

SEMUA BISA BERAKSI UNTUK BUMI KITA!



WRI INDONESIA



BBC
MEDIA ACTION
TRANSFORMING LIVES THROUGH MEDIA
AROUND THE WORLD

Workshop: Metodologi Perhitungan Emisi CO₂ dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

Muhamad Rizki

Mobility and Transportation Specialist WRI Indonesia

#PejuangBumi

Rabu, 19 Agustus, 2021

bit.ly/EMISI-appstore | bit.ly/EMISI-playstore

Daftar Isi Presentasi

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

1

Emisi GRK dan polutan sektor energi

3

Metodologi perhitungan emisi GRK (CO₂) dan polutan (SO₂ dan NO_x)

2

Alur perhitungan dalam aplikasi EMISI

4

Pengembangan selanjutnya

Emisi GRK dan Polutan Udara dari Sektor Energi

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

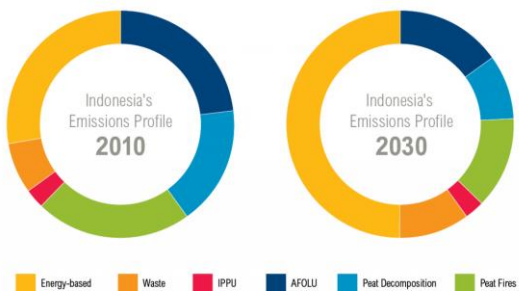


Emisi sektor energi

1

Dari total 969 MtCO₂e emisi GRK, energi menyumbang lebih dari 25% (243 Mt CO₂e) tahun 2018

Indonesia's Emissions Profile, 2010 vs. 2030



Source: BAPPENAS, 2015

WORLD RESOURCES INSTITUTE

2

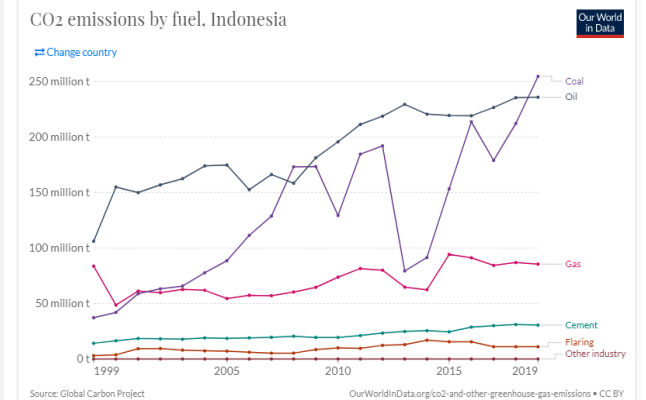
- Kontribusi emisi dari energi terus meningkat.
- Prediksi mencapai 50% tahun 2030.
- Emisi ini dikarenakan aktivitas menggunakan tenaga listrik.



Penggerak emisi energi

3

- Tingginya emisi didorong dengan bahan bakar pembangkit.
- Mayoritas menggunakan batu bara dan minyak bumi.



4

Rencana pemerintah untuk mengurangi penggunaan energi tinggi emisi, perlu disertai langkah-langkah dari sisi pengguna energi/masyarakat dalam melakukan aktivitas.

Ruang Lingkup Perhitungan Emisi dan Polutan

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

Peralatan Listrik*

AC

Mesin Cuci Pakaian

Kulkas

Lampu

HP/Komputer

Hairdryer

Kipas Angin

Setrika

Emisi GRK dan Polutan Udara

CO₂

SO₂

NO_x

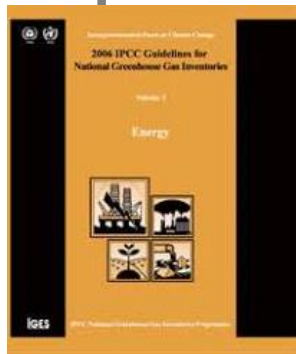
**dilakukan pemutakhiran secara berkala.*

Faktor-faktor Dalam Perhitungan Emisi GRK dan Polutan Udara

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

Emisi dari sektor energi termasuk kedalam emisi dari *stationary combustion*.

