

# Pengembangan Aplikasi Carbonstock Berbasis Web Untuk Perhitungan Cadangan Karbon

1<sup>st</sup> Arfan Salman Ramahan  
School of Applied Science  
Telkom University  
Bandung, Indonesia

arfansalman@student.telkomuniversity.  
ac.id

2<sup>nd</sup> Muhammad Iqbal  
School of Applied Science  
Telkom University  
Bandung, Indonesia

miqbal@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Mia Rosmiati  
School of Applied Science  
Telkom University  
Bandung, Indonesia

mia@tass.telkomuniversity.ac.id

Permasalahan pemanasan global mendorong perlunya sistem perhitungan cadangan karbon yang akurat dan efisien. Namun, pencatatan perhitungan cadangan karbon saat ini masih bersifat manual sehingga berisiko terjadinya kesalahan dan keterlambatan. Oleh karena itu dikembangkan aplikasi *CarbonStock* berbasis web untuk membantu proses monitoring perhitungan cadangan karbon sesuai dengan SNI 7724:2019. Aplikasi ini mencakup perhitungan dan monitoring data dari berbagai biomassa seperti semai, tumbuhan bawah, serasah, tanah, pancang, tiang, pohon, dan *nekromas*. Pengembangan aplikasi web dilakukan menggunakan *framework* Laravel, Supabase sebagai layanan *backend cloud*, serta integrasi ke aplikasi *mobile* berbasis Android. Sistem dirancang dengan arsitektur *client-server* yang mendukung sinkronisasi data *real-time*. Metode yang digunakan mengikuti model Waterfall, dimulai dari analisis kebutuhan, perancangan database dan antarmuka menggunakan Figma, implementasi kode, hingga pengujian sistem. Fitur utama mencakup login, manajemen tim, input dan validasi data, kalkulasi otomatis kandungan karbon dan CO<sub>2</sub>, serta pembuatan laporan dalam bentuk PDF. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil meningkatkan efisiensi proses input data, di mana penginputan manual membutuhkan waktu 10 menit karena dilakukan dalam dua tahap, sementara aplikasi *CarbonStock* hanya membutuhkan waktu 5 menit per zona, menghasilkan efisiensi waktu sebesar 50%. Selain itu, berdasarkan hasil uji kuisioner, sebanyak 75,71% responden menyatakan bahwa aplikasi ini mampu menjawab permasalahan yang mereka hadapi selama proses pencatatan cadangan karbon. Aplikasi juga memberikan kemudahan dalam proses pengawasan dan pelaporan oleh admin. Dengan demikian, aplikasi *CarbonStock* diharapkan dapat menjadi solusi digital yang bermanfaat dalam mendukung pelestarian lingkungan melalui proses monitoring karbon setiap wilayah secara real time yang lebih terstandar dan modern.

**Kata kunci**— aplikasi web, Biomassa *CarbonStock*, Real time, SNI 7724:2019

## I. PENDAHULUAN

Pemanasan Iklim merupakan permasalahan global yang berdampak pada masyarakat Indonesia. Selain itu hampir setiap orang di muka bumi ini merasakan dampak yang ditimbulkannya. Salah satu dampak perubahan iklim adalah pemanasan global. Pemanasan global adalah proses dimana

panas matahari diserap oleh lapisan sangat tipis atmosfer bumi dan kemudian dipantulkan kembali ke angkasa sebagai sinar infra merah. Terjemaknya radiasi infra merah di atmosfer bumi yang tipis membuat atmosfer menjadi lebih hangat.[1] Dampak lingkungan yang sedang berlangsung yang dapat dibuktikan dengan fakta antara lain mencairnya lapisan es di kutub Utara dan Selatan, naiknya permukaan air laut, gelombang panas yang semakin panas, hilangnya gletser dan perubahan iklim (*climate change*) yang semakin ekstrim. Perubahan iklim merupakan perubahan iklim yang berhubungan langsung atau tidak langsung dengan aktivitas manusia dan dapat mengubah komposisi atmosfer global dengan penambahan variabel iklim alami sebanding dengan periodenya.[2]

