



WRI INDONESIA



Webinar

Di Balik Aplikasi EMISI: Memahami, Menghitung,
dan Menyerap Emisi dari Transportasi Darat

Metodologi Perhitungan Penyerapan Karbon melalui Penanaman Pohon

Dewi R. Sari, Imam Basuki, Rinaldi Imanuddin

Dipresentasikan di

Webinar: Metodologi di Balik Aplikasi EMISI

Kamis, 15 Oktober 2020

Daftar Isi Presentasi:

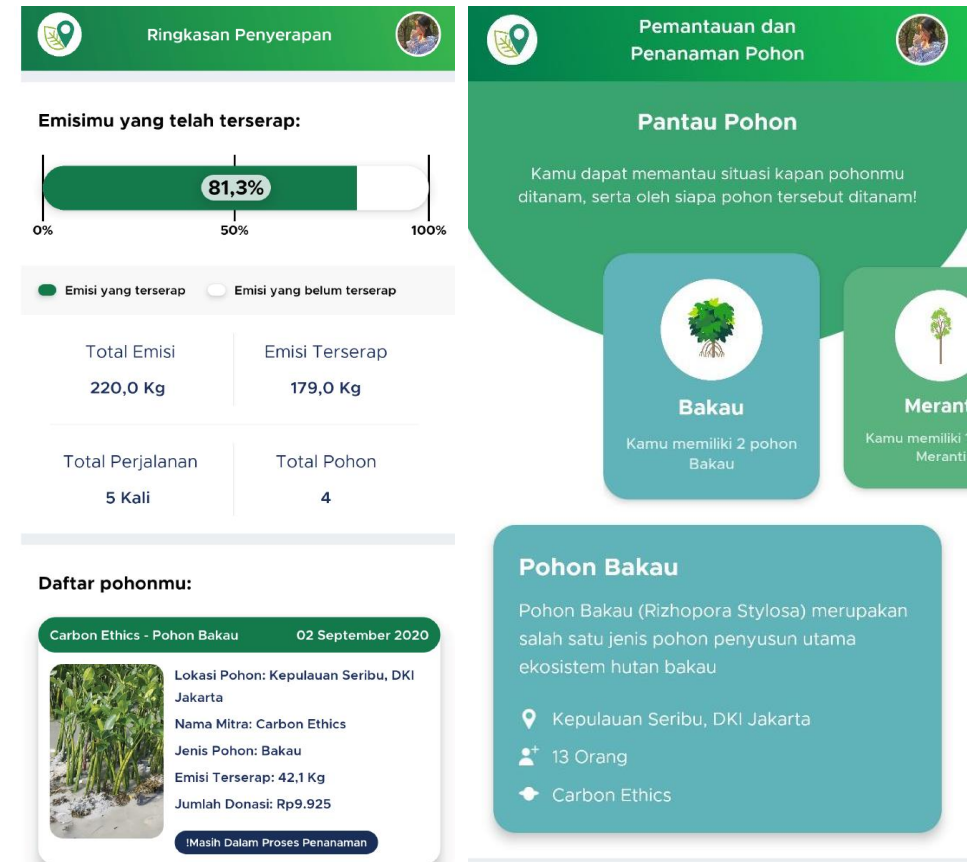
Perhitungan Penyerapan Emisi CO₂ dengan Penanaman Pohon

1 **Penanaman Pohon: Solusi Alami Penyerapan CO₂**

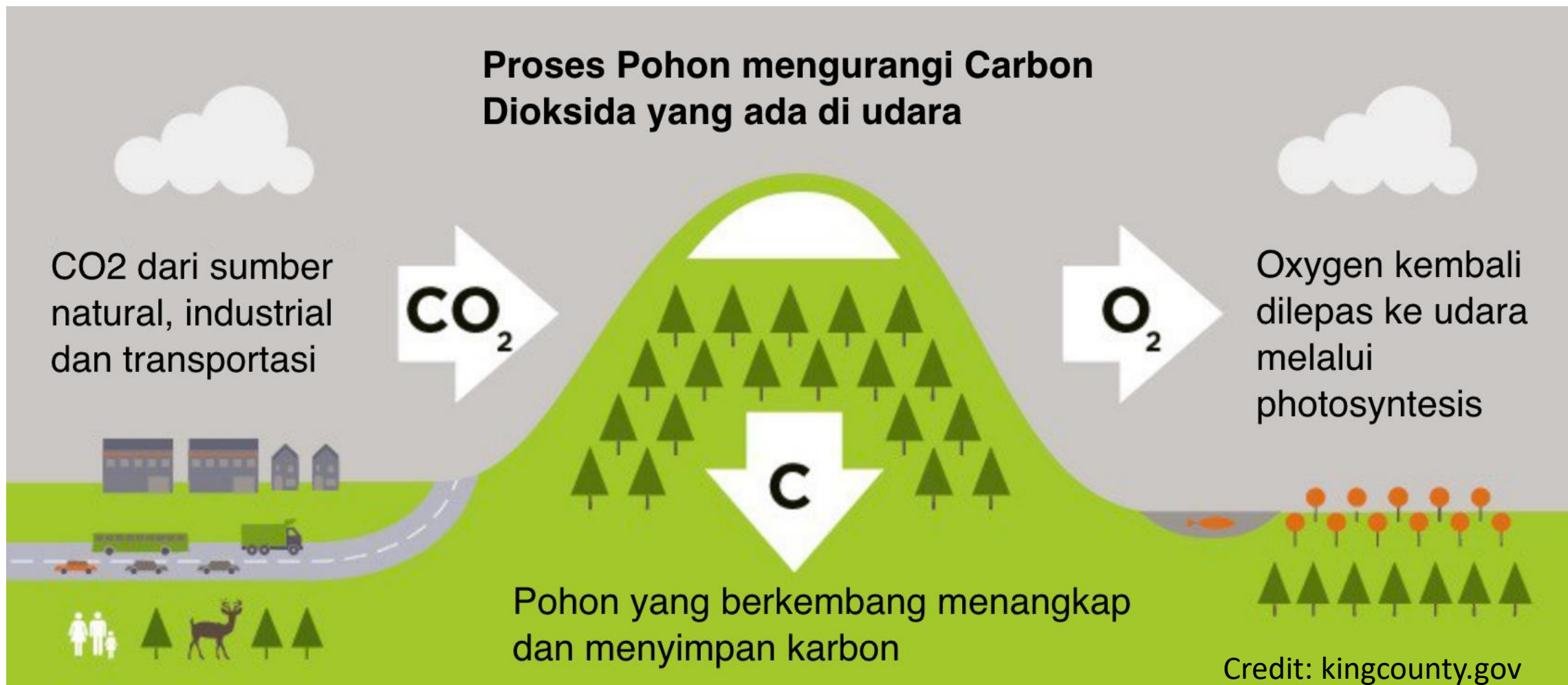
2 **Metodologi Perhitungan Serapan CO₂ per pohon**