IPCC, 2006 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
Volume 2 Energy.



Top Down Approach: perhitungan berdasarkan jumlah bahan bakar pembangkit yang digunakan/terjual.

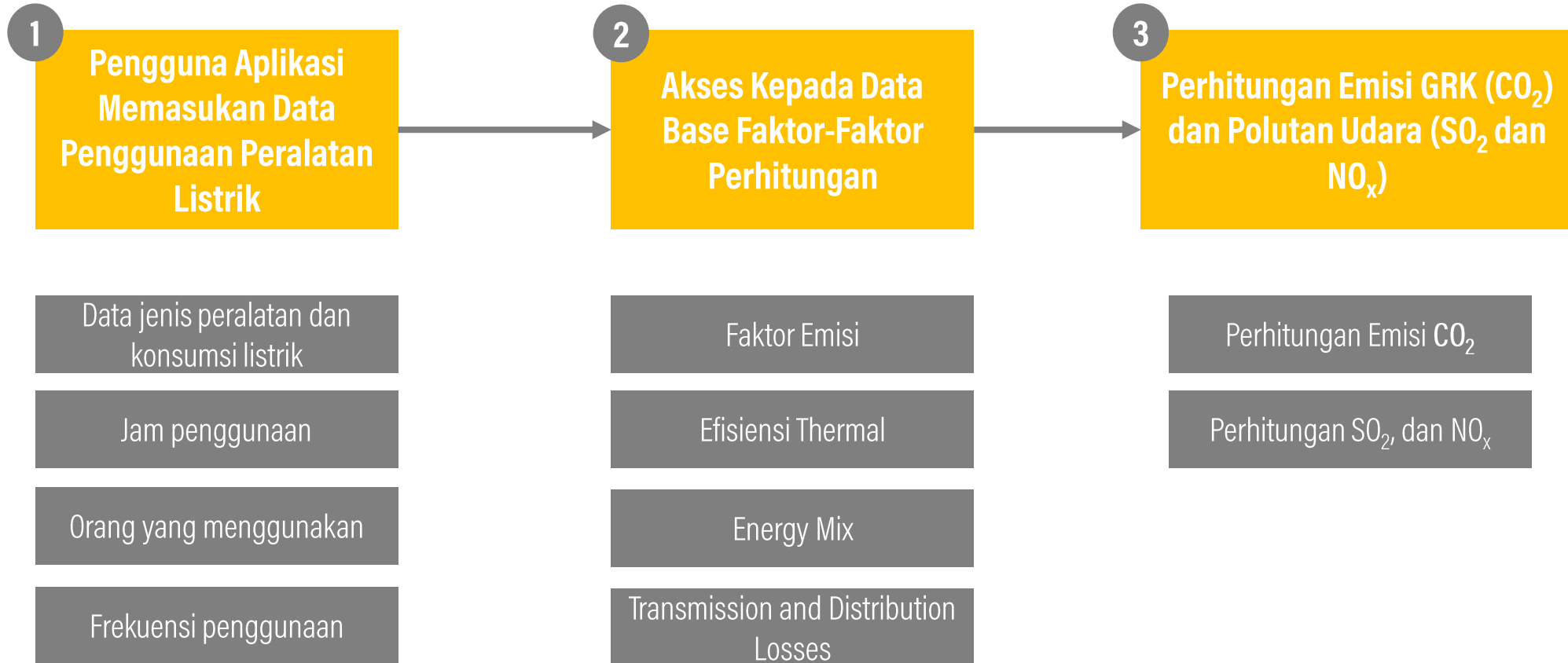
Faktor dalam perhitungan: faktor emisi untuk setiap bahan bakar pembangkit.

Bottom Up Approach: perhitungan berbasis aktivitas yang dilakukan. ✨

Menghitung emisi dari jumlah penggunaan energi listrik dengan data aktivitas antara lain jumlah jam menggunakan peralatan dan jenis peralatan listrik. Faktor dalam perhitungan: Faktor emisi untuk KWH yang digunakan.

