

Estimasi Serapan Karbon Dioksida Pohon Menggunakan Logika Fuzzy Sugeno Berbasis MATLAB

Oleh:

Edwin Yudha Pratama (NIM: 191080200126),

Sumarno

Program Studi Informatika

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Agustus, 2026



Pendahuluan

Mitigasi Iklim & Inventarisasi Digital

Perubahan iklim global menuntut aksi mitigasi konkrit melalui pemeliharaan stok karbon hutan. Pohon menyerap CO₂ atmosferik secara alami melalui proses fotosintesis yang tersimpan dalam biomassa.

Pengukuran manual konvensional di lapangan kerap terkendala oleh variasi vegetasi dan kompleksitas struktur hutan. Penggunaan AI melalui Logika Fuzzy Sugeno hadir sebagai solusi tepat untuk mengatasi ketidakpastian data biologis secara presisi.

Pertanyaan Penelitian (Rumusan Masalah)

- Bagaimana mengestimasi nilai rata-rata serapan CO₂ per pohon dan per petak wilayah secara presisi menggunakan pendekatan logika fuzzy berbasis komputasi MATLAB?

Metode

Pengumpulan Data Primer

Metode kuantitatif eksperimental dengan *purposive sampling* di Kawasan Hutan Konservasi R. Soeryo.

Luas Petak Ukur: 10 meter × 50 meter (500 m² / 0,05 Hektar).

Jumlah Sampel: 17 Pohon (Suren, Tanjung, Ekaliptus, Pinus, Laurel Camper).

Parameter Fisik: Diameter at Breast Height (DBH dalam cm) dan Tinggi Total Pohon (H dalam cm).

Hasil

- Tahap awal penelitian dilakukan dengan menghitung nilai biomassa di atas permukaan tanah (*Above Ground Biomass/AGB*) menggunakan persamaan allometrik Chave. Parameter yang digunakan meliputi diameter batang (DBH), tinggi pohon (H), dan berat jenis kayu rata-rata sebesar $0,60 \text{ g/cm}^3$. Perhitungan ini bertujuan untuk mengetahui jumlah biomassa yang tersimpan pada masing-masing pohon sampel sebelum dilakukan proses konversi menjadi karbon dan karbon dioksida.
- Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh bahwa pohon suren memiliki nilai biomassa paling tinggi dibandingkan sampel lainnya. Hal tersebut dipengaruhi oleh ukuran diameter batang dan tinggi pohon yang lebih besar dibandingkan pohon lain. Sebaliknya, pohon ekaliptus memiliki biomassa paling rendah karena diameter batang yang relatif kecil walaupun tinggi pohonnya cukup besar

Pembahasan

Perbedaan nilai error pada setiap sampel dipengaruhi oleh posisi data terhadap fungsi keanggotaan *fuzzy* yang digunakan. Pada pohon Pinus, nilai diameter berada pada daerah transisi antar himpunan *fuzzy* sehingga menghasilkan kombinasi aktivasi aturan yang berbeda dibandingkan sampel lainnya. Meskipun demikian, secara keseluruhan nilai error masih berada dalam batas yang dapat diterima dan menghasilkan nilai MAPE sebesar 2,32%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem Fuzzy Sugeno memiliki tingkat akurasi yang cukup baik dalam mengestimasi serapan karbon dioksida pada kawasan Hutan Konservasi R. Soeryo.

Manfaat Penelitian

Keberhasilan Sistem Automasi: Implementation FIS Sugeno berbasis MATLAB dengan 6 MF Diameter dan 4 MF Tinggi berhasil mengestimasi serapan CO₂ secara otomatis tanpa adanya error/warning sistem (*No rules fired*).

Akurasi & Validitas Model: Pengujian pada 17 sampel pohon menghasilkan tingkat akurasi 97,68% (MAPE 2,32%), membuktikan logika fuzzy sangat andal dalam menangani ketidakpastian data biologis hutan.

Kontribusi Ekologis: Kawasan Hutan Konservasi R. Soeryo terproyeksi mampu menyerap 32,608 Ton CO₂/Ha, menjadikannya metode alternatif yang presisi dan efisien bagi pengelolaan hutan digital.

