YK-LPN	CC 201	HSD (Solar)	2,5

Sumber : Depo Lokomotif DAOP VI Yogyakarta

Lampiran 12. Realisasi Sales Product LPG Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	LPG	2.381	2.715	2.806	2.510	2.585	2.698
FEBRUARI	LPG	2.358	2.415	2.473	2.636	2.433	2.471
MARET	LPG	2.459	2.466	2.592	2.824	2.677	2.781
APRIL	LPG	2.302	2.547	2.667	2.442	2.539	2.570
MEI	LPG	2.535	2.638	2.711	2.825	2.632	2.822
JUNI	LPG	2.497	2.665	2.609	2.746	2.657	2.562
JULI	LPG	2.543	2.880	2.514	2.723	2.652	2.663
AGUSTUS	LPG	2.498	2.623	2.733	2.547	2.774	2.821
SEPTEMBER	LPG	2.382	2.534	2.547	2.696	2.647	2.891
OKTOBER	LPG	2.588	2.678	2.683	2.501	2.956	2.720
NOVEMBER	LPG	2.581	2.675	2.617	2.683	2.776	-
DESEMBER	LPG	2.649	2.791	2.831	2.602	2.931	-
TOTAL PER TAHUN	LPG	29.773	31.626	31.783	31.736	32.258	26.998

Catatan : LPG (3 KG, 12 KG, 50 KG)

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 13. Realisasi Sales Product Bright Gas Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	Bright Gas	-	-	15	55	51	137
FEBRUARI	Bright Gas	-	-	6	52	43	126
MARET	Bright Gas	-	-	12	51	61	158
APRIL	Bright Gas	-	-	9	38	50	165
MEI	Bright Gas	-	-	11	66	53	180
JUNI	Bright Gas	-	-	11	50	61	147
JULI	Bright Gas	-	-	19	48	69	165
AGUSTUS	Bright Gas	-	-	13	50	90	209
SEPTEMBER	Bright Gas	-	-	32	51	111	296
OKTOBER	Bright Gas	-	-	43	46	216	268
NOVEMBER	Bright Gas	-	-	49	52	141	-
DESEMBER	Bright Gas	-	-	53	46	139	-
TOTAL PER TAHUN	Bright Gas	-	-	272	605	1.084	1.850

Catatan : Bright Gas (5.5 KG, 12 KG)

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 14. Realisasi Sales Product LPG Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	LPG BULK Industri	80	30	32	28	22	40
FEBRUARI	LPG BULK Industri	74	40	40	62	26	32
MARET	LPG BULK Industri	76	48	50	44	38	48
APRIL	LPG BULK Industri	78	56	52	22	48	44
MEI	LPG BULK Industri	72	68	38	24	72	32
JUNI	LPG BULK Industri	84	58	40	30	50	20
JULI	LPG BULK Industri	82	72	36	42	38	30
AGUSTUS	LPG BULK Industri	64	64	44	20	44	32
SEPTEMBER	LPG BULK Industri	44	62	50	30	41	28
OKTOBER	LPG BULK Industri	44	76	60	60	46	34
NOVEMBER	LPG BULK Industri	46	76	66	56	64	-
DESEMBER	LPG BULK Industri	78	68	50	52	38	-
TOTAL PER TAHUN	LPG BULK Industri	822	718	558	470	527	340

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 15. Realisasi Sales Product Premium Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	Premium	7.652	7.933	8.176	6.926	6.567	2.712
FEBRUARI	Premium	7.092	7.213	7.202	6.377	6.060	2.604
MARET	Premium	8.218	8.263	8.618	7.256	6.123	3.114
APRIL	Premium	7.155	8.201	8.242	6.970	6.214	2.806
MEI	Premium	7.818	8.727	8.705	7.436	6.330	2.762
JUNI	Premium	7.708	8.655	8.739	6.971	5.575	2.563
JULI	Premium	7.672	8.373	7.880	7.093	5.569	2.726
AGUSTUS	Premium	7.776	8.174	8.362	7.100	3.926	2.706
SEPTEMBER	Premium	7.813	8.446	8.013	7.018	2.755	2.170
OKTOBER	Premium	8.103	8.721	8.625	7.147	2.769	1.857
NOVEMBER	Premium	8.158	8.396	7.881	7.041	2.612	-
DESEMBER	Premium	8.480	9.078	7.697	7.399	2.696	-
TOTAL PER TAHUN	Premium	93.643	100.180	98.141	84.732	57.194	26.019