Alur Perhitungan

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga



Konsumsi Listrik

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

Peralatan

Aktivitas

Frekuensi

$$Total\ electrical\ emission\ per\ person\ (TEEP_p) = \sum_{i=1}^N \frac{H_i \times W_i}{P_i} \times \sum_{p=1}^M \frac{F_p}{\Omega_p} \times EF_{sp} \times \frac{1}{1 - TD_L}$$

1 Bagian Pertama: menghitung konsumsi listrik

i ($i = 1, 2, \dots, N$) adalah jumlah alat (i) yang ditangkap;

H_i adalah total durasi yang digunakan per hari (jam) untuk perangkat ke- i ;

W_i adalah faktor konsumsi listrik untuk alat ke- i (watt); dan

P_i adalah jumlah orang yang menggunakan alat ke- i .

Total listrik yang digunakan per orang adalah jumlah listrik yang dikonsumsi dihitung di seluruh peralatan yang digunakan.

2 Bagian Kedua: menghitung faktor emisi listrik terkoreksi

p ($p = 1, 2, \dots, M$) adalah pembangkit listrik yang memasok jaringan listrik di Indonesia;

F_p adalah faktor campuran bahan bakar (%) untuk pembangkit listrik p ;

Ω adalah efisiensi termal bersih pembangkit listrik (%) berdasarkan jenis bahan bakarnya (yaitu, batubara, gas, minyak, hidro, dll.);

EF_{sp} adalah faktor emisi (kg emisi atau polutan/kWh) berdasarkan jenis bahan bakar pembangkit listrik;

TD_L adalah % dari transmisi dan distribusi losses dari jaringan listrik.

Faktor Konsumsi Listrik

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

Appliance type	kWh*	Appliance type	kWh*
Air conditioning (AC) ^c	1,385	Cell phone ^b	0,007
Fan ^b	0,06	Personal computer ^c	0,100
Rice cooker ^c	0,905	Laptop ^b	0,10
Refrigerator ^b	0,20	Lighting ^c	0,018
Television ^c	0,08	Washing machine ^c	1,005
Hair dryer ^a	1,50	Iron ^a	1,20

Catatan: AC merupakan AC 1pk; HP dan Komputern berdasarkan charger, Lampu 75 watt LED; * = total energi yang dikonsumsi selama satu jam penggunaan.

Sumber: a. Unbound Solar n.d.; b. DaftLogic n.d.; c. Saidur et al. 2007.

Faktor konsumsi listrik merupakan faktor yang merepresentasikan kebutuhan energi listrik untuk mencapai menggunakan peralatan tersebut dalam satuan waktu tertentu.

Contoh:

Jika kita menggunakan AC selama 1 jam, hal ini membutuhkan listrik sejumlah 1,385 KW.

Notes:

Dalam menentukan faktor ini, dilakukan perhitungan pada beberapa sampel. Pada publikasi emisi, faktor ini menggunakan hasil analisis dari studi lainnya oleh Saidur (di Malaysia) serta Unbound Solar dan DaftLogic yang memiliki database konsumsi listrik

Faktor ini merupakan nilai wakil pada setiap peralatan listrik.

Koreksi Faktor Emisi (1/2)

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

Faktor Emisi Pada Setiap Pembangkit Listrik Berdasarkan Sumber Energi

Source of energy	CO ₂ emission (kg/kWh)	NO _x emission (kg/kWh)	SO ₂ emission (kg/kWh)
Coal	0.36689 ^a	0.000779 ^c	0.004420 ^c
Natural gas	0.18104 ^b	0.000156 ^c	0.0000017 ^c
Fuel oil	0.23960 ^b	0.000764 ^c	0.0019142 ^c

Sources: a. Damayanti and Khaerunissa 2018; b. EPA 2020; c. EIA 1999.

