



STUDI KOMPARASI METODE GEOLISTRIK DENGAN BOR TANGAN UNTUK ESTIMASI CADANGAN KARBON GAMBUT

COMPARISON STUDY OF TWO METHODS FOR ESTIMATION CARBON DEPOSIT OF PEAT

E.Subhan¹, MR.Benung², Kornelis³,

¹⁻³ Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Provinsi Kalimantan Tengah

Jl. Tjilik Riwut Km. 3,5 Palangka Raya, Telp. (0536) 3221946

e-mail: ¹ermalsubhan19690206@gmail.com; ²dede.benung@gmail.com; ³st_kornelis@yahoo.co.id

ABSTRAK

Gambut merupakan salah satu sumberdaya lahan yang mempunyai fungsi hidroekologi dan berperan penting pada sistem biosfer sebagai sumber karbon, pengendali sirkulasi CO₂, dan berpengaruh besar pada kondisi keseimbangan karbon di atmosfer bumi. Gambut merupakan tanah yang terbentuk dari bahan organik, yang berakumulasi dan semakin lama akan terbentuk penebalan lapisan gambut dengan jumlah bahan organik yang terakumulasi semakin banyak. Terdapat hubungan yang erat antara ketebalan gambut dengan kandungan bahan organik dan juga dengan kandungan karbon dalam bahan gambut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cadangan karbon di bawah permukaan berdasarkan pengukuran ketebalan gambut. Pengukuran ketebalan gambut dilakukan dengan membandingkan antara metode geofisika (tahanan jenis/geolistrik) atau *vertical electrical sounding* (VES) dengan komparasi manual (bor gambut). Estimasi cadangan karbon lahan gambut menggunakan geolistrik pada daerah penelitian di Blok I sebesar 121.021,80 ton/blok dan Blok II sebesar 78,360,49 ton/blok. Perbandingannya, estimasi cadangan karbon lahan gambut menggunakan bor tangan pada daerah penelitian di Blok I adalah 122.694,92 ton/blok dan Blok II adalah 75.021,13 ton/blok. Tidak ada perbedaan signifikan antara metode geolistrik dan bor manual pada lahan gambut di daerah penelitian.

Kata kunci: Estimasi Cadangan, Gambut, Geolistrik, Karbon.

ABSTRACT

Peat is one of the land resources that has a hydroecological function and plays an important role in the biosphere system as a source of carbon, controlling the circulation of CO₂, and has a major influence on the condition of carbon balance in the earth's atmosphere. Peat is a soil that formed from organic materials, which accumulates and the longer it will form thickening of the seam of peat with the amount of organic materials that more accumulated. There is a strong relationship between peat thickness and organic matter content and also carbon content in peat materials. This study aims to determine subsurface carbon stocks based on peat thickness measurements. Measurement of peat thickness is done by comparing the geophysical method (resistivity type/geoelectric) or vertical electrical sounding (VES) with manual comparison (peat drill). The estimated carbon deposit of peatlands using geoelectricity in study area at Block I was 121,021.80 tons/block and Block II was 78,360.49 tons/block. In comparison, the estimated carbon stock of peatlands using hand drills in study area at Block I was 122,694.92 tons / block and Block II was 75,021.13 tons / block. There is no significant difference between the geoelectric method and manual drill on peatlands in the study area.

Keywords: Estimation of deposit, Peat, Geoelectric, Carbon.

PENDAHULUAN

Gambut merupakan salah satu sumberdaya lahan yang mempunyai fungsi hidroekologi yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Pemanfaatan gambut sebagai sumberdaya lahan dengan teknologi tepat guna, diharapkan dapat mempertahankan mutu dan kelestarian sumberdaya alam dan lingkungan. Pengetahuan terhadap

karakteristik gambut dan pemanfaatan lahan gambut saat ini melalui perencanaan yang akurat diharapkan dapat memanfaatkan sumberdaya lahan gambut secara optimal sekaligus sebagai upaya konservasi lahan gambut.

Lahan gambut memiliki banyak fungsi salah satunya hidrologis [1,2,3,4] dan berperan penting pada sistem biosfer sebagai sumber karbon [5,6,7], pengendali

sirkulasi CO₂ [8,9] dan berpengaruh besar pada kondisi keseimbangan karbon di atmosfer bumi [10]. Kawasan gambut merupakan sumber keaneka-ragaman hayati, baik fauna maupun flora, yang beberapa spesies diantaranya merupakan spesies asli lahan gambut [11,12], misalnya ramin (*Gonystylus bancanus*) dan geronggang (*Cratoxy lumglaucum*) [13].

Gambut adalah lapisan tanah yang terbentuk hasil proses akumulasi material organik dalam jangka waktu yang lama. Semakin lama proses akumulasi bahan organik menyebabkan lapisan gambut terbentuk semakin tebal dan jumlah kandungan karbon semakin banyak [14].

Kandungan karbon yang terdapat dalam lapisan gambut sulit untuk dihitung karena pengaruh faktor perbedaan ketebalan antara masing-masing lapisan gambut [15]. Sifat lapisan gambut tidak sama dengan lapisan mineral. Oleh karena itu pengambilan data untuk mengetahui kandungan gambut berdasarkan ketebalan lapisan memerlukan ketepatan pemilihan metode [16]. Pengukuran ketebalan karbon pada lahan gambut menggunakan metode geolistrik dinilai lebih akurat [17] karena masih dapat memberikan informasi sampai kedalaman 60 meter di bawah muka bumi, yang mana pekerjaan ini tidak mudah dilakukan mengingat lahan gambut terdiri dari rawa dan lumpur yang sulit untuk dijelajahi. Ketebalan karbon pada lahan gambut yang dapat dihitung secara akurat dimulai dari pemetaan lahan gambut dan pengambilan sampel ketebalan tanah gambut. Kesalahan metode pengambilan sampel ketebalan lapisan gambut berdampak kepada tidak akurat data yang akan diperoleh. Meskipun metode geolistrik dinilai cukup akurat, perlu dilakukan metode lainnya untuk membandingkan akurasi data yang diperoleh sebagai kontrol untuk menilai keakuratan data, yakni menggunakan bor tangan.