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 16. Realisasi Sales Product Pertalite Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	Pertalite	-	-	-	-	608	3.920
FEBRUARI	Pertalite	-	-	-	-	624	3.576
MARET	Pertalite	-	-	-	-	848	4.144
APRIL	Pertalite	-	-	-	-	864	4.024
MEI	Pertalite	-	-	-	-	936	4.296
JUNI	Pertalite	-	-	-	-	1.040	3.832
JULI	Pertalite	-	-	-	-	1.160	4.096
AGUSTUS	Pertalite	-	-	-	264	3.000	4.312
SEPTEMBER	Pertalite	-	-	-	440	3.952	4.624
OKTOBER	Pertalite	-	-	-	592	4.248	5.480
NOVEMBER	Pertalite	-	-	-	616	4.176	-
DESEMBER	Pertalite	-	-	-	656	4.496	-
TOTAL PER TAHUN	Pertalite	-	-	-	2.568	25.952	42.304

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 17. Realisasi Sales Product Pertamina Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	Pertamax	192	287	354	1.380	1.338	1.765
FEBRUARI	Pertamax	168	261	311	1.230	1.135	1.646
MARET	Pertamax	192	289	348	1.442	1.454	1.961
APRIL	Pertamax	152	322	419	1.425	1.628	1.855
MEI	Pertamax	176	341	393	1.514	1.667	1.941
JUNI	Pertamax	176	353	398	1.265	1.620	1.802
JULI	Pertamax	232	419	381	1.270	1.777	1.952
AGUSTUS	Pertamax	277	414	611	1.251	2.056	1.995
SEPTEMBER	Pertamax	300	398	525	1.326	1.967	2.017
OKTOBER	Pertamax	275	431	423	1.392	2.021	2.196
NOVEMBER	Pertamax	309	419	655	1.348	1.957	-
DESEMBER	Pertamax	316	421	1.237	1.424	2.038	-
TOTAL PER TAHUN	Pertamax	2.765	4.354	6.055	16.267	20.658	19.129

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 18. Realisasi Sales Product Pertamina Plus Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	Pertamax Plus	24	16	16	32	48	-
FEBRUARI	Pertamax Plus	16	16	16	24	24	-
MARET	Pertamax Plus	16	32	16	32	48	-
APRIL	Pertamax Plus	24	24	24	24	48	-
MEI	Pertamax Plus	32	24	16	32	40	-
JUNI	Pertamax Plus	24	24	24	24	48	-
JULI	Pertamax Plus	24	32	16	32	32	-
AGUSTUS	Pertamax Plus	24	24	24	32	56	-
SEPTEMBER	Pertamax Plus	16	24	32	48	32	-
OKTOBER	Pertamax Plus	24	24	24	48	-	-
NOVEMBER	Pertamax Plus	24	24	24	40	-	-
DESEMBER	Pertamax Plus	24	32	32	40	-	-
TOTAL PER TAHUN	Pertamax Plus	272	296	264	408	376	-

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 19. Realisasi Sales Product Pertamina Turbo Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	Pertamax Turbo	-	-	-	-	-	48
FEBRUARI	Pertamax Turbo	-	-	-	-	-	48
MARET	Pertamax Turbo	-	-	-	-	-	40
APRIL	Pertamax Turbo	-	-	-	-	-	56
MEI	Pertamax Turbo	-	-	-	-	-	48
JUNI	Pertamax Turbo	-	-	-	-	-	48
JULI	Pertamax Turbo	-	-	-	-	-	48
AGUSTUS	Pertamax Turbo	-	-	-	-	-	48
SEPTEMBER	Pertamax Turbo	-	-	-	-	16	48
OKTOBER	Pertamax Turbo	-	-	-	-	56	40
NOVEMBER	Pertamax Turbo	-	-	-	-	40	-
DESEMBER	Pertamax Turbo	-	-	-	-	64	-
TOTAL PER TAHUN	Pertamax Turbo	-	-	-	-	176	472