Electricity Mix Indonesia dan Thermal Efficiency Setiap Pembangkit

Power plant type	Fuel	Electricity fuel mix factor (F)	Power plant net thermal efficiency (Ω)
Coal	Coal	0.5 ^a	0.25 ^b
Gas	NG	0.29 ^a	0.4 ^c
Oil	Diesel	0.07 ^a	0.47 ^d
Hydro	Hydro	0.07 ^a	0.9 ^e
Geothermal	Natural heat	0.0315 ^a	0.25 ^b
Biomass	Biomass	0.028 ^a	0.25 ^f
Other	Solar, wind	0.0105 ^a	0.1135 ^g

Sources: a. NEC 2019; b. Moran and Shapiro 2010; c. ENGIE n.d.; d. Kanoğlu et al. 2005; e. Singh and Singal 2017; f. Maraver et al. 2013; g. Milosavljević et al. 2015.

Koreksi factor emisi dilakukan dikarenakan dalam grid listrik Indonesia, terdiri dari listrik yang dihasilkan oleh berbagai jenis pembangkit.

Energy Mix

1 KWH listrik itu 50% disuply oleh pembangkit batubara dan 29% pembangkit gas pada tabel disamping.

Notes:

Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan listrik per kWh juga tunduk pada koreksi *thermal efficiency*. *Thermal efficiency* adalah rasio keluaran panas bersih untuk pemanasan, atau pembuangan untuk pendinginan, dengan masukan energi (koefisien kinerja).

Dalam menentukan konversi ini ditetapkan juga factor 9.35 % listrik hilang saat transmission dan distribution (data dari Kementerian ESDM).

Koreksi Faktor Emisi (2/2)

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

Emisi Faktor yang Terkoreksi

Type of emission/pollutant	Corrected electricity emission factors	Unit
CO ₂	0.993622	kg CO ₂ /kWh
NO _x	0.001968	kg NO _x /kWh
SO ₂	0.010067	kg SO ₂ /kWh

Koreksi factor emisi dilakukan dikarenakan dalam grid listrik Indonesia, terdiri dari listrik yang dihasilkan oleh berbagai jenis pembangkit.

Energy Mix

1 KWH listrik itu 50% disuply oleh pembangkit batubara dan 29% pembangkit gas pada tabel disamping.

Notes:

Jumlah bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan listrik per kWh juga tunduk pada koreksi *thermal efficiency*. *Thermal efficiency* adalah rasio keluaran panas bersih untuk pemanasan, atau pembuangan untuk pendinginan, dengan masukan energi (koefisien kinerja).

Dalam menentukan konversi ini ditetapkan juga factor 9.35 % listrik hilang saat transmission dan distribution (data dari Kementerian ESDM).

Contoh Perhitungan Emisi CO₂

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

No of Appliances	Type of Appliances	Number of Appliances	Duration [h/day]	Wattage [kWh]	Total Usage [kWh]	Corrected Emission Factor [kg CO ₂ /kWh]	Person in Household	Total Emission CO ₂ per day [kg CO ₂]	Frequency of using per week	Total Emission CO ₂ per week [kg CO ₂]	Total Emission CO ₂ per 3 month [kg CO ₂]
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F) = (E) * (D) * (C)	(G)	(H)	(I) = ((G) * (F)) / (H)	(J)	(K) = (I) * (J)	(L) = (K) * 13
1	Fridge	1	24	0.2	4.8	0.994	4	1.192	7	8.346	108.504
2	Air Conditioning	3	12	1.385	49.86	0.994	4	12.386	7	86.699	1127.081
3	Washing Machine	1	3	1.005	3.015	0.994	4	0.749	3	2.247	29.209
4	Laptop	2	8	0.1	1.6	0.994	4	0.397	5	1.987	25.834
5	Cellphone	4	18	0.007	0.504	0.994	5	0.100	6	0.601	7.812
6	Lamp	6	12	0.02	1.44	0.994	4	0.358	7	2.504	32.551

Contoh Perhitungan:

Saya mencatat penggunaan peralatan listrik dirumah saya:

1 Kulkas

3 AC

1 Mesin Cuci

2 Laptop

4 HP

6 Lampu

Contoh Perhitungan Emisi SO₂

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

No of Appliances	Type of Appliances	Number of Appliances	Duration [h/day]	Wattage [kWh]	Total Usage [kWh]	Corrected Emission Factor [kg SO ₂ /kWh]	Person in Household	Total Emission SO ₂ per day [kg SO ₂]	Frequency of using per week	Total Emission SO ₂ per week [kg SO ₂]	Total Emission SO ₂ per 3 month [kg SO ₂]
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F) = (E) * (D) * (C)	(G)	(H)	(I) = ((G) * (F)) / (H)	(J)	(K) = (I) * (J)	(L) = (K) * 13
1	Fridge	1	24	0.2	4.8	0.010	4	0.012	7	0.085	1.099
2	Air Conditioning	3	12	1.385	49.86	0.010	4	0.125	7	0.878	11.420
3	Washing Machine	1	3	1.005	3.015	0.010	4	0.008	3	0.023	0.296
4	Laptop	2	8	0.1	1.6	0.010	4	0.004	5	0.020	0.262
5	Cellphone	4	18	0.007	0.504	0.010	5	0.001	6	0.006	0.079
6	Lamp	6	12	0.02	1.44	0.010	4	0.004	7	0.025	0.330

Contoh Perhitungan:

Saya mencatat penggunaan peralatan listrik dirumah saya:

1 Kulkas

3 AC

1 Mesin Cuci

2 Laptop

4 HP

6 Lampu

Contoh Perhitungan Emisi NO_x

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

No of Appliances	Type of Appliances	Number of Appliances	Duration [h/day]	Wattage [kWh]	Total Usage [kWh]	Corrected Emission Factor [kg NO _x /kWh]	Person in Household	Total Emission NO _x per day [kg NO _x]	Frequency of using per week	Total Emission NO _x per week [kg NO _x]	Total Emission NO _x per 3 month [kg NO _x]
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F) = (E) * (D) * (C)	(G)	(H)	(I) = ((G) * (F)) / (H)	(J)	(K) = (I) * (J)	(L) = (K) * 13
1	Fridge	1	24	0.2	4.8	0.002	4	0.002	7	0.017	0.215
2	Air Conditioning	3	12	1.385	49.86	0.002	4	0.025	7	0.172	2.233
3	Washing Machine	1	3	1.005	3.015	0.002	4	0.001	3	0.004	0.058
4	Laptop	2	8	0.1	1.6	0.002	4	0.001	5	0.004	0.051
5	Cellphone	4	18	0.007	0.504	0.002	5	0.000	6	0.001	0.010
6	Lamp	6	12	0.02	1.44	0.002	4	0.000	7	0.002	0.022

Contoh Perhitungan:

Saya mencatat penggunaan peralatan listrik dirumah saya:

1 Kulkas

3 AC

1 Mesin Cuci

2 Laptop

4 HP

6 Lampu

Simplifikasi dan Limitasi Dalam Metodologi Perhitungan Aplikasi EMISI

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga

Simplifikasi:

Terdapat beberapa faktor yang diabaikan dalam analisis:

- Usia peralatan listrik dan dampaknya kepada konsumsi listrik;
- Perawatan terhadap peralatan listrik yang ada.

Diasumsikan bahwa faktor-faktor ini telah dipertimbangkan ketika faktor konsumsi listrik.

Selain itu, terdapat kompleksitas grid listrik yang disimplifikasi. Seperti 1 kWh listrik di Pulau Jawa tidak memiliki emisi yang sama dengan 1 kWh listrik di Pulau Sumatera. Hal ini dikarenakan jenis pembangkit yang berbeda.