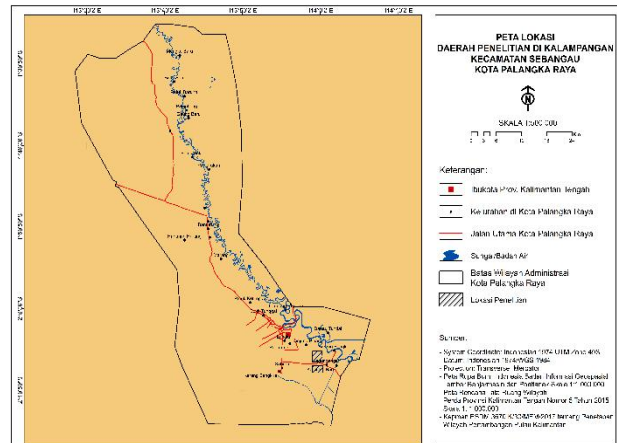
Penelitian ini bertujuan untuk mengukur ketebalan tanah gambut dengan metode geolistrik dan komparasi manual (bor tangan) untuk estimasi cadangan karbon di bawah permukaan. Jumlah deposit karbon dalam tanah gambut dapat diketahui dengan pendekatan pengukuran ketebalan gambut menggunakan metode geofisika (tahanan jenis/geolistrik). Metode ini berguna untuk informasi susunan dan sebaran lapisan batuan yang diduga berfungsi sebagai lapisan tanah gambut dan memiliki karakteristik sifat teknik yang berbeda-beda berdasarkan harga tahanan jenis (geolistrik) atau *Vertical Electrical Sounding* (VES).

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Studi ini dilaksanakan pada hamparan lahan gambut di Kelurahan Kalampangan Kecamatan Sabangau Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah. Lokasi studi berjarak sekitar 28 km ke arah selatan dari Kota Palangka

Raya yang dapat dijangkau melalui jalan darat selama 30 menit. Secara geografis lokasi penelitian berada pada koordinat 113°59'11,04" BT - 114°0'18,36" BT dan 02°15'12,96"LS - 02°16'27,48" LS. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



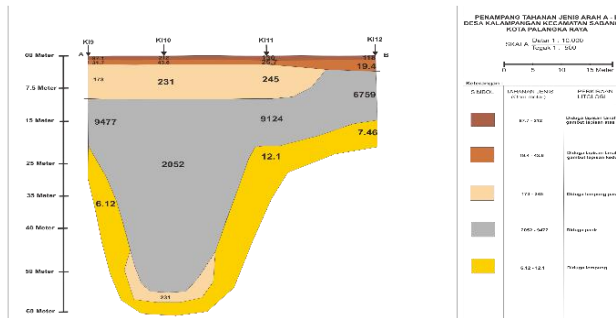
Gambar 1 Peta lokasi studi

Pengukuran Ketebalan Gambut dengan Metode Geolistrik

Metode geolistrik menggunakan tahanan jenis dalam studi ini menggunakan konfigurasi Schlumberger. Dalam konfigurasi, elektroda-elektroda potensial diam pada suatu tempat pada garis sentral A-B sedangkan elektroda-elektroda arus bergerak simetris keluar dalam langkah-langkah tertentu dan sama.

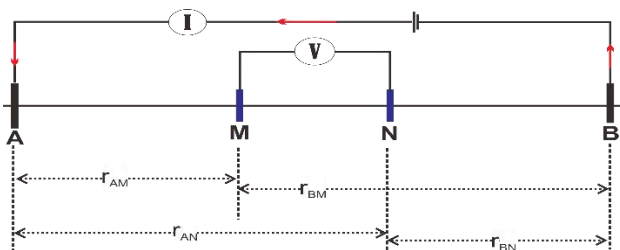
Data yang diamati adalah tahanan jenis semu pada bumi homogen, isotropik, tahanan jenis akan konstan untuk besar arus dan susunan elektroda yang berlainan. Bila arus diusahakan tetap dan elektroda dipindahkan, maka harga potensial yang didapat akan berubah sehingga harga tahanan jenis akan konstan. Jika bumi tidak homogen dan spasi elektroda diubah-ubah atau dengan spasi tetap tetapi berpindah tempat, akan dihasilkan harga tahanan jenis berbeda-beda. Pada setiap pengukuran tahanan jenis yang diperoleh dari pengukuran disebut tahanan jenis semu.

Hasil pengukuran metode geolistrik dapat digambarkan penampang dengan skala datar 1:10.000 dan skala tegak 1:500. Berdasarkan litologi diketahui bahwa ketebalan tanah gambut lapisan atas sebesar 0,9 meter, selanjutnya tanah gambut lapisan kedua sebesar 0,9 sampai dengan 2,5 meter dan di bawahnya lempung pasir sampai lempung dengan kedalaman mencapai 60 meter. Tanah gambut lapisan atas dan lapisan kedua berdasarkan hasil pengukuran mendatar ditemukan sepanjang 1000 meter. Hasil pengukuran ketebalan lahan gambut pada Penampang A-B menggunakan metode geolistrik, kemudian dibuat dalam suatu model sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil pengukuran geolistrik pada Penampang A-B

Pengukuran ketebalan gambut menggunakan metode geolistrik selanjutnya digambarkan mengikuti susunan elektroda konfigurasi Schlumberger sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 3.



Keterangan:
M, N : elektroda potensial;
A, B : elektroda arus.

Gambar 3 Susunan elektroda konfigurasi Schlumberger

Berdasarkan Gambar 3, dapat diketahui bahwa beda potensial antara M – N yang terukur pada alat, merupakan perhitungan aritmatika sebagai berikut:

Besar potensial pada elektroda M menggunakan Pers.(1):

$$V_M = \rho \frac{I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} \right) \quad (1)$$

Besar potensial pada elektroda N menggunakan Per.(2):

$$V_N = \rho \frac{I}{2\pi} \left(\frac{1}{r_{AN}} - \frac{1}{r_{BN}} \right) \quad (2)$$

Setelah diperoleh nilai potensial pada elektroda M dan N, maka beda potensial antara elektroda M dan N menggunakan Pers.(3).

$$\Delta V = \rho \frac{I}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} \right) - \left(\frac{1}{r_{AN}} - \frac{1}{r_{BN}} \right) \right\} \quad (3)$$

Semua bersaran pada Pers.3 dapat dilakukan di atas permukaan tanah kecuali nilai resistivitas (ρ). Selanjutnya nilai resistivitas dapat diperoleh dengan mengubahnya

menjadi resistivitas semu (ρa) dengan persamaan menjadi Pers.(4).