Pemanasan global merupakan fenomena dimana suhu rata-rata di permukaan bumi meningkat akibat meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Permasalahan ini mempunyai dampak yang signifikan terhadap lingkungan dan kehidupan manusia karena pemanasan global menyebabkan perubahan iklim yang ekstrim, seperti peningkatan suhu rata-rata, perubahan curah hujan, dan meningkatnya peningkatan kejadian cuaca ekstrim seperti banjir dan kekeringan. Selain pemanasan global juga akan menyebabkan kekeringan di banyak wilayah Pemanasan global dapat meningkatkan kekeringan di banyak wilayah di dunia, yang dapat mengancam pasokan air minum, pertanian dan menyebabkan kebakaran hutan.[3]

Perjanjian Paris yang dihasilkan dalam Konferensi Perubahan Iklim PBB pada tahun 2015 menjadi tonggak penting dalam upaya global untuk menanggulangi perubahan iklim. Negara-negara yang menandatangani perjanjian ini, termasuk Indonesia, berkomitmen untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan membatasi peningkatan suhu global di bawah 2°C dibandingkan dengan tingkat pra-industri. [4] Hutan Indonesia sering disebut sebagai salah satu paru-paru dunia dan menyediakan oksigen bagi kehidupan makhluk hidup. Hutan dapat menyerap karbon dioksida, dan menghasilkan oksigen yang dibutuhkan manusia.[5]

Salah satu senyawa yang bereaksi dengan karbon adalah oksigen sehingga membentuk senyawa karbon dioksida. Berdasarkan studi literatur, salah satu senyawa penyumbang karbon adalah CO<sub>2</sub> yang merupakan gas rumah kaca yang dihasilkan dari aktivitas masyarakat. Penghitungan karbon

juga dapat dipahami sebagai keputusan terkait pengurangan emisi, pemahaman dampak iklim, dan penghitungan emisi.[6]

Namun, sebagian besar perhitungan cadangan karbon di lapangan masih banyak dilakukan secara manual dengan menggunakan kertas, spreadsheet, dan perhitungan tidak langsung. Hal ini menimbulkan beberapa tantangan, seperti risiko, kesalahan, pencatatan data, dan keterbatasan pencarian data dalam jangka panjang.

Pada tugas akhir ini, telah dikembangkan sebuah aplikasi CarbonStock berbasis web yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi proses perhitungan cadangan karbon menjadi lebih akurat sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Aplikasi ini dirancang untuk monitoring dan menghitung cadangan karbon berdasarkan parameter biomassa sesuai dengan standar SNI 7724:2010. Pengambilan data didasarkan pada subplot, yaitu subplot A (semai, tumbuhan bawah, serasah, tanah), subplot B (pancang), subplot C (tiang), dan subplot D (pohon, nekromas).

Pengembangan aplikasi ini telah melalui proses analisis kebutuhan surveyor, perancangan *database* bertingkat (dari plot area hingga sub-plot), hingga tahap implementasi dan pengujian. Untuk mendukung fleksibilitas input data, terutama di lapangan, aplikasi ini juga dikembangkan dalam bentuk aplikasi Android yang memungkinkan pengguna menginput data setiap biomassa secara langsung menggunakan perangkat *mobile*. Aplikasi *mobile* ini terintegrasi secara *real-time* dengan Supabase, sebuah platform *backend* berbasis *cloud* yang mendukung autentikasi, penyimpanan data, serta sinkronisasi antara sistem web dan *mobile*.

Hasil dari tugas akhir ini menunjukkan bahwa sistem dapat meningkatkan efisiensi pengumpulan dan penghitungan data karbon, mengurangi potensi kesalahan, serta memudahkan pelaporan dan pencarian data. Dengan demikian, aplikasi CarbonStock diharapkan dapat mendukung kegiatan konservasi dan pengelolaan lingkungan berbasis teknologi secara berkelanjutan.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Cadangan Karbon

Cadangan karbon adalah jumlah karbon yang tersimpan di berbagai jenis tanaman atau pohon. Yang paling penting adalah tanah, biomassa tanaman, dan jaringan tanaman mati (*necromass*). Tanah dan tumbuhan mempunyai cadangan karbon yang berbeda. Penentuan cadangan karbon dilakukan melalui konversi biomassa sesuai dengan standar SNI 7724:2019, memanfaatkan faktor karbon 0,47 dan melakukan estimasi CO<sub>2</sub> melalui rasio 44/12.[7]

### B. Standar SNI 7724:2010

Standar ini menggambarkan metodologi untuk penilaian dan kuantifikasi cadangan karbon dalam ekosistem hutan. Subplot dikategorikan menjadi empat bagian berdasarkan area dan jenis biomassa yang ada:

- Subplot A: Semai, Serasah, Tumbuhan Bawah, Tanah (Plot 1 m<sup>2</sup>)
- Subplot B: Pancang, Mangrove (Plot 25 m<sup>2</sup>)
- Subplot C: Tiang (Plot 100 m<sup>2</sup>)
- Subplot D: Pohon, *Nekromas* (Plot 400 m<sup>2</sup>)

### C. Formula Perhitungan Karbon

#### 1. Penghitungan biomassa bawah permukaan (akar)

$$Bbp = NAP \times Bap \quad (1)$$

Keterangan:

- *Bbp* = biomassa bawah permukaan, dinyatakan dalam kilogram (kg);
- *NAP* = nilai nisbah akar puncak;
- *Bap* = nilai biomassa atas permukaan, dinyatakan dalam kilogram (kg).

#### 2. Penghitungan bahan organik serasah, kayu mati dan pohon mati

$$Bo = \frac{Bks \times Bbt}{Bbs} \quad (2)$$

Keterangan:

- *Bo* = berat bahan organik, dinyatakan dalam kilogram (kg);
- *Bks* = berat kering contoh, dinyatakan dalam kilogram (kg);
- *Bbt* = berat basah total, dinyatakan dalam kilogram (kg);
- *Bbs* = berat basah contoh, dinyatakan dalam kilogram (kg).

#### 3. Penghitungan karbon dari bahan organik mati (serasah, kayu mati dan pohon mati)

$$Cm = Bo \times \% C \text{ organik} \quad (3)$$

Keterangan:

- *C<sub>m</sub>* = kandungan karbon bahan organik mati, dinyatakan dalam kilogram (kg);
- *Bo* = total biomassa/bahan organik, dinyatakan dalam kilogram (kg);
- *%C organik* = nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47 atau menggunakan nilai persen karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium.

#### 4. Penghitungan karbon tanah

$$Ct = Kd \times \rho \times \% C \text{ organik} \quad (5)$$

Keterangan

- *C<sub>t</sub>* = kandungan karbon tanah, dinyatakan dalam gram (g/cm<sup>2</sup>);
- *Kd* = kedalaman contoh tanah/kedalaman tanah gambut, dinyatakan dalam sentimeter (cm)
- *ρ* = kerapatan lindak (bulk density), dinyatakan dalam gram per meter kubik (g/cm<sup>3</sup>);
- *%C organik* = nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47 atau menggunakan nilai persen karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran di laboratorium.[8]

### D. Index Keanekaragaman Hayati

Indeks Shannon-Wiener ( $H'$ ) berfungsi sebagai metrik kuantitatif untuk menilai tingkat keanekaragaman spesies dalam konteks ekologis. Rumus untuk perhitungannya digambarkan sebagai berikut::

$$H' = - \sum_{n=1}^S \left( \frac{n_i}{N} \times \ln \left( \frac{n_i}{N} \right) \right)$$

Keterangan:

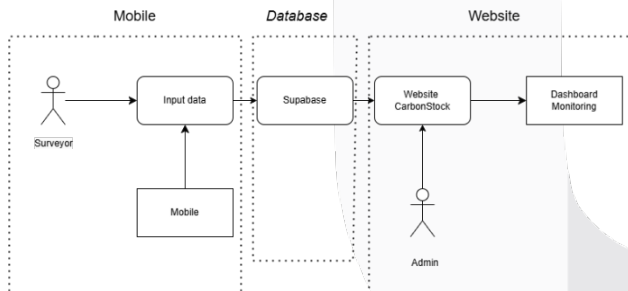
- $H'$ : Nilai indeks keanekaragaman
- $S$ : Jumlah total spesies yang ditemukan
- $n_i$ : Jumlah individu dari spesies ke- $i$
- $N$ : Total individu dari seluruh spesies
- $\ln$ : Logaritma natural, yaitu logaritma dengan basis bilangan Euler ( $e \approx 2.718$ )[9]

#### E. Teknologi Pendukung

Laravel telah dipilih sebagai *framework* backend karena arsitektur Model-View-Controller (MVC) dan kompatibilitasnya dengan Supabase. Supabase melayani tujuan memfasilitasi sinkronisasi data real-time dan protokol otentikasi di seluruh platform web dan *mobile*.