3 **Alur Perhitungan Jumlah Pohon untuk Penyerapan Emisi CO₂ pada Aplikasi EMISI**

4 **Pengembangan selanjutnya**

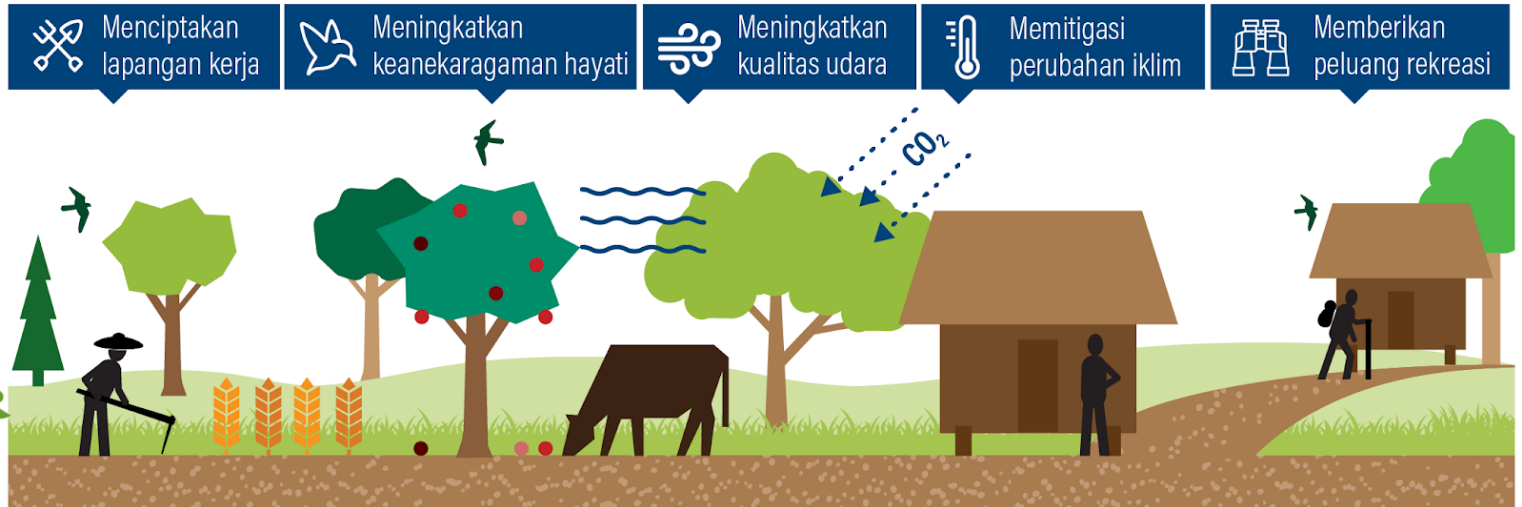
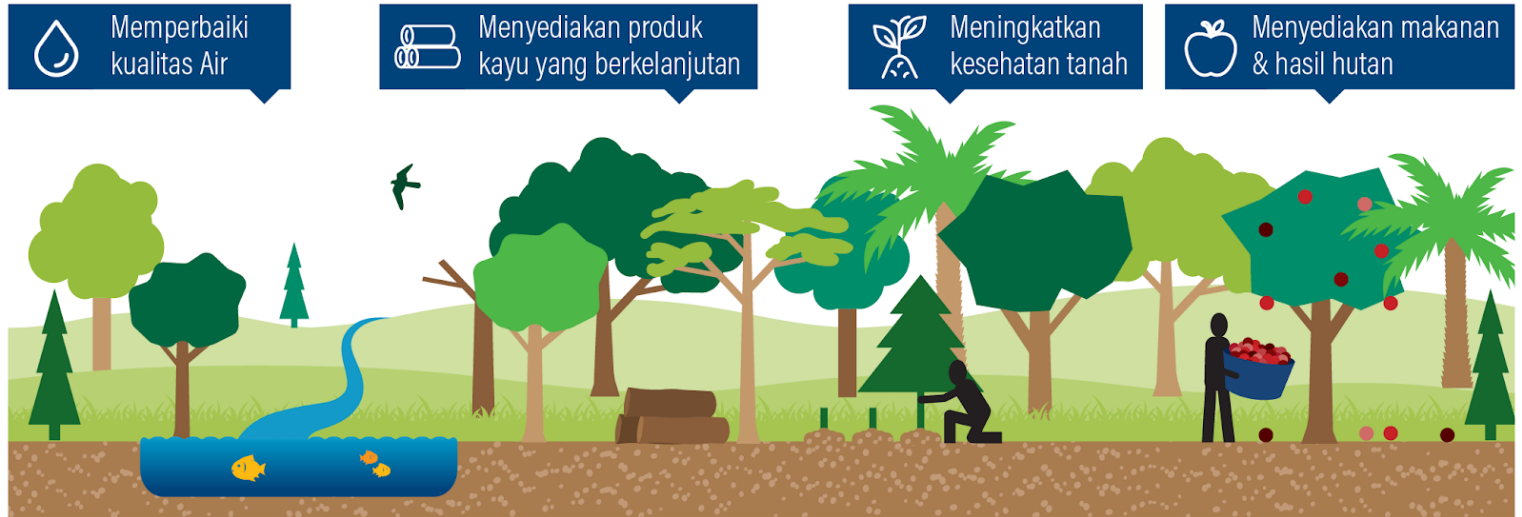