$$\rho a = 2\pi \frac{\Delta V}{I} \left\{ \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} \right) - \left(\frac{1}{r_{AN}} - \frac{1}{r_{BN}} \right) \right\}^{-1} \quad (4)$$

Keterangan:

- ρa = tahanan jenis semu
- ΔV = beda potensial
- I = kuat arus listrik

Pers.4 dapat disederhanakan menjadi Pers.(5).

$$\rho a = k \frac{\Delta V}{I} \quad (5)$$

Keterangan:

- k = konstanta jarak bentangan/faktor koreksi geometris, yang diperoleh dengan Pers.6.

$$k = 2\pi \left\{ \left(\frac{1}{r_{AM}} - \frac{1}{r_{BM}} \right) - \left(\frac{1}{r_{AN}} - \frac{1}{r_{BN}} \right) \right\}^{-1} \quad (6)$$

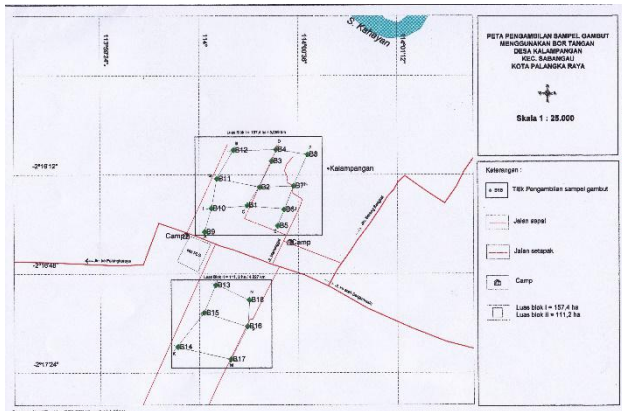
Hasil pengukuran setelah diproses mendapat nilai analisa tahanan jenis sebenarnya serta dibuat penampang lapisan tanah kemudian nilai-nilai tahanan jenis tersebut diinterpretasikan ke dalam bahasa atau istilah geologi. Uji dengan bor tangan (dangkal) untuk mengetahui susunan lapisan tanah bawah permukaan dengan maksud mendapatkan tahanan jenis lokal dibandingkan dengan geologi permukaan sekaligus mengambil contoh tanah untuk dianalisa di laboratorium terhadap beberapa parameter yang berkaitan erat dengan sifat keteknikan tanah/batuan.

Pengukuran lapangan dengan alat geolistrik dilakukan untuk mengetahui penyebaran batuan/tanah atau lapisan di bawah permukaan tanah, dengan cara mengalirkan arus ke bawah permukaan tanah. Elektroda-lektroda (besi-stainless steel) dan dua buah elektroda (tembaga) dimonitor oleh alat geolistrik sehingga dapat diketahui nilai konversi dengan suatu perhitungan fisika terhadap kondisi struktur bawah permukaan tanah. Gambaran bawah permukaan dari hasil penelitian geolistrik dalam pengukuran lapangan dilakukan dengan konfigurasi Schlumberger, dengan model yang dapat dilihat pada Gambar 2. Bentangan kiri dan kanan sepanjang 75 m sampai dengan 250 m. Pengukuran dengan konfigurasi Schlumberger ini dilakukan dengan mekanisme elektroda-elektroda bergerak menjauhi titik pusat atau semakin menjauh dari alat.

Pengukuran Ketebalan Gambut dengan Pengeboran

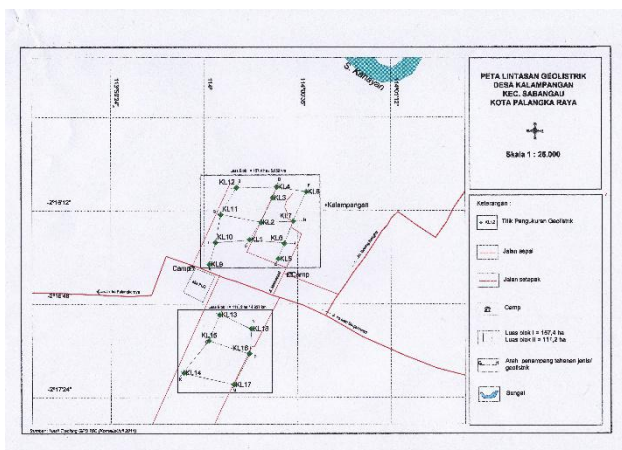
Langkah selanjutnya adalah pengukuran ketebalan gambut menggunakan bor gambut pada beberapa titik pengeboran. Titik pemboran ditetapkan berdasarkan jenis tutupan lahan gambut, yaitu lahan gambut yang ada tanaman (dikelola), lahan gambut yang sudah dibuka tapi belum dikelola dan lahan gambut yang belum dibuka (*pristine*) dengan vegetasi yang tumbuh di atasnya. Pada setiap lokasi (jenis tutupan lahan) diambil sebanyak

delapan belas titik bor maupun geolistrik, yang terdiri dari Blok I sebanyak 12 titik, Blok II sebanyak 6 titik. Batas titik bawah pemboran adalah lapisan mineral yang terdapat di bawah lapisan gambut. Peta sebaran lokasi pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Peta sebaran lokasi pengambilan data dan pembagian blok metode bor tangan

Demikian pula halnya metode geolistrik, pengambilan sampel pada Blok I sebanyak 12 titik, Blok II sebanyak 6 titik (Gambar 5). Batas titik bawah pengeboran adalah lapisan mineral yang terdapat di bawah lapisan gambut.



Gambar 5 Peta sebaran lokasi pengambilan data dan pembagian blok metode geolistrik

Penetapan Kandungan Karbon Gambut

Kandungan karbon gambut adalah sama dengan kandungan karbon bawah permukaan tanah. Cadangan karbon bawah permukaan diperoleh dengan menggunakan suatu persamaan.