### III. METODE

#### A. Arsitektur Sistem



GAMBAR 1  
Arsitektur Sistem

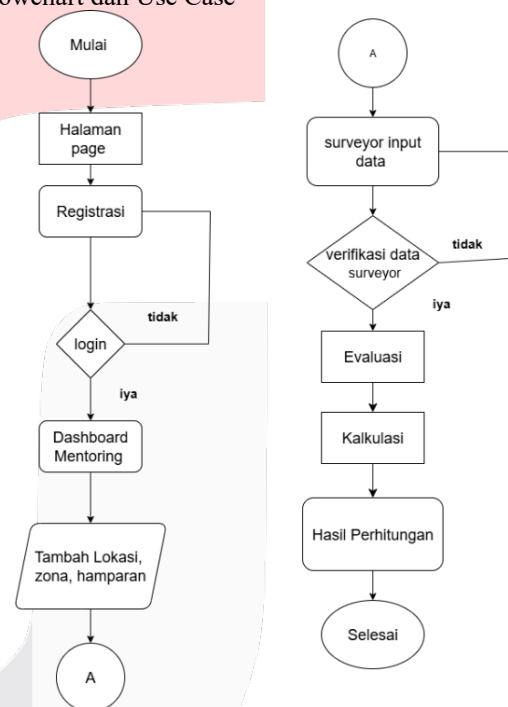
Arsitektur sistem CarbonStock dirancang dengan pendekatan *client-server* yang terintegrasi dengan aplikasi *mobile* dan aplikasi *website* melalui layanan *backend* berbasis *cloud*. Sistem ini terdiri tiga komponen:

1. Surveyor melakukan penginputan data di lapangan cadangan karbon seperti biomassa terdiri dari berat basah, berat kering, sedangkan untuk pancang, pohon, serasah, nekromas melalui aplikasi *mobile*.
2. Supabase sebagai *server database* yang menyimpan semua informasi yang dikirim dari aplikasi *mobile*. Melalui supabase, *sinkronisasi* antara aplikasi *mobile* dan *website* CarbonStock dapat berlangsung dengan stabil tanpa perlu dukungan server lain

3. Admin menggunakan *website* untuk memantau, mengelola, monitoring dan memproses data yang sudah dikirim oleh surveyor.

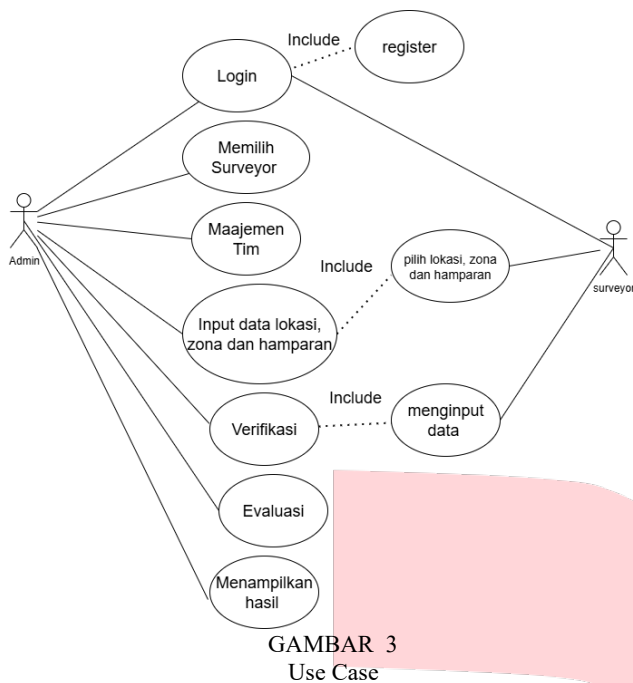
Dengan arsitektur ini, sistem CarbonStock dibangun menggunakan *framework* Laravel dan terintegrasi dengan Supabase untuk mendukung koneksi antara aplikasi web dan aplikasi *mobile*. Dalam pelaksanaannya, Surveyor melakukan penginputan data lapangan menggunakan aplikasi *mobile*, yang secara langsung disimpan ke dalam Supabase. Data tersebut kemudian dapat diakses oleh Admin melalui *Website* CarbonStock yang berbasis Laravel. Melalui *website* ini, Admin memiliki kemampuan untuk memantau data secara *real-time*, mengelola data, dan menghasilkan laporan. Dengan adanya integrasi Supabase, sistem ini memastikan bahwa data dapat tersinkronisasi antara Surveyor di lapangan dan Admin di pusat dengan cepat dan efisien.