Referensi

- Agnesia, Y., & Fitri, J. A. D. E. (2025). Perubahan Iklim Dan Dampaknya Pada Kesehatan Lingkungan. 19–25.
- Abilsa Duanda Ramadhan Firdaus, et al. (2025). *e-JBST V11 Edisi Agustus 2025* e-JBST V11 Edisi Agustus 2025. 11(1), 144–149.
- Astian, N., Amalia, R., Nasution, P., Sari, D. P., Rafael, R., Satya, U., & Bhinneka, T. (2025). Pemanfaatan Kecerdasan Buatan Menggunakan Fuzzy Logic dalam Mengatasi Jejak Karbon : Strategi Inovatif Menuju Keberlanjutan Lingkungan. 5, 6628–6636.
- Rai, D. H. (2024). *Artificial Intelligence Through Time : A Comprehensive Historical Review*. 1–25.
- Mienye, I. D. (2024). *A Comprehensive Review of Deep Learning : Architectures , Recent Advances , and Applications*.
- Mudia, H., Info, A., & Tank, C. W. (2020). *Comparative Study of Mamdani-type and Sugeno-type Fuzzy Inference Systems for Coupled Water Tank*. 3(1), 42–49.
- Muhammad Risky, et al. (2025). Simulation of Fuzzy Logic Controller for Improving the Efficiency of PV Systems Using MATLAB. *TELSINAS*, 8(2), 181–191.
- Tarwati, K. (2020). METODE FUZZY LOGIC UNTUK PENENTUAN KELAYAKAN PENERIMA Program pemberian beasiswa adalah hal yang rutin diberikan oleh Universitas Muhammadiyah Sukabumi (UMMI), baik itu beasiswa dari pemerintah maupun beasiswa dari UMMI sendiri . Dalam program beasiswa . 1(2), 56–67.
- Setiawati, E. E., & Bina. (2024). Media Teknologi dan Informatika Fuzzy Inference System Metode Mamdani Untuk Memprediksi IPM di Kota Langsa Media Teknologi dan Informatika. *Media Teknologi Dan Informatika Volume 1 Nomor 3 Juli 2024 Halaman 126-133*, 1, 126–133.
- Setiawan, P., Dharmawan, M. W., Santoso, P. N., & Pratiwi, E. A. (2024). Study of Indirect Vector Control Induction Motor Based on Takagi Sugeno Type Fuzzy Logic on Rotational Speed Control Primary Surveillance Radar. 10(2), 489–506. <https://doi.org/10.26555/jiteki.v10i2.28689>
- Meiliyani. (2021). Aplikasi Logika Fuzzy untuk Penentuan Beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani pada ITB Indonesia. 6(1), 70–79.
- Dharma, W., Yasmin, Y., Ariqah, N., Hamelly, E., Rizki, A., Fitri, L., Amirunnas, A., Rauzana, A., & Zakaria, R. (2025). Evaluating the Economic Value of Above-Ground Biomass Carbon Stocks in the Urban Forests of Banda Aceh City. 17(2), 358–369.
- Asbar, Muhammad Yunus, S. W. H. (2025). *Jurnal Ilmiah Wahana Laut Lestari Vol.3 No 1 , Agustus 2025 Hal 71-82 ANALISIS CADANGAN DAN SERAPAN KARBON PADA BAGIAN MANGROVE (Rhizophora mucronata) DI KAWASAN WISATA MANGROVE LUPPUNG DESA MANYAMPA KECAMATAN UJUNGLOE KABUPATEN BULUKUMBA Carbon Stock a.* 3(1), 71–82.
- Chave et al. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. 3177–3190. <https://doi.org/10.1111/gcb.12629>
- Luhulima, S. H., Osok, R. M., & Kaya, E. (2020). Simpanan Karbon Di Atas Permukaan Pada Berbagai Penggunaan Lahan Di Hutan Lindung Sirimau , Pulau Ambon Above-Ground Carbon Stocks under Different Land Uses in Sirimau Protected Forest , Ambon Island. 16(2), 215–223. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2020.16.2.215>
- Hindarto, H., Sumarno, S., & Rosid, M. A. (2023). Buku Ajar Kecerdasan Buatan/Artificial Intelegent (AI). Buku Ajar Kecerdasan Buatan/Artificial Intelegent (AI). Umsida Press. <https://doi.org/10.21070/2022/978-623-464-034-2>.