Parameter yang digunakan dalam persamaan tersebut adalah luas lahan gambut, ketebalan tanah gambut, bobot isi (*bulk density*) dan kandungan karbon (C-organik) pada

setiap jenis kematangan tanah gambut [18]. Persamaan yang digunakan adalah Pers.(7).

$$\text{Karbon (K)} = B \times A \times D \times C \quad (7)$$

Keterangan:

- K = Karbon (ton)
- B = Bobot isi tanah gambut (gr/cm³)
- A = Luas lahan gambut (cm²)
- D = Ketebalan gambut (cm)
- C = Kadar C-organik (%)

Penetapan bobot isi gambut mengacu kepada penelitian [19], bahwa nilai bobot isi daerah ini tergolong gambut saprik 0.2 gr/cc.

Luas lahan gambut ditetapkan berdasarkan luas areal survei, yang meliputi beberapa areal lahan gambut. Ketebalan gambut yang digunakan adalah ketebalan gambut hasil pendugaan dengan geolistrik. Selanjutnya kandungan C-organik, ditetapkan dari konversi nilai bahan organik, dengan nilai koreksi sebesar 0,56 – 0,72. Nilai bahan organik adalah nilai yang dihitung dari nilai kandungan abu contoh gambut. Kandungan abu gambut, diukur dari bobot abu gambut dari oven selama 4 jam pada suhu 900°C.

Metode Analisis dan Interpretasi data

Data Ketebalan Gambut dengan Geolistrik

Analisis dan interpretasi data dapat dilakukan dengan dua cara, secara manual maupun dengan bantuan komputer. Analisis data manual dengan cara mencocokkan kurva, yaitu *plotting* informasi lapangan yakni AB/2 dan ρ_a pada kertas bilogaritmik. Hasil yang diperoleh adalah kurva lapangan yang dianalisis dengan bantuan kurva baku (naik turun). Analisis selanjutnya adalah kurva bantu (tipe H, A, Q, dan K) dan perhitungan matematis untuk memperoleh ketebalan lapisan (*h*) dan harga ρ_a masing-masing lapisan. Setelah memperoleh nilai *h* dan ρ_a , kemudian dibuat potongan penampang geologi berdasarkan acuan harga tahanan jenis batuan/tanah dan peta geologi, untuk mengetahui ketebalan batuan dasar/induk. Dalam studi ini tidak melakukan analisis secara manual.

Data dan informasi geolistrik dapat dianalisis menggunakan aplikasi IP2Win, yang dapat diunduh secara cuma-cuma. Aplikasi ini terbilang cukup langka, meski demikian sangat memadai untuk menganalisis data geolistrik dan dapat digunakan untuk kepentingan di bidang hidrogeologi. Aplikasi IP2Win digunakan untuk menghitung serta menggambarkan harga tahanan jenis hasil studi lapangan. Pemasukan data yang memiliki nilai, yakni nilai arus dan beda potensial, dapat langsung diketahui nilai tahanan jenisnya. Langkah selanjutnya adalah memperhatikan perubahan nilai pada grafik. Diusahakan agar dapat memperoleh model/grafik yang

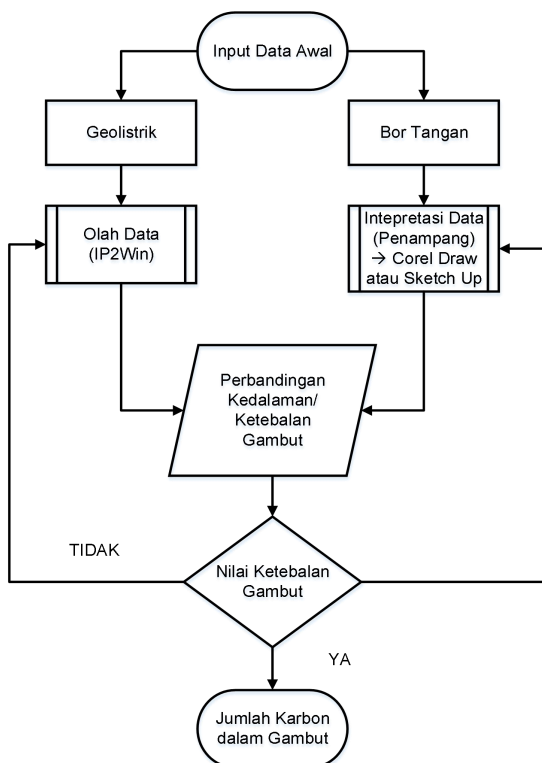
baik, yakni nilai besaran yang sangat kecil agar dapat menghasilkan yang terlihat halus.

Kedalaman lapisan batuan/tanah dapat diketahui dengan cara pengolahan data secara manual menggunakan *software Corel Draw* dan *Google SketchUp* untuk membuat penampang/stratigrafi lapisan tanah/batuan. Data olahan selanjutnya diinterpretasikan dengan pembacaan hasil *sounding curve* serta informasi geological dan informasi yang diperoleh dalam survei. Kegiatan survei bertujuan untuk menemukan informasi pelapisan batuan/tanah/gambut ke dalam bahasa/istilah geologi.

Data Kandungan Karbon Gambut dengan Bor Tangan

Berdasarkan data ketebalan gambut dengan metode geolistrik yang dipadukan dengan nilai berat jenis gambut, kandungan C-oraganik serta luas areal penelitian, dapat ditetapkan nilai kandungan karbon gambut, menggunakan Pers.1. Data ini selanjutnya dikoreksi dengan data perhitungan kandungan karbon gambut, yang menggunakan nilai ketebalan gambut dari hasil pengukuran manual atau bor gambut.

Gambar 5 menunjukkan bagan alir kerangka penelitian.



Gambar 5. Bagan alir kerangka penelitian

Kedua data tersebut dikomparasi untuk beberapa lokasi penelitian, kemudian diuji tingkatan homogenitas atau heterogenitasnya, atau melalui uji perbandingan nilai tengah. Apabila terdapat perbedaan yang nyata antar

keduanya, maka berarti pendugaan ketebalan gambut dengan metode geolistrik perlu untuk mendapat evaluasi lebih lanjut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interpretasi Tahanan Jenis (Geolistrik) terhadap Kedalaman Gambut

Hasil pengukuran geolistrik di Desa Kalampangan Kota Palangka Raya terdiri dari delapan belas titik pendugaan. Selanjutnya pengambilan koordinat titik geolistrik maupun bor menggunakan GPS 76C. Kemudian data hasil pengukuran tersebut diolah menggunakan *software IP2WIN*.