Penanaman Pohon: Solusi Alami Penyerapan CO₂



Beragam Manfaat Penanaman Pohon

Selain berfungsi menyerap CO₂, pohon memberikan berbagai manfaat bagi kehidupan manusia

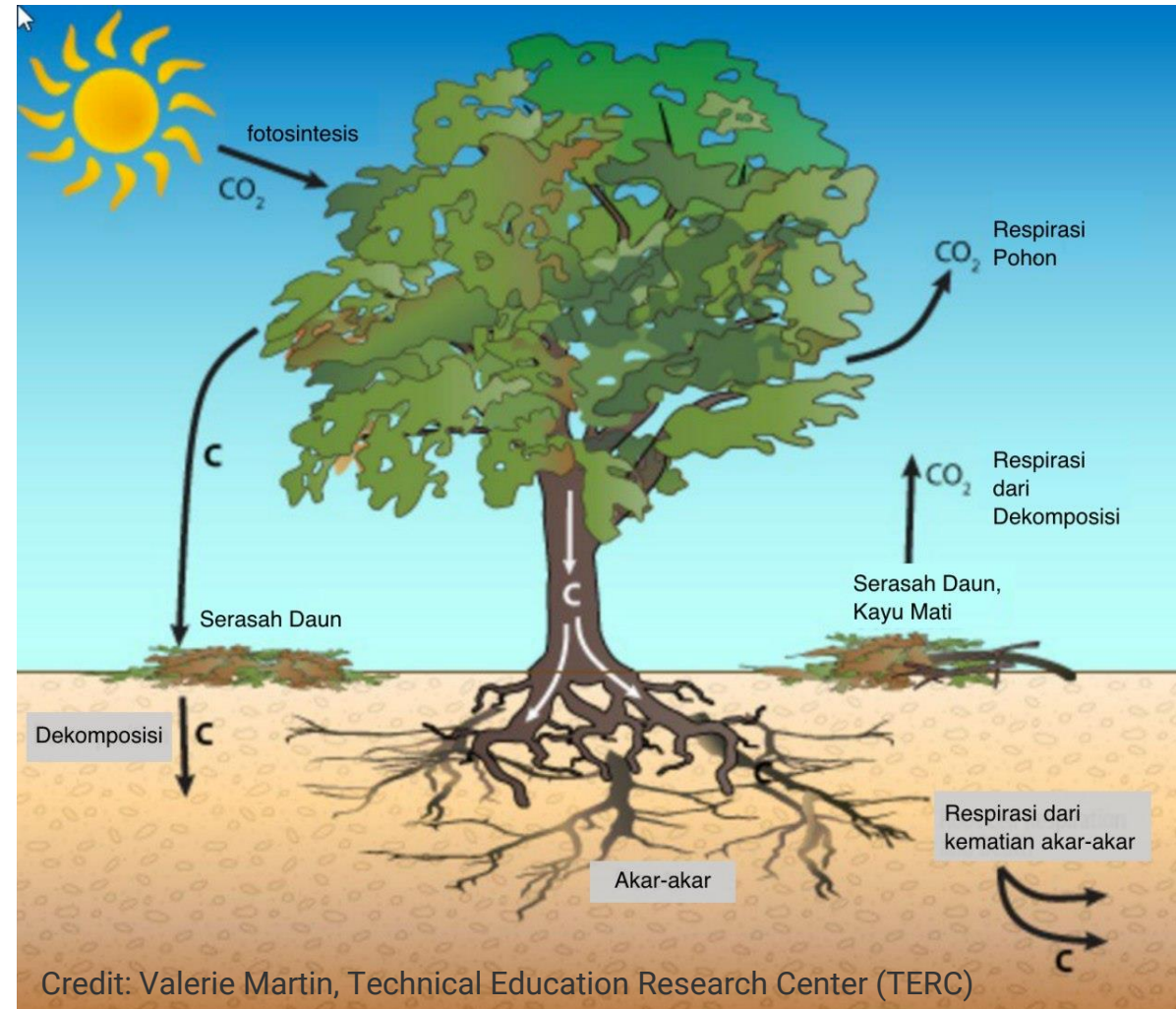


Metodologi Perhitungan Penyerapan CO₂ per pohon

- Pohon menyerap CO₂ melalui reaksi fotosintesis dan mensekuestrasi carbon dalam bentuk biomassa
- Estimasi carbon yang tersekuestrasi dapat dihitung dengan dua metode:

stock difference method: menghitung total perubahan karbon pada setiap *carbon pools* termasuk biomassa bagian atas pohon, biomassa bagian bawah pohon, bahan organik mati (kayu mati dan serasah daun), dan bahan organik tanah.