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 20. Realisasi Sales Product Jenis Gasoline Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	Gasoline	7.868	8.236	8.546	8.338	8.561	8.445
FEBRUARI	Gasoline	7.276	7.490	7.529	7.630	7.843	7.874
MARET	Gasoline	8.426	8.584	8.982	8.730	8.473	9.259
APRIL	Gasoline	7.331	8.547	8.685	8.419	8.754	8.741
MEI	Gasoline	8.026	9.092	9.114	8.982	8.972	9.047
JUNI	Gasoline	7.908	9.032	9.161	8.261	8.284	8.245
JULI	Gasoline	7.928	8.824	8.276	8.395	8.538	8.822
AGUSTUS	Gasoline	8.076	8.612	8.997	8.647	9.038	9.061
SEPTEMBER	Gasoline	8.129	8.868	8.570	8.832	8.722	8.859
OKTOBER	Gasoline	8.402	9.176	9.072	9.178	9.094	9.573
NOVEMBER	Gasoline	8.491	8.839	8.560	9.045	8.785	-
DESEMBER	Gasoline	8.820	9.531	8.966	9.518	9.294	-
TOTAL PER TAHUN	Gasoline	96.680	104.830	104.461	103.975	104.356	87.924

Catatan : Gasoline (Premium, Peralite, Pertamina, Plus, Turbo)

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 21. Realisasi Sales Product Biosolar Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	Biosolar	2.306	1.878	1.897	1.906	1.923	1.992
FEBRUARI	Biosolar	2.137	1.797	1.716	1.863	1.852	1.733
MARET	Biosolar	2.559	1.954	2.108	2.194	1.893	2.015
APRIL	Biosolar	2.087	2.216	2.071	1.965	2.046	2.071
MEI	Biosolar	2.404	2.213	2.268	2.218	2.169	2.246
JUNI	Biosolar	2.501	2.269	2.313	2.006	1.918	1.992
JULI	Biosolar	2.410	2.140	2.042	1.982	2.028	2.184
AGUSTUS	Biosolar	1.839	2.009	2.165	2.000	1.975	2.219
SEPTEMBER	Biosolar	2.000	2.087	2.094	2.058	2.054	2.192
OKTOBER	Biosolar	2.239	2.115	2.341	2.110	2.050	2.269
NOVEMBER	Biosolar	2.331	2.095	2.082	2.058	1.983	-
DESEMBER	Biosolar	2.223	2.039	2.044	2.122	2.231	-
TOTAL PER TAHUN	Biosolar	27.036	24.812	25.140	24.482	24.122	20.913

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 22. Realisasi Sales Product Dexlite Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	Dexlite	-	-	-	-	-	16
FEBRUARI	Dexlite	-	-	-	-	-	16
MARET	Dexlite	-	-	-	-	-	16
APRIL	Dexlite	-	-	-	-	-	16
MEI	Dexlite	-	-	-	-	8	24
JUNI	Dexlite	-	-	-	-	24	24
JULI	Dexlite	-	-	-	-	40	16
AGUSTUS	Dexlite	-	-	-	-	16	24
SEPTEMBER	Dexlite	-	-	-	-	16	16
OKTOBER	Dexlite	-	-	-	-	16	16
NOVEMBER	Dexlite	-	-	-	-	16	-
DESEMBER	Dexlite	-	-	-	-	24	-
TOTAL PER TAHUN	Dexlite	-	-	-	-	160	184

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 23. Realisasi Sales Product Pertamina Dex Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	Pertamina Dex	-	16	32	46	48	74
FEBRUARI	Pertamina Dex	-	24	32	46	40	68
MARET	Pertamina Dex	-	32	48	60	60	86
APRIL	Pertamina Dex	-	104	24	42	60	68
MEI	Pertamina Dex	0	56	40	52	62	82
JUNI	Pertamina Dex	-	24	32	50	68	74
JULI	Pertamina Dex	-	56	32	50	70	90
AGUSTUS	Pertamina Dex	-	16	48	50	76	84
SEPTEMBER	Pertamina Dex	-	24	56	42	62	80
OKTOBER	Pertamina Dex	-	48	64	54	70	82
NOVEMBER	Pertamina Dex	-	32	68	50	76	-
DESEMBER	Pertamina Dex	-	40	56	74	92	-
TOTAL PER TAHUN	Pertamina Dex	0	472	532	616	784	788

Sumber Data : Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 24. Realisasi Sales Product Gasoil Kota Yogyakarta tahun 2012-2017