Selanjutnya dibuat penampang dengan *software Corel Draw* dan penampang 3D menggunakan *software Google SketchUp*. Selanjutnya nilai-nilai angka dari hasil pengolahan data yang telah di peroleh tersebut di interpretasikan, kemudian dikorelasikan sesuai dengan keadaan lapangan (geologi permukaan) dan di terjemahkan ke dalam bahasa/istilah Geologi.

Hasil interpretasi pengolahan data geolistrik pada lokasi studi ditandai dengan titik-titik yang tersebar sebagaimana dilihat pada peta sebaran pengambilan data dalam Gambar 4 dan Gambar 5 dan informasi kedalaman lapisan serta nilai tahanan jenisnya dapat dilihat dalam Tabel 1.

Hasil Pengukuran Kedalaman Gambut dengan Geolistrik

Titik pengukuran geolistrik tersebar pada delapan belas titik lokasi penelitian. Salah satu hasil perhitungan geolistrik digambarkan menggunakan Penampang A-B dapat dilihat dalam Gambar 2 pada halaman sebelumnya. Dari delapan belas titik pengukuran geolistrik akan diperoleh kedalaman gambut rata-rata yang ditampilkan dalam Tabel 2.

Berdasarkan hasil pengukuran serta pengolahan data berupa penampang geolistrik, menunjukkan bahwa susunan lapisan batuan/tanah sangat beraneka ragam berupa tanah gambut kisaran tahanan jenis 15 – 212 Ω m, selain tanah gambut juga dijumpai lapisan tanah mineral lainnya pasir kisaran tahanan jenis antara 1023 – 16719 Ω m, lempung kisaran nilai tahanan jenis antara 3.26 – 15.05 Ω m, serta lempungpasiran kisaran nilai tahanan jenis antara 20.41 – 442.4 Ω m.

Hasil Pengukuran Kedalaman Gambut Menggunakan Bor

Selain menggunakan geolistrik, kedalaman gambut juga diukur menggunakan bor. Hasil pengukuran kedalaman gambut menggunakan bor pada delapan belas titik pengambilan sampel diperlihatkan dalam Tabel 3.



Tabel 1. Hasil interpretasi pengolahan data geolistrik

No. Titik	Kedalaman (m)	Tahanan Jenis Ω m	Perkiraan Litologi
KL1	0 – 2.93	41.10	Tanah Gambut Pasir Lempung
	2.93 – 22.30	4770	
	22.30 – ~	7.51	
KL2	0 – 1.09	91.47	Tanah Gambut Tanah Gambut Lempungpasiran Pasir Lempung
	1.09 – 2.15	38.72	
	2.15 – 9.39	423.90	
	9.39 – 20.76	6728	
	20.76 – ~	7.15	
KL3	0 – 2.31	50.20	Tanah Gambut Lempungpasiran Pasir Lempung
	2.31 – 7.01	139	
	7.01 – 17.80	6172	
	17.80 – ~	5.51	
KL4	0 – 0.90	94.60	Tanah Gambut Tanah Gambut Lempungpasiran Pasir Lempung
	0.90 – 1.88	35	
	1.88 – 9.43	442	
	9.43 – 37.30	2200	
	37.30 – ~	12.70	
KL5	0 – 2.57	48.19	Tanah Gambut Pasir Lempung
	2.57 – 75.19	1143	
	75.19 – ~	10.53	
KL6	0 – 2.01	46.60	Tanah Gambut Lempungpasiran Pasir Lempung
	2.01 – 22.20	385	
	22.2 – 40.10	1858	
	40.10 – ~	5.36	
KL7	0 – 0.97	124.10	Tanah Gambut Tanah Gambut Pasir Lempung
	0.97 – 1.99	26.84	
	1.99 – 75.27	1023	
	75.27 – ~	15.05	
KL8	0 – 1.99	48.30	Tanah Gambut Lempungpasiran Pasir Lempung
	1.99 – 4.34	145	
	4.34 – 20.80	3533	
	20.80 – ~	3.26	
KL9	0 – 0.90	87.10	Tanah Gambut Tanah Gambut Lempungpasiran Pasir Lempung
	0.90 – 1.97	31.70	
	1.97 – 9.58	173	
	9.58 – 20.90	9477	
	20.90 – ~	6.12	
KL10	0 – 0.90	212	Tanah Gambut Tanah Gambut Lempungpasiran Pasir Lempungpasiran
	0.90 – 1.97	43.60	
	1.97 – 9.49	231	
	9.49 – 56.60	2052	
	56.60 – ~	231	
KL11	0 – 0.90	130	Tanah Gambut Tanah Gambut Lempungpasiran Pasir Lempung
	0.90 – 1.97	25.70	
	1.97 – 9.55	245	
	9.55 – 20.90	9124	
KL12	0 – 1.02	118	Tanah Gambut Tanah Gambut Pasir Lempung
	1.02 – 2.23	19.40	
	2.23 – 14.80	6759	
	14.80 – ~	7.46	
KL13	0 – 0.99	99.30	Tanah Gambut Tanah Gambut Pasir Lempungpasiran
	0.99 – 2.09	20.80	
	2.09 – 9.61	8721	
	9.61 – ~	24.80	
KL14	0 – 0.93	60.42	Tanah Gambut Lempungpasiran Pasir Lempungpasiran
	0.93 – 2.24	417.20	
	2.24 – 33.54	1673	
	33.54 – ~	442.40	
KL15	0 – 0.72	158	Tanah Gambut Tanah Gambut Pasir Lempungpasiran
	0.72 – 1.51	21.90	
	1.51 – 6.06	12941	
	6.06 – ~	272	
KL16	0 – 0.60	150	Tanah Gambut Tanah Gambut Pasir Lempungpasiran
	0.60 – 1.58	15.30	
	1.58 – 26	2820	
	26 – ~	98.20	
KL17	0 – 0.87	101	Tanah Gambut Tanah Gambut Pasir Lempungpasiran
	0.87 – 1.73	15	
	1.73 – 6.37	16719	
	6.37 – ~	224	
KL18	0 – 2.44	68.49	Tanah Gambut Lempungpasiran Pasir Lempungpasiran
	2.44 – 6.92	239.4	
	6.92 – 65.96	1579	
	65.96 – ~	20.41	