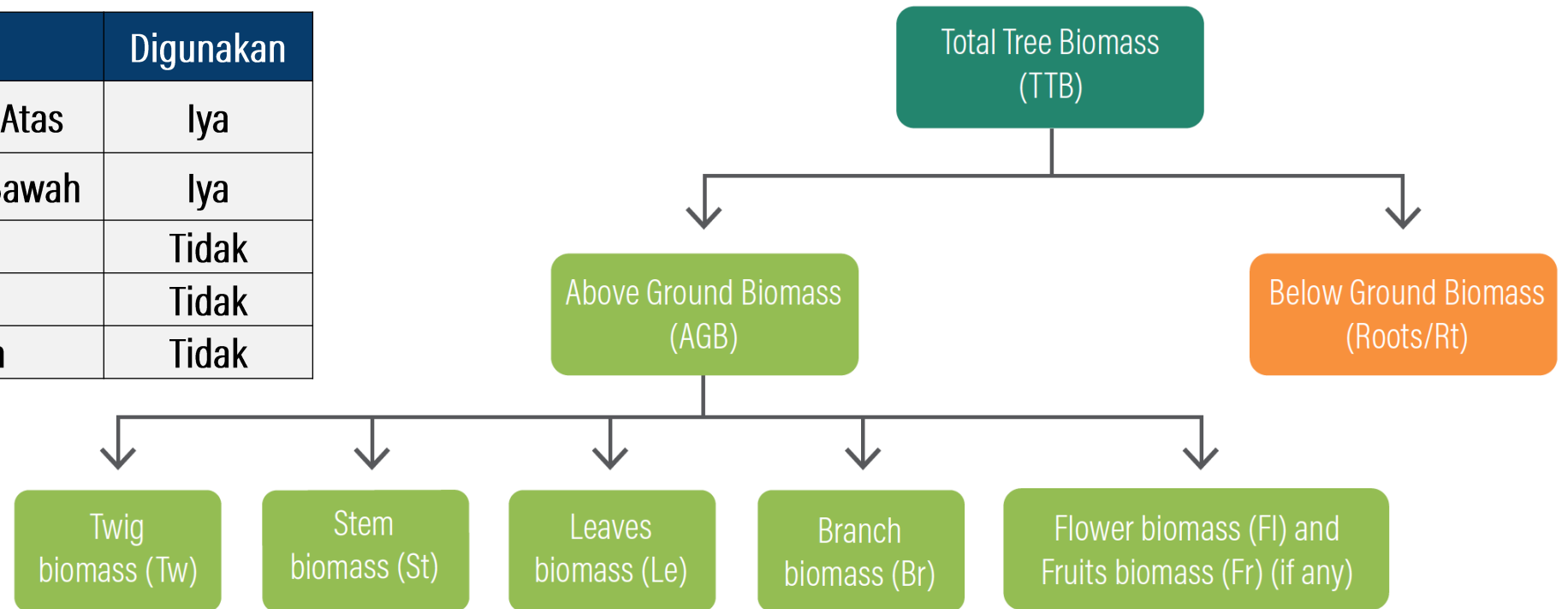
gain-loss method: menghitung total perubahan karbon pada carbon fluxes (transfer dari satu carbon pools ke carbon pools lainnya) dengan menghitung perubahan pada *input component* seperti net primary production dan *output component* seperti respirasi



Metodologi Perhitungan Penyerapan CO₂ per pohon

- Penyerapan CO₂ per pohon pada EMISI dihitung menggunakan **stock difference method**, dimana carbon pools yang digunakan adalah total biomass pohon termasuk biomass bagian atas pohon dan bagian bawah pohon

Jenis Carbon pools	Digunakan
Biomassa Pohon Bagian Atas	Iya
Biomassa Pohon Bagian Bawah	Iya
Kayu Mati	Tidak
Serasah Daun	Tidak
Bahan Organik Tanah	Tidak



Metodologi Perhitungan Penyerapan CO₂ per pohon

- *Carbon stock* pada komponen biomassa pohon diduga dengan menggunakan persamaan alometrika pohon
- **Model Alometrik** pohon menduga biomassa pohon berdasarkan korelasi biomassa terhadap variable penduga yang dapat berupa diameter (D), tinggi (H), dan masa jenis kayu pohon (WD)

$$Biomassa = f(D); Biomassa = f(D, H); Biomassa = f(D, H, WD)$$

- Model Alometrik pohon juga dapat berupa korelasi volume pohon terhadap diameter (D), dan Tinggi (H), dimana volume pohon dapat diubah menjadi biomassa dengan masa jenis kayu (WD) dan nilai BEF (*biomass expansion factor*)

$$Volume = f(D, H);$$
$$Biomassa = V \times WD \times BEF$$

- Selanjutnya *carbon stock* dihitung dengan mengkalikan biomassa dengan fraksi carbon pohon (TCF)

$$Carbon\ stock = Biomassa \times TCF$$

- CO₂ dihitung dengan mengkalikan *carbon stock* dengan perbandingan masa atom relatif C (12) dan CO₂ (44)