Bulan	Product	Tahun (KL)					
		2012	2013	2014	2015	2016	2017
JANUARI	Gasoil	2.306	1.894	1.929	1.952	1.971	2.082
FEBRUARI	Gasoil	2.137	1.821	1.748	1.909	1.892	1.817
MARET	Gasoil	2.559	1.986	2.156	2.254	1.953	2.117
APRIL	Gasoil	2.087	2.320	2.095	2.007	2.106	2.155
MEI	Gasoil	2.404	2.269	2.308	2.270	2.239	2.352
JUNI	Gasoil	2.501	2.293	2.345	2.056	2.010	2.090
JULI	Gasoil	2.410	2.196	2.074	2.032	2.138	2.290
AGUSTUS	Gasoil	1.839	2.025	2.213	2.050	2.067	2.327
SEPTEMBER	Gasoil	2.000	2.111	2.150	2.100	2.132	2.288
OKTOBER	Gasoil	2.239	2.163	2.405	2.164	2.136	2.367
NOVEMBER	Gasoil	2.331	2.127	2.150	2.108	2.075	-
DESEMBER	Gasoil	2.223	2.079	2.100	2.196	2.347	-
TOTAL PER TAHUN	Gasoil	27.036	25.284	25.672	25.098	25.066	21.885

Sumber Data: Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 25. Penggunaan Pelumas Industri (ton)

segmen	2014	2015	2016	2017
Automotif Grease			1	0
Gas Engine Oils	6	7	15	23
HDDO	5.971	5.937	5.046	5.461
Heat Transfer Oils	144	111	243	102
Hydraulic & Transmission Oils	1.604	1.566	1.607	1.759
Industrial Compressor Oils	17	13	1	1
Industrial Gear Lubricants	943	876	755	821
Industrial Grease	25	26	21	18
Marine/Powergen DEO	837	778	191	139
Metal Working Fluid	0	8	51	36
Non Engine Oil			5	6
Non Lubricants			0	-
Others	114	56	32	51
PCDO High Tier			2	3
PCDO Non High Tier			30	22
PCMO High Tier			4	4
PCMO Non High Tier			66	39
Railroad DEO	211	293		-
Refrigerating Oils	17	15	20	19
SEO High Tier			0	1
SEO Non High Tier			30	19
Transformer Oil	3	5		-
Turbine Oil	377	144	12	4
Total	10.269	9.835	8.132	8.527

Sumber Data: Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 26. Penggunaan Pelumas Otomotif (ton)

segmen	2014	2015	2016	2017
Automotif Grease	69	65	81	72
Non Engine Oil	607	658	739	769
Non Lubricants	-	6	2	2
PCDO High Tier	6	16	20	18
PCDO Non High Tier	6.223	6.438	6.788	6.787
PCMO High Tier	225	212	299	302
PCMO Non High Tier	7.702	7.800	8.268	7.612
SEO High Tier	2.221	2.230	2.635	2.454
SEO Non High Tier	231	255	278	223
Grand Total	17.284	17.679	19.107	18.240

Sumber Data: Pertamina Pemasaran Yogyakarta

Lampiran 27. Volume Sampah dalam ton/hari

Uraian	Ton/hari				
	2012	2013	2014	2015	2016
Pengelolaan Sampah (ton/hari)	2012	2013	2014	2015	2016
Timbulan Sampah	263	244	259	236,3	226,2
Sampah dibuang ke TPA	180	175	200	179,4	176,4
% Sampah dibuang ke TPA	68%	72%	77%	76%	78%
Sampah diolah/dimanfaatkan kembali	70	57	54	52,17	45,28
% Sampah diolah/dimanfaatkan kembali	27%	23%	21%	22%	20%
sampah yang tidak dimanfaatkan	13,15	12,2	5,18	4,73	4,52
% Sampah yg tidak dimanfaatkan	5%	5%	2%	2%	2%

Sumber: Profil DLH Kota Yogyakarta 2017

Lampiran 28. Volume Sampah dalam ton/tahun

Uraian	Ton/Th				
	2012	2013	2014	2015	2016
Pengelolaan Sampah (ton/hari)	2012	2013	2014	2015	2016
Timbulan Sampah	95.995	89.060	94.535	86.250	82.563
Sampah dibuang ke TPA	65700	63875	73000	65481	64386
% Sampah dibuang ke TPA	68%	72%	77%	76%	78%
Sampah diolah/dimanfaatkan kembali	25550	20805	19710	19042,1	16527,2
% Sampah diolah/dimanfaatkan kembali	27%	23%	21%	22%	20%
sampah yang tidak dimanfaatkan	4799,75	4453	1890,7	1726,45	1649,8
% Sampah yg tidak dimanfaatkan	5%	5%	2%	2%	2%

Sumber: Profil DLH Kota Yogyakarta 2017