Tabel 2. Data hasil pengukuran kedalaman gambut dengan geolistrik

No.	Kode Titik Geolistrik	Kedalaman (m)
BLOK I		
1.	K11	00-2.93
2.	K12	00-2.15
3.	K13	00-2.31
4.	K14	00-1.88
5.	K15	00-2.60
6.	K16	00-2.01
7.	K17	00-1.99
8.	K18	00-1.99
9.	K19	00-1.97
10.	K110	00-1.97
11.	K111	00-1.97
12.	K112	00-2.23
Jumlah Kedalaman		26.00
Kedalaman rata-rata		2.17
Standar Deviasi		0.31
BLOK II		
1.	K113	00-2.09
2.	K114	00-0.93
3.	K115	00-1.51
4.	K116	00-1.58
5.	K117	00-1.73
6.	K118	00-2.44
Jumlah Kedalaman		9.83
Kedalaman rata-rata		1.71
Standar Deviasi		0.52

Tabel 3. Data hasil pengukuran kedalaman gambut menggunakan bor gambut

No	Kode Titik bor	Kedalaman (m)
BLOK I		
1.	B1	00-2.80
2.	B2	00-2.30
3.	B3	00-2.50
4.	B4	00-2.00
5.	B5	00-2.80
6.	B6	00-1.85
7.	B7	00-1.85
8.	B8	00-1.80
9.	B9	00-2.30
10.	B10	00-1.65
11.	B11	00-2.30
12.	B12	00-2.30
Jumlah Kedalaman		26.45
Kedalaman rata-rata		2.20
Standar Deviasi		0.38
BLOK II		
1.	B13	00-2.12
2.	B14	00-1.00
3.	B15	00-1.30
4.	B16	00-1.45
5.	B17	00-1.45
6.	B18	00-2.50
Jumlah Kedalaman		9.82
Kedalaman rata-rata		1.64
Standar Deviasi		0.56

Perbandingan Hasil Pengukuran Kedalaman Gambut Menggunakan Geolistrik dan Bor Gambut

Perbandingan pengukuran kedalaman gambut menggunakan geolistrik dan bor gambut pada delapan belas titik sampel pengamatan berdasarkan uji nilai tengah menggunakan *software* SPSS, menunjukkan tidak adanya perbedaan (tidak signifikan) ketebalan atau ketebalan relatif sama dengan nilai signifikansi Sig. (2-tailed) sebesar 0.991 meter (Tabel 4).

Tabel 4. Perbedaan hasil pengukuran kedalaman gambut antara geolistrik dengan bor gambut

Geolistrik		Bor Gambut		Selisih Pengukuran (m)
Kode	Kedalaman (m)	Kode	Kedalaman (m)	
K11	2.93	B1	2.80	0.13
K12	2.15	B2	2.30	-0.15
K13	2.31	B3	2.50	-0.19
K14	1.88	B4	2.00	-0.12
K15	2.60	B5	2.80	-0.2
K16	2.01	B6	1.85	0.16
K17	1.99	B7	1.85	0.14
K18	1.99	B8	1.80	0.19
K19	1.97	B9	2.30	-0.33
K110	1.97	B10	1.65	0.32
K111	1.97	B11	2.30	-0.33
K112	2.23	B12	2.30	-0.07
K113	2.09	B13	2.12	-0.03
K114	0.93	B14	1.00	-0.07
K115	1.51	B15	1.30	0.21
K116	1.58	B16	1.45	0.13
K117	1.73	B17	1.45	0.28
K118	2.44	B18	2.50	-0.06
Jumlah	36.28		36.27	0.991

Kandungan Karbon Berdasarkan Geolistrik dan Bor Tanah

Perbandingan pengukuran kandungan karbon menggunakan geolistrik dan bor gambut pada Blok I dan II, dapat dikatakan bahwa nilai bobot isi tanah gambut mengacu pada hasil penelitian pada lokasi yang tidak terlampaui jauh yaitu bobot isi tanah gambut (saprik 0.2 gr/cc) [20] yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan hasil pengukuran kandungan Karbon antara geolistrik dengan bor gambut

No.	Kode sampel	Parameter yang di analisis	
		Bobot isi	Kandungan
Geolistrik			
1.	Blok I	0.2	121.021,80
2.	Blok II	0.2	78.360,49
Bor Gambut			
3.	Blok I	0.2	122.694,92
4.	Blok II	0.2	75.021,13

Perbandingan dari hasil uji nilai tengah dengan pengukuran menggunakan metode geolistrik dan bor gambut pada delapan belas titik sampel pengamatan menunjukkan hasil tidak signifikan dengan nilai 0.991 menghasilkan ketebalan yang relatif sama. Adanya perbedaan yang tidak terlalu signifikan ini menunjukkan metode geolistrik dapat dipergunakan untuk pendugaan ketebalan lapisan gambut. Meski demikian, beberapa faktor yang mungkin bisa menyebabkan kesalahan dalam pengukuran atau tingkat ketelitian dan akurasi data hasil pengukuran:

1. Faktor kesalahan manusia terutama dalam mengoperasikan peralatan baik bor gambut atau alat deteksi Geolistrik.
2. Kondisi lingkungan terutama perbedaan musim kemarau dan musim penghujan yang berkaitan dengan kadar air tanah yang sangat mempengaruhi tingkat ketelitian dalam hal pembacaan dan pengukuran, terutama pada pengukuran menggunakan bor gambut.
3. Pengukuran dengan geolistrik cukup praktis mengingat penetrasi kedalaman semakin panjang bentangan elektroda arus semakin dalam pula penetrasi kedalaman lapisan tanah.

Prinsip kerja metode geolistrik ini adalah melalui pengiriman arus listrik satu arah (DC) atau arus AC frekuensi rendah kedalam tanah, melalui dua elektroda. Pengoperasiannya tergantung pada variasi daya hantar bawah permukaan yang merubah bentuk aliran listriknya. Akibatnya akan mempengaruhi distribusi potensial listrik yang besarnya tergantung pada besaran, bentuk, lokasi dan tahanan jenis bahan tanah atau mineral di lapisan bawah permukaan.

Dari penampang geolistrik lapisan gambut yang tersebar di daerah penelitian Blok I mempunyai ketebalan rata-rata 2.17 m. Ketebalan lapisan pasir 14.8 – 75.27 m, ketebalan lapisan lempung 17.8 – 75.19 m dan lapisan lempung pasir 4.34 – 22.2 m. Ketebalan rata-rata lapisan gambut pada Blok II 1.71 m. Ketebalan lapisan pasir 6.06 – 65.96 m dan ketebalan lapisan lempungpasiran 6.06 – 65.96.