$$CO_2 = Carbon\ stock \times \frac{44}{12}$$



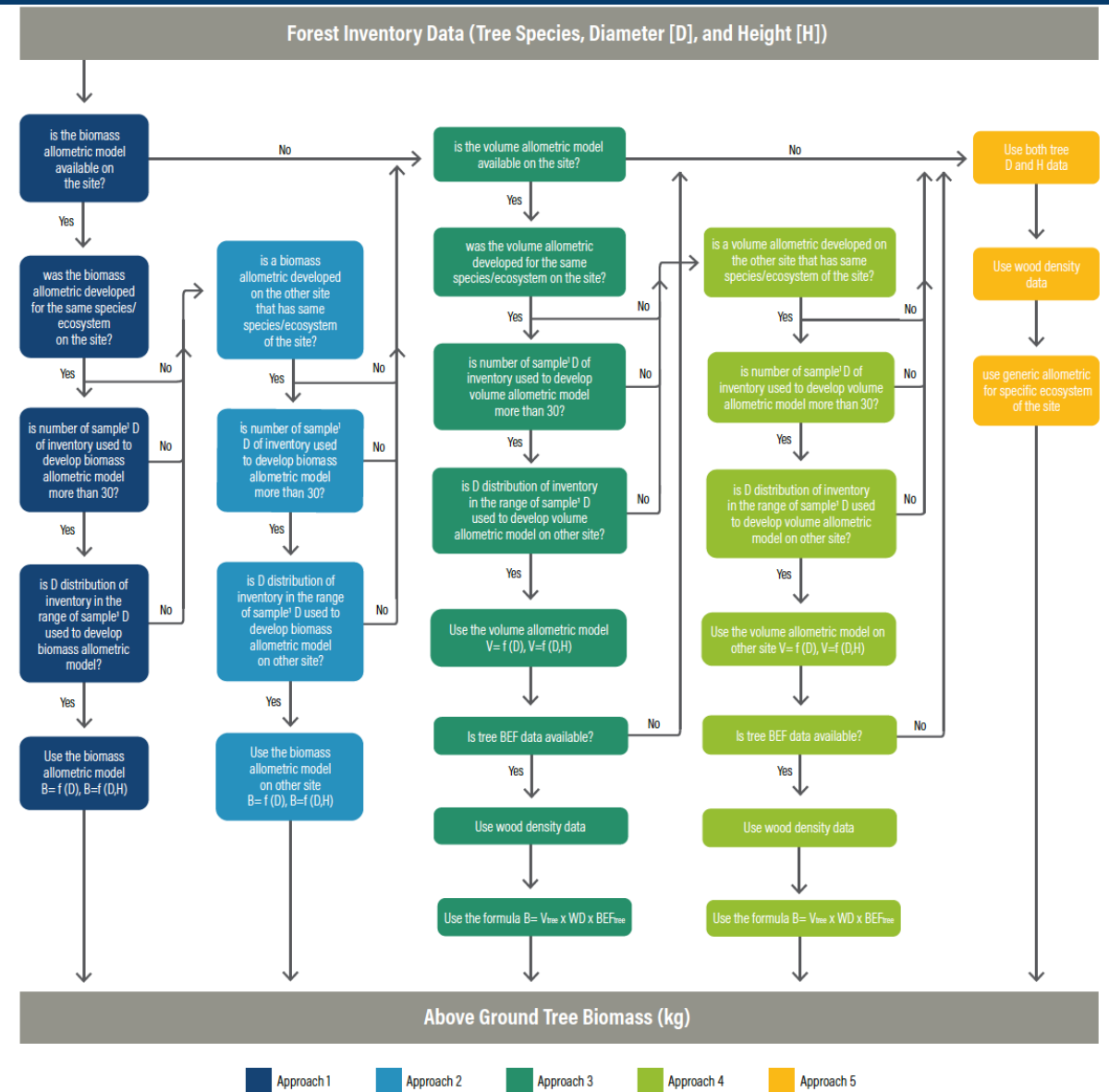
Metodologi Perhitungan Penyerapan CO₂ per pohon: Asumsi yang digunakan

Pendugaan penyerapan CO₂ per pohon untuk penanaman pohon menggunakan beberapa asumsi:

- Pohon yang ditanam diasumsikan bertahan hidup selama 20 tahun (kerangka waktu default oleh IPCC untuk memperkirakan stok karbon dari kegiatan perubahan penggunaan lahan) dan / atau mencapai diameter setinggi dada (DBH) minimal 10 cm (cm).
- Skenario konservatif memperkirakan riap tahunan diameter batang 0,5 cm (Rexon dan Pearson 2010) dan tinggi 0,5 meter (m) (H); Kenaikan H bervariasi antara 0,5 dan 0,9 m selama 20 tahun pertama (Bustomi et al. 2009) untuk pohon di lahan kering atau 0,1 m untuk pohon bakau (Siregar 2007).
- Kepadatan kayu (WD) untuk setiap spesies pohon merupakan mean dari data WD yang disediakan dalam Fungsional Pohon Atribut dan Database Ekologis.
- Jika persamaan alometrik untuk BGB / Rt tidak tersedia, maka BGB dihitung menggunakan rasio akar tunas default (0,27), yang didasarkan pada pedoman IPCC 2006.
- Jika fraksi karbon pohon tidak tersedia untuk spesies atau ekosistem pohon, nilai default 0,47 digunakan berdasarkan pedoman IPCC 2006.

Metodologi Perhitungan Penyerapan CO₂ per pohon: Memilih Model Alometrik Pohon

- Model Alometrika Pohon merupakan variable penentu dalam pendugaan penyerapan CO₂ per pohon
- Model Alometrika pohon dapat berbeda-beda untuk setiap species, tipe ekosistem dan lokasi penanaman pohon
- Model Alometrika tidak tersedia untuk setiap jenis pohon di Indonesia
- Dibuat 5 pendekatan untuk memilih allometrika pohon yang sesuai untuk menduga penyerapan CO₂ melalui penanaman pohon.