#### B. Flowchart dan Use Case



GAMBAR 2  
Flowchart

Gambar alur sistem ini admin akan melakukan registrasi untuk surveyor dan *login* sebagai admin setelah masuk ke *dashboard monitoring* admin akan menambah data lokasi, zona dan hamparan yang akan digunakan survey oleh surveyor. Setelah di masuk data, admin melakukan verifikasi data. Bila data sesuai data akan di kalkulasi cadangan karbon. Hasil perhitungan akan ditampilkan pada *dashboard monitoring*.



Menggambarakan diagram *use case* dari sisi admin dan surveyor. Peran admin sangat penting dalam proses awal yang dimulai dari login membuat tim, memilih surveyor untuk memasukkan ke tim hingga penginputan lokasi, zona dan hamparan. Setelah data sudah ada dari surveyor admin melakukan evaluasi data yang masuk, verifikasi hasil input dan akhirnya menyajikan hasil akhir yang kepada pihak yang kepentingan. Surveyor terlebih dahulu registrasi untuk masuk ke sistem, kemudian memilih lokasi, zona dan hamparan yang sudah di tentukan oleh admin setelah itu surveyor melakukan penginputan data survei dari lapangan. Diagram ini menunjukkan dua peran (*roles*), yaitu Surveyor dan Admin dengan batasan tanggung jawab namun dalung terhubung untuk menghasilkan data cadangan karbon yang yang valid.

#### C. PENGEMBANGAN SISTEM

Pengembangan aplikasi dilakukan secara *fullstack* menggunakan *framework* Laravel. *Backend*, *frontend*, dan manajemen *database* dibangun dalam satu ekosistem Laravel. Sistem ini juga diintegrasikan dengan Supabase untuk mendukung konektivitas ke aplikasi *mobile*.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi dilakukan sesuai rencana yang telah disusun dalam bab sebelumnya. Struktur kode project, serta hasil implementasi dapat dijelaskan sebagai berikut.

##### A. Struktur Kode Proyek

aplikasi Carbonstock memiliki satu *role* yaitu admin. Aplikasi ini dikembangkan menggunakan visual studio code dengan memanfaatkan pendekatan *single projek*. Implementasi arsitektur Model View Controller (MVC) dilakukan dengan memisah logika aplikasi, akses ke database dan tampilan antarmuka. Arsitektur ini menjadikan sistem lebih terorganisir, terpadu dengan baik, serta mempermudah dalam tahap pengembangan dan pemeliharaan.

#### B. Hasil Implementasi

Dashboard Monitoring

| No | Detail | Total Cadangan Karbon | Perhitungan Karbon | Survei | Verifikasi Karbon | Evaluasi | Total | Detail | Detail | Detail | Detail | Detail | Detail | Detail | Detail | Detail | Detail | Detail |
|----|--------|-----------------------|--------------------|--------|-------------------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1  | Detail | 0.00                  | 0.00               | 0.00   | 0.00              | 0.00     | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 2  | Detail | 0.00                  | 0.00               | 0.00   | 0.00              | 0.00     | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 3  | Detail | 0.00                  | 0.00               | 0.00   | 0.00              | 0.00     | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 4  | Detail | 0.00                  | 0.00               | 0.00   | 0.00              | 0.00     | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |
| 5  | Detail | 0.00                  | 0.00               | 0.00   | 0.00              | 0.00     | 0.00  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   |

GAMBAR 4  
Hasil implementasi

Implementasi CarbonStock ini telah berhasil dilakukan dan menghasilkan fitur-fitur utama yang berfungsi dengan baik, baik di sisi admin. Aplikasi ini memantau dan validasi data oleh admin melalui dashboard web. Fitur lain yang telah berhasil diterapkan mencakup: login dan registrasi pengguna, manajemen tim dan lokasi, perhitungan otomatis untuk cadangan karbon dengan menggunakan standar SNI 7724, serta pembuatan laporan dalam format PDF yang dapat diunduh oleh admin.

#### C. Pengujian

Pengujian terhadap sistem CarbonStock dilakukan menggunakan kuesioner berbasis skala Likert yang dirancang untuk mengevaluasi sejauh mana kemudahan penggunaan sistem dirasakan oleh pengguna. Responden diminta menjawab tujuh pertanyaan yang mencakup berbagai aspek, seperti kemudahan navigasi antarmuka, pemahaman terhadap ikon dan fitur, serta kenyamanan dalam menjalankan tugas administratif di dashboard. Total terdapat 10 responden yang berpartisipasi, sehingga terkumpul sebanyak 70 jawaban.