Informasi lain yang diperoleh dari hasil penelitian menggunakan geolistrik ini yaitu lapisan pasir dengan ketebalan cukup dalam yakni mencapai 65.96 – 75.27 m sangat prospek apabila dilakukan pemboran air tanah untuk air bersih baik untuk dikonsumsi sehari-hari maupun menyiram tanaman/perkebunan atau keperluan lainnya bagi penduduk setempat.

Ketebalan gambut di lokasi penelitian memiliki variasi kedalaman antara 1.0 - 2.80 m, sebaran ketebalan gambut berdasarkan hasil rekonstruksi kontur ketebalan gambut terlihat bahwa di lokasi penelitian merupakan kubah gambut. Kondisi ini didukung dan sesuai dengan pendapat [14] yang mengatakan bahwa ketebalan gambut di daerah tersebut berkisar antara 1.0 – 3.0 m.



Proses penebalan gambut berhubungan erat dengan umur gambut. Hasil penelitian sejenis di Daerah Aliran Sungai (DAS) Sabangau Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah, menunjukkan bahwa gambut di kawasan itu, dapat dikelompokkan ke dalam dua kelompok, yaitu gambut berumur muda (<2000 tahun SM), dan gambut berumur tua (>6000 tahun SM) Semakin tua umur gambut, diduga kuat semakin tebal lapisan gambut yang sudah terakumulasi [21].

Gambut mempunyai karakteristik khusus, terutama menyangkut bahan penyusun asal dan warnanya. Bahan penyusun gambut berupa jaringan alami bahan nabati, sehingga gambut merupakan bahan sedimen yang lebih kompak, bergetah dan mempunyai volume dengan sifat tidak dapat pulih apabila kering (*irreversible drying*).

Porositas total gambut umumnya tinggi, berkisar antara 80-95% [22,23]. Porositas total umumnya tinggi untuk gambut yang tidak terdekomposisi dengan baik, dan untuk gambut fibrik mungkin melebihi 95% [3,24]. Gambut saprik umumnya mempunyai nilai porositas lebih dari 80%, bervariasi menurut derajat dekomposisi dan aras pemadatan. Walaupun porositas gambut cukup tinggi, nilai konduktivitas hidrolis-vertikal nisbi rendah dan konduktivitas horisontalnya nisbi tinggi [25]. Rendahnya nilai konduktivitas vertikal dapat ditemukan untuk gambut ombrogen di daerah cekungan-cekungan lahan [26,27]

Rendahnya nilai konduktivitas hidrolis vertikal, disebabkan oleh rendahnya daya yang bekerja dalam pergerakan air tersebut [28]. Air dalam proses konduktivitas hidrolis vertikal adalah air kapiler yang mempunyai banyak hambatan, salah satu diantaranya adalah adanya genangan air yang menjenuhi hampir seluruh lapisan gambut.

Hasil analisis laboratorium nilai bobot isi gambut pada lokasi penelitian berkisar 0.32 g/cm^3 , termasuk kriteria tingkat pelapukan hemik/saprik [29], bahwa berat bobot isi gambut akan meningkat seiring dengan meningkatnya arus dekomposisi. Bobot isi gambut terutama disebabkan oleh perbedaan tipe vegetasi dari bahan induk. Bobot isi gambut fibrik/hemik berkisar $0.06 - 0.15 \text{ g/cm}^3$ dan hemik/saprik berkisar antara $0.1 - 0.30 \text{ g/cm}^3$.

Gambut dari lahan yang belum dibuka mempunyai bobot isi antara $0.05 - 0.25 \text{ g/cm}^3$, sedang gambut yang berasal dari lahan yang sudah direklamasi bobot isi bervariasi, yakni antara $0.1 - 0.4 \text{ g/cm}^3$ [13]. Bobot isi sekitar $0.20 - 0.30 \text{ g/cm}^3$ sudah umum ditemukan pada gambut terdekomposisi dengan baik [3,22]. Hasil analisis laboratorium menunjukkan kandungan abu berkisar antara 1.41 – 16.65% dan Kandungan C organik berkisar antara 49.71 – 56.67%. Kadar abu pada lokasi penelitian menentukan laju proses dekomposisi bahan organik.

Perhitungan cadangan karbon tanah gambut pada daerah penelitian, nilai bobot isi sangat rendah antara 0.1 gr/cc (gambut fibrik) hingga 0.2 gr/cc (gambut saprik). Nilai bobot isi tanah gambut yang dipakai untuk perhitungan kandungan karbon tanah gambut (saprik, 0.2 gr/cc) [19]. Kandungan karbon tanah gambut di daerah penelitian dengan geolistrik Blok I: 121.021,80 ton/blok dan Blok II: 78.360,49 ton/blok, menggunakan bor gambut Blok I: 122.694,92 ton/blok dan Blok II: 75.021,13 ton/blok.

Besarnya kandungan C-organik pada lapisan lahan gambut, tergantung pada tingkat dekomposisinya. Jika pada tingkat dekomposisi lanjut seperti hemik dan saprik, maka kadar C-organik lebih rendah dibanding dengan fibrik. Proses dekomposisi menyebabkan berkurangnya kadar C-organik dalam lahan gambut. Perhitungan cadangan karbon pada lahan gambut, menggunakan nilai BD dan kandungan C-organik [30,31] yang dibuat dalam tabel nilai-nilai BD dan C-organik pada berbagai tingkat pelapukan tanah gambut [18,32]. Nilai-nilai yang dihimpun ini berasal dari berbagai laporan hasil penelitian pada lahan gambut yang terdapat pada beberapa lokasi yang berbeda dan diteliti selama bertahun-tahun. Nilai-nilai yang dihimpun tersebut dapat digunakan sebagai acuan untuk menghitung kandungan karbon pada lahan gambut di Kalimantan Tengah.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian lahan gambut di Desa Kalampangan Kota Palangka Raya dapat diketahui bahwa cadangan karbon lahan gambut ketika diukur menggunakan geolistrik (tahanan jenis) pada Blok I sebesar 121.021,80 ton/blok dan Blok II adalah 78,360,49 ton/blok. Perbandingannya, ketika diukur menggunakan bor tangan, cadangan karbon pada Blok I sebesar 122.694,92 ton/blok dan Blok II sebesar 75.021,13 ton/blok. Berdasarkan hasil analisis laboratorium tanah gambut pada Blok I mengandung C-Organik rata-rata 55,12% dan Blok II C-Organik rata-rata 54,11%.