Memilih Model Alometrik Pohon: 5 Pendekatan

PARAMETERS	APPROACHES				
	APPROACH 1	APPROACH 2	APPROACH 3	APPROACH 4	APPROACH 5
Tree species	<i>Avicennia marina</i>	<i>Pinus merkussi</i>	<i>Eusideroxylon zwageri</i>	<i>Rhizophora apiculata</i>	<i>Artocarpus integer</i>
Tree diameter increment	0.5 cm per year ^a	0.5 cm per year ^a	0.5 cm per year ^a	0.5 cm per year ^a	0.5 cm per year ^a
Ecosystem	Mangrove forest	Dryland forest	Dryland forest	Mangrove forest	Dryland forest
Location	West Java	Aceh	South Sumatra	DKI Jakarta	Aceh
Allometric equation	$TTB = 0.291 \times D^{2.260}$ ^b	$TTB = 0.178 \times D^{2.586}$ from different location ^b	$V = 0.000101 \times D^{2.619}$ ^b	$V = 0.000107 \times D^{2.4}$ from different location ^b	$AGB = 0.0678 (D^2 \times WD \times H)^{0.976}$ ^d
Number of samples	47 ^b	80 ^b	262 ^b	50 ^b	>1000 ^d
Diameter range for allometric equation	6.4–35.2 cm ^b	0.4–44 cm ^b	8–33 cm ^b	10–57.6 cm ^b	5–150 cm ^d
Biomass expansion factor (BEF)	Not applicable	Not applicable	1.49 ^b	1.55 ^b	Not applicable
Wood density (WD)	Not applicable	Not applicable	561.2 kg/m ^{3c}	583.6 kg/m ^{3c}	647.6 kg/m ^{3c}
Tree carbon fraction (TCF)	0.47 ^b	0.47 ^b	0.47 ^b	0.47 ^b	0.47 ^b
Biomass calculation	<i>TTB</i>	<i>TTB</i>	$AGB = V \times BEF \times W$; $BGB = 0.27 \times AGB$; $TTB = AGB + BGB$	$BGB = 0.27 \times AGB$; $TTB = AGB + BGB$	
Carbon stock calculation	$Carbon\ stock = TTB \times TCF$				
CO ₂ calculation	$CO_{2e} = Carbon\ stock \times \frac{44}{12}$				
Estimated sequestered CO ₂ (ESC) per tree (kg)	91.3	51.1	146.8	94.1	100.1
Average ESC per tree per year (kg)	4.6	2.5	7.3	4.7	5

- **Pendekatan-1:** digunakan apabila model alometrik biomassa pohon yang dikembangkan untuk suatu jenis pohon yang akan diduga di lokasi tertentu tersedia
- **Pendekatan-2:** digunakan apabila model alometrik biomassa pohon yang dikembangkan untuk suatu jenis pohon belum tersedia, tetapi model alometrik biomassa pohon untuk jenis tersebut sudah tersedia di lokasi lain.
- **Pendekatan-3:** digunakan apabila model alometrik biomassa pohon yang dikembangkan untuk suatu jenis pohon tertentu tidak/belum tersedia (baik di lokasi tersebut maupun di lokasi lain) tetapi model alometrik volume pohon yang spesifik untuk jenis yang akan diduga sudah dikembangkan di lokasi tersebut
- **Pendekatan-4:** digunakan apabila model alometrik volume pohon yang dikembangkan untuk suatu jenis pohon yang akan diduga di lokasi tertentu tidak/belum tersedia, tetapi model alometrik volume pohon untuk jenis atau tipe ekosistem tersebut sudah tersedia atau dikembangkan di lokasi lain.
- **Pendekatan-5:** digunakan apabila model alometrik biomassa maupun model alometrik volume pohon yang dikembangkan untuk suatu jenis atau tipe ekosistem yang akan diduga tidak/belum tersedia,



Memilih Model Alometrik Pohon: Contoh Perhitungan

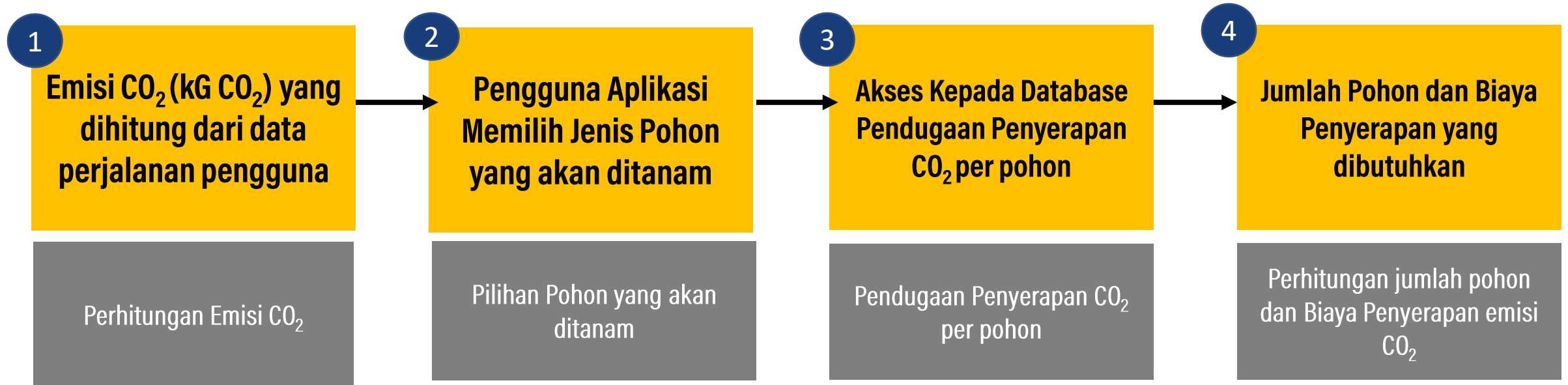
Table B1 | Approach 1: Estimated Sequestered CO₂ for *Avicennia marina* (White Mangrove) Planted in a Mangrove Forest