Dari hasil analisis, sebanyak 40 jawaban 57,14% masuk dalam kategori *mudah*, 13 jawaban 18,57% dinilai *sangat mudah*, dan 17 jawaban 24,29% dianggap *cukup*. Jika digabungkan, terdapat 53 dari 70 jawaban 75,71% yang memberikan respons positif terhadap kemudahan penggunaan sistem. Hal ini menunjukkan bahwa fitur-fitur dalam CarbonStock secara umum dianggap intuitif, mudah dipahami, dan dapat dioperasikan dengan nyaman oleh pengguna dari berbagai latar belakang, mulai dari dosen, mahasiswa, hingga pegawai.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari proses pengembangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi web CarbonStock berhasil dibangun dan mampu mencatat serta menghitung cadangan karbon sesuai dengan standar SNI 7724:2019. Sistem ini terbukti meningkatkan efisiensi proses perhitungan hingga 50%, dengan waktu input data yang lebih singkat dibandingkan metode manual. Selain itu, sebanyak 75,71% responden memberikan tanggapan positif terhadap kemudahan penggunaan sistem, yang menunjukkan bahwa fitur-fitur yang tersedia telah efektif membantu pengguna dalam menjalankan tugasnya secara lebih mudah dan praktis. Sistem web dan mobile yang terintegrasi juga mempermudah proses pengumpulan dan pengelolaan data cadangan karbon

baik di lapangan maupun di pusat. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar sistem dilengkapi dengan fitur berbasis kecerdasan buatan (AI) untuk melakukan prediksi cadangan karbon dalam lima tahun ke depan, serta penambahan fitur ekspor laporan dalam format Excel yang dapat langsung dikirimkan melalui email guna mendukung kebutuhan pelaporan formal yang lebih fleksibel dan efisien.

#### REFERENSI

- [1] A. T. M. W. P. Nik Haryanti1, “STRATEGI PENANGGULANGAN PEMANASAN GLOBAL TERHADAP DAMPAK LAJU PEREKONOMIAN DALAM PANDANGAN ISLAM,” 2022.
- [2] N. Rahmadania and T. Sipil, “Pemanasan Global Penyebab Efek Rumah Kaca dan Penanggulangannya.”
- [3] Aprianta Tarigan *et al.*, “Dampak Pemanasan Global Terhadap Lingkungan Hidup Di Kota Medan: Tinjauan Terhadap Kebijakan Mitigasi Dan Respon Masyarakat,” *Atmosfer: Jurnal Pendidikan, Bahasa, Sastra, Seni, Budaya, dan Sosial Humaniora*, vol. 2, no. 3, pp. 33–46, Jun. 2024, doi: 10.59024/atmosfer.v2i3.873.
- [4] M. B. Ahmad, “IMPLEMENTASI PARIS AGREEMENT TERHADAP PENANGANAN EMISI KARBON DI INDONESIA,” 2023. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/376811251>
- [5] H. Wahyuni and S. Suranto, “Dampak Deforestasi Hutan Skala Besar terhadap Pemanasan Global di Indonesia,” *JlIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan*, vol. 6, no. 1, pp. 148–162, Mar. 2021, doi: 10.14710/jiip.v6i1.10083.
- [6] F. Galih Saputra and K. Bayangkara, “LITERATURE REVIEW: ANALISIS PENGUNGKAPAN AKUNTANSI KARBON SERTA PENCEGAHAN TERKAIT MENINGKATKANYA EMISI KARBON PADA PERUSAHAAN DI INDONESIA,” 2024. [Online]. Available: <https://journalpedia.com/1/index.php/jkma>
- [7] R. Golindira, “Pemanfaatan Aplikasi Drone dalam Mengevaluasi Cadangan Karbon pada Beberapa Tingkat Umur Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq),” 2024.
- [8] “Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon- Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (ground based forest carbon accounting),” 2011, [Online]. Available: [www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)
- [9] Hidayat I, “KEANEKARAGAMAN JENIS TUMBUHAN PADA TIAP TIPE HABITAT DI KAWASAN TAMAN NASIONAL ZAMRUD, RIAU,” 2025.