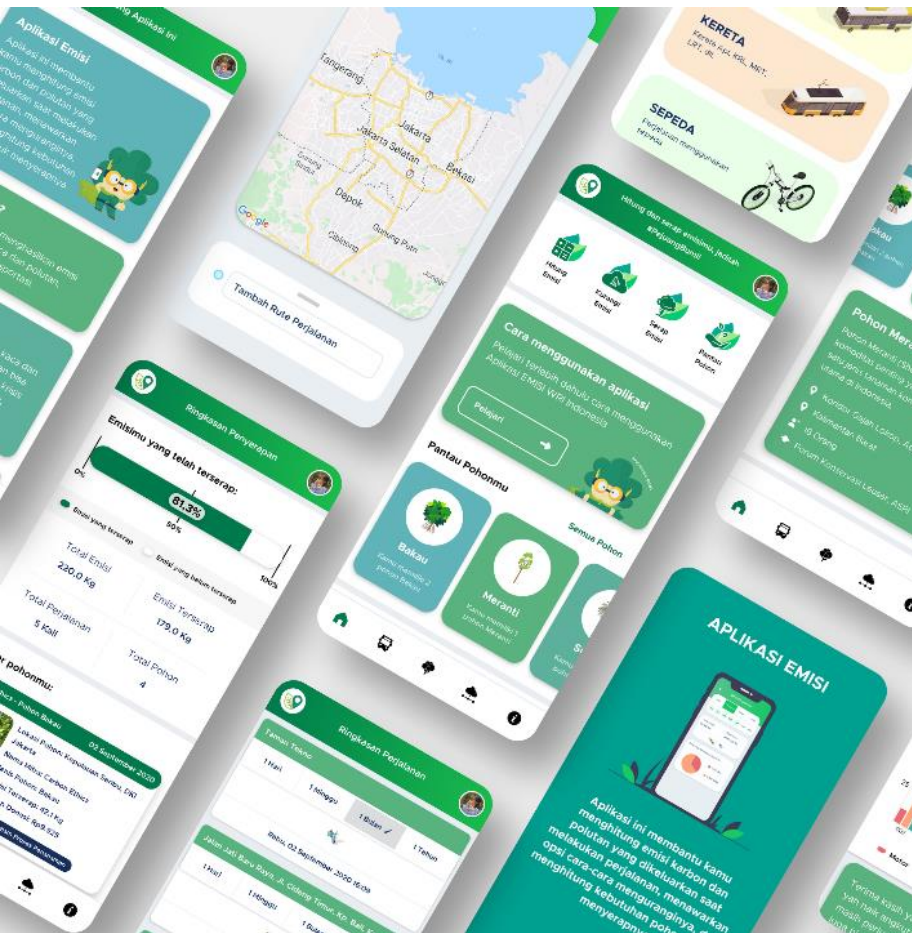
Pada makalah ini digunakan factor umum seluruh Indonesia yang tidak berbasis lokasi spasial pengguna aplikasi EMISI.

Limitasi:

- Meskipun batasan untuk metodologi estimasi emisi itu sendiri tidak terlalu rumit atau sulit, ketersediaan data telah menjadi hambatan utama untuk penghitungan di negara berkembang.
- Kalkulator berfokus pada pengembangan estimasi terbaik untuk konteks Indonesia, namun ketika data lokal tidak tersedia, kalkulator menggunakan data dari konteks global untuk mengembangkan estimasi terbaik berikutnya.
- Data penelitian terbaru dan yang akan datang tentang determinan untuk penghitungan emisi dalam kasus-kasus spesifik di Indonesia, seperti faktor emisi dan konsumsi listrik, penambahan peralatan listrik, akan semakin menyempurnakan penghitungan di masa mendatang.

Pengembangan Selanjutnya

Perhitungan Emisi dan Polutan Udara Penggunaan Peralatan Listrik Rumah Tangga



1 **Pemutakhiran berkala faktor-faktor dalam perhitungan**

2 **Peningkatan kualitas dan desain apps**

3 **Menambah jenis emisi GRK atau polutan**

4 **Menambah perhitungan emisi dari sektor lainnya***

*dalam proses untuk perhitungan emisi perjalanan udara, laut, dan logistik personal

SEMUA BISA BERAKSI UNTUK BUMI KITA!



WRI INDONESIA



BBC
MEDIA ACTION
TRANSFORMING LIVES THROUGH MEDIA
AROUND THE WORLD

Terimakasih!

muhamad.rizki@wri.org

bit.ly/EMISI-appstore | bit.ly/EMISI-playstore