Year	DBH (cm)	TTB (kg)	Carbon Stock (kg)	CO ₂ e (kg)	Annual CO ₂ e (kg)
2020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2021	0.500	0.061	0.029	0.105	0.105
2022	1.000	0.291	0.137	0.502	0.397
2023	1.500	0.728	0.342	1.254	0.752
2024	2.000	1.394	0.655	2.402	1.148
2025	2.500	2.308	1.085	3.978	1.576
2026	3.000	3.485	1.638	6.006	2.028
2027	3.500	4.937	2.321	8.509	2.503
2028	4.000	6.676	3.138	11.507	2.998
2029	4.500	8.713	4.095	15.016	3.509
2030	5.000	11.055	5.196	19.053	4.037
2031	5.500	13.712	6.445	23.633	4.580
2032	6.000	16.692	7.845	28.769	5.136
2033	6.500	20.002	9.401	34.474	5.705
2034	7.000	23.649	11.115	40.759	6.285
2035	7.500	27.640	12.991	47.637	6.878
2036	8.000	31.980	15.031	55.117	7.480
2037	8.500	36.676	17.238	63.210	8.093
2038	9.000	41.733	19.615	71.927	8.716
2039	9.500	47.157	22.164	81.275	9.348
2040	10.000	52.953	24.888	91.264	9.989
Total CO₂e at year 20 (kg)				91.264	

Table B2 | Approach 2: Estimated Sequestered CO₂ for *Pinus merkussi* (Pine) Planted in Dryland Forest

Year	DBH (cm)	TTB (kg)	Carbon Stock (kg)	CO ₂ e (kg)	Annual CO ₂ e (kg)
2020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2021	0.500	0.019	0.009	0.032	0.032
2022	1.000	0.103	0.048	0.178	0.145
2023	1.500	0.279	0.131	0.481	0.304
2024	2.000	0.566	0.266	0.976	0.495
2025	2.500	0.980	0.461	1.690	0.714
2026	3.000	1.535	0.721	2.645	0.956
2027	3.500	2.242	1.054	3.865	1.219
2028	4.000	3.114	1.464	5.367	1.502
2029	4.500	4.160	1.955	7.170	1.803
2030	5.000	5.390	2.533	9.290	2.120
2031	5.500	6.814	3.202	11.744	2.454
2032	6.000	8.439	3.967	14.545	2.802
2033	6.500	10.275	4.829	17.709	3.164
2034	7.000	12.329	5.795	21.249	3.540
2035	7.500	14.609	6.866	25.178	3.929
2036	8.000	17.121	8.047	29.508	4.330
2037	8.500	19.874	9.341	34.252	4.744
2038	9.000	22.873	10.750	39.421	5.169
2039	9.500	26.125	12.279	45.027	5.605
2040	10.000	29.637	13.929	51.079	6.053
Total CO₂e at year 20 (kg)				51.079	

Alur Perhitungan Jumlah Pohon untuk Penyerapan Emisi CO₂ : Aplikasi EMISI



Perhitungan Jumlah Pohon untuk Penyerapan Emisi CO₂

Jumlah Pohon:

$$\text{Jumlah Pohon} = \frac{\text{Emisi CO}_2 \text{ Pengguna}}{\text{Penyerapan Emisi CO}_2 \text{ per pohon}}$$

Biaya Penyerapan:

$$\text{Biaya penyerapan} = \text{Jumlah pohon} \times \text{biaya penanaman pohon}^*$$

* Biaya bibit pohon, perawatan pohon, penyulaman pohon, dan monitoring pohon yang dilakukan oleh petani lokal melalui kerjasama WRI Indonesia dengan Mitra Penanam Pohon,



WRI INDONESIA



Contoh Perhitungan Jumlah Pohon: Aplikasi EMISI

08:00 VoLTE 4G+

Perjalanan



1, Jl. Asia Afrika No.19, RW.3, Gelora, Kecamatan Tanah Abang, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10270, Indonesia

🕒 Jumat, 18 September 2020 19:09 ✎

1 Hari 1 Minggu 1 Bulan **1 Tahun ✓**

Sen Sel Rab Kam Jum Sab Min

Total Jarak	Emisi CO2	Emisi SO2
797,8 Km	82,0 Kg	0,008 Kg
Emisi CO	Emisi NOx	Emisi PM2.5
13,3 Kg	0,5 Kg	0,02 Kg

Lihat Detil Perjalanan

Total Emisi CO ₂ Perjalanan	Species Pohon	Nama Umum	Pendugaan Penyerapan CO ₂ (kg)	Jumlah Pohon
(A)	(B)		(C)	(D) = (A)/(C)
82.0	<i>Avicennia marina</i>	Bakau Putih	91.26	0.90
82.0	<i>Pinus merkussi</i>	Pinus	51.08	1.61
82.0	<i>Eusideroxylon zwageri</i>	Ulin	146.84	0.55
82.0	<i>Rhizophora apiculata</i>	Bakau	94.01	0.87
82.0	<i>Artocarpus integer</i>	Cempedak	100.14	0.82
82.0	<i>Toona Seruni</i>	Surian	59.82	1.37
82.0	<i>Shorea sp</i>	Meranti	93.49	0.87

Contoh Perhitungan Jumlah Pohon: Aplikasi EMISI

Perjalanan

1, Jl. Asia Afrika No.19, RW.3, Gelora, Kecamatan Tanah Abang, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10270, Indonesia

Jumat, 18 September 2020 19:09

1 Hari | 1 Minggu | 1 Bulan | **1 Tahun ✓**

Sen | Sel | Rab | Kam | Jum | Sab | Min

Total Jarak	Emisi CO2	Emisi SO2
797,8 Km	82,0 Kg	0,008 Kg
Emisi CO	Emisi NOx	Emisi PM2.5
13,3 Kg	0,5 Kg	0,02 Kg

Lihat Detil Perjalanan

Persentase Emisi Tiap Kendaraan

Serap Emisi

Mitra Penanam: **Mitra Aksi**

Jenis pohon: **Pohon Surian (Surian)**

Estimasi penyerapan emisi per-pohon: **59,8 Kg CO2**

Biaya per-pohon yang dipilih: **Rp50.000**

Jumlah pohon yang dibutuhkan: **1,38 Pohon**

Rp72.171 | 82,0 Kg CO2

1 Hari | 1 Minggu | 1 Bulan | **1 Tahun**

Kontribusimu akan membantu:

- Mencegah semakin parahnya krisis iklim
- Meningkatkan kondisi ekosistem hutan dan habitat hewan liar di Indonesia
- Menhasilkan produk-produk makanan dan kehutanan yang bisa

Serap Emisi

Mitra Penanam: **Forum Konservasi Leuser**

Jenis pohon: **Pohon Meranti (Meranti)**

Estimasi penyerapan emisi per-pohon: **93,5 Kg CO2**

Biaya per-pohon yang dipilih: **Rp45.000**

Jumlah pohon yang dibutuhkan: **0,88 Pohon**

Rp41.543 | 82,0 Kg CO2

1 Hari | 1 Minggu | 1 Bulan | **1 Tahun**

Kontribusimu akan membantu:

- Mencegah semakin parahnya krisis iklim
- Meningkatkan kondisi ekosistem hutan dan habitat hewan liar di Indonesia

Pemantauan dan Penanaman Pohon

Pantau Pohon

Kamu dapat memantau situasi kapan pohonmu ditanam, serta oleh siapa pohon tersebut ditanam!

Meranti
Kamu memiliki 1 pohon Meranti

Surian
Kamu memiliki 1 pohon Surian

Pohon Surian

Pohon Surian (Toona sureni) merupakan pohon yang mudah tumbuh di daerah tropis, terutama pada dataran tinggi dengan suhu sekitar 22 derajat Celcius.

Desa Talang Kemuning, Kerinci, Jambi

7 Orang

Mitra Aksi

Simplifikasi dan Limitasi

Simplifikasi:

- Model pertumbuhan pohon dianggap linear, yang tentunya pada kenyataan lapangan pohon tidak tumbuh secara linear karena dipengaruhi oleh kualitas bibit pohon, perawatan dan kondisi lingkungan
- Pohon yang ditanam dianggap akan tumbuh selama 20 tahun, dan untuk memastikan ini setiap pohon yang mati akan digantikan dengan pohon yang baru, sehingga hal ini dapat mempengaruhi laju pertumbuhan pohon.
- Asumsi pertumbuhan pohon adalah berdasarkan riap pohon tahunan yang paling rendah untuk mengoreksi potensi penurunan riap pohon karena penyulaman pohon.

Limitasi:

- Model alometrik yang digunakan untuk pendugaan penyerapan CO₂ masih menghasilkan error dan bias yang belum dapat diukur secara kuantitatif karena keterbatasan data model alometrik dan data ukuran diameter dan tinggi pohon dari berbagai jenis pohon



Pengembangan Selanjutnya

1

Update berkala database variable model alometrik pohon yang telah dikembangkan diseluruh Indonesia

2

Melakukan pendataan riap pohon secara berkala untuk meningkatkan akurasi model pertumbuhan pohon yang digunakan

3

Melakukan pengukuran eror dan bias serta pembaharuan model alometrik

4

Melakukan pemutakhiran perhitungan biomassa dan estimasi penyerapan CO₂ untuk pemantauan capaian penyerapan emisi melalui penanaman pohon

2:36



WRI INDONESIA



WRI INDONESIA

2:36

PENYERAPAN EMISI



Penyerapan emisi adalah metode menyerap emisi dengan jumlah yang setara dengan yang dikeluarkan. Salah satu cara penyerapan emisi adalah dengan menanam pohon di wilayah restorasi.



Mulai



WINROCK INTERNATIONAL

Technical Note dan Aplikasi EMISI

Pelajari Lebih Lanjut Perhitungan Pendugaan Penyerapan CO₂ pada Technical Note Indonesia Zero Emissions Application (EMISI) (Oct. 2020):

<https://wri-indonesia.org/en/publication/technical-note-emisi-app-urban-transport-tree>

APLIKASI DAN WEBSITE EMISI WRI INDONESIA

The image displays the EMISI application interface on a laptop and two smartphones. The laptop screen shows the website with a green header and a hand holding a smartphone. The text on the laptop screen reads "Hitung emisi yang kamu keluarkan selama perjalanan". The smartphone screens show the app interface with various data points and a bar chart.

nol-emisi.id

Tersedia di GET IT ON Google Play



WRI INDONESIA



WINROCK INTERNATIONAL



WRI INDONESIA



Terima Kasih!
Jadi #pejuangbumi dan
#tanampohon dengan EMISI