Estimasi cadangan karbon pada kedalaman lahan gambut tertentu, menggunakan metode geolistrik dan bor gambut menunjukkan jumlah cadangan relatif hampir sama. Kedua metode geolistrik dan bor gambut dinilai layak digunakan dalam penelitian ini. Penggunaan metode geolistrik dan bor gambut dapat diterapkan untuk menduga tingkat ketebalan dan jumlah deposit gambut pada suatu lahan, sekaligus memberikan gambaran tentang kondisi mineral yang terdapat di bawah lapisan gambut tersebut.

Perbedaan perhitungan cadangan karbon tanah gambut menggunakan metode geolistrik dan bor tangan yang tidak terlalu signifikan, diduga karena pengaruhi kedalaman tanah dangkal, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan metode geofisika seperti *Gravity Meter*, *Well Logging* dan *VLF* yang dipadukan dengan hasil bor tahap eksplorasi yang berkapasitas lebih

besar sampai dengan 200 meter, untuk mengetahui lapisan batuan atau mineral lainnya di bawah lapisan gambut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Golden, HE., Lane, CR., Amatya, DM., Bandilla, KW., Kiperwas, HR., Knightes, CD., Ssegane, H. (2014). Hydrologic connectivity between geographically isolated wetlands and surface water systems: A review of select modeling methods. *Environmental Modelling & Software*, (53), 190-206.
- [2] Hare, DK., Boutt, DF., Clement, PC., Hatch CE., Davenport, G., Hackman, A., (2017). Hydrogeological controls on spatial patterns of groundwater discharge in peatlands. *Hydrology and Earth System Science*, (21), 6031-6048.
- [3] Grover, SPP., Baldock, JA. (2013). The link between peat hydrology and decomposition: Beyond von Post. *Journal of Hydrology*, (479), 130-138.
- [4] Ritzema, H., Limin, S., Kusin, K., Jauhiainen, J., Wösten, H. (2014). Canal blocking strategies for hydrological restoration of degraded tropical peatlands in Central Kalimantan, Indonesia. *Catena*, (114), 11-20.
- [5] Tian, H., Lu, C., Ciais, P., Michalak, AM., Canadell, JG., Saikawa, E., Huntzinger, DN., Gurney, KR., Sitch, S., Zhang, B., Yang, J. Bousquet, P., Bruhwiler, L., Chen, G., Dlugokencky, E., Friedlingstein, P., Melillo, J., Pan, S., Poulter, B., Prinn, R., Saunois, M., Schwalm, CR., Wofsy, SC. (2016). The terrestrial biosphere as a net source of greenhouse gases to the atmosphere. *Nature*, (531), 225-232.
- [6] Lindo, Z and Gonzalez, A. (2010). The Bryosphere: An Integral and Influential Component of the Earth's Biosphere. *Ecosystems* (13), 612-627.
- [7] Radomski, M., Gilmer, A., Byers, V., McGovern, E. (2019). Carbon dioxide measurement in Irish blanket peatlands: An assessment of pool-soil flux variability. *Ecohydrology & Hydrobiology*, (2), 1-12.
- [8] Jaenicke, J. Enghart, S., Siegert, F. (2011). Monitoring the effect of restoration easures in Indonesian peatlands by radar satellite imagery. *Journal of Environmental Management*, (92), 630-638.
- [9] Lohila, A., Minkinen, K., Aurela, M., Tuovinen, JP. Penttila, T., Ojanen, P., Laurila, T. (2011). Greenhouse gas flux measurements in a forestry-drained peatland indicate a large carbon sink. *Biogeosciences*, (8), 3203-3218.
- [10] Mudge, PL., Wallace, DF., Rutledge, S., Campbell, DI., Schipper, LA., Hosking, CL. (2011). Carbon balance of an intensively grazed temperate pasture in two climatically contrasting years. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, (144), 271-280.
- [11] Salvador, F., Monerris, J., Rochefort, L.(2015). Peatlands of the Peruvian Puna ecoregion: types, characteristics and disturbance. *Mires and Peat*, 15(03), 1-17.
- [12] Yu, MT., Bragg, O.; Sirin, AA.(2013). Towards ecosystem-based restoration of peatland biodiversity. *Mires and Peat*, 19(01), 1-36.
- [13] Agus C., Azmi, FF., Widiyatno, Ifana, ZR. Wulandari, D., Rachmanadi, D., Harun, KM, Yuwati, TW.(2019). *The Impact of Forest Fire on the Biodiversity and the Soil Characteristics of Tropical Peatland*. In: Leal Filho W., Barbir J., Preziosi R. (eds) Handbook of Climate Change and Biodiversity. Climate Change Management. Springer, Cham.
- [14] Sajarwan, A.(2007). *Kajian Karakteristik Gambut Tropika yang Dipengaruhi oleh Jarak dari Sungai, Ketebalan Gambut dan Tipe Hutan di Daerah Aliran Sungai Sabangau*. Disertasi, Sekolah Pascasarjana: Universitas Gadjah Mada.
- [15] Silvestri, S., Knight, R., Viezzoli, A., Richardson, C. J., Anshari, G. Z., Dewar, N, Flanagan, N., Comas, X.(2019). Quantification of Peat Thickness and Stored Carbon at the Landscape Scale in Tropical Peatlands: A Comparison of Airborne Geophysics and an Empirical Topographic Method. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, (124), 3107-3123.
- [16] Comas, X., Terry, N., Slater, L., Warren, M., Kolka, R., Kristiyono, A., Sudiana, N., Nurjaman, D., Darusman, T.(2015). Imaging Tropical Peatlands in Indonesia using Ground-Penetrating Radar (GPR) and Electrical Resistivity Imaging (ERI): Implications for Carbon Stock Estimates and Peat Soil Characterization. *Biogeosciences*, (12), 2995-3007.
- [17] Beucher, A., Koganti, T., Iversen, B. V., Greve, M. H.(2020). Mapping of Peat Thickness using a Multi-Receiver Electromagnetic Induction Instrument. *Journal of Remote Sensing*, (12), 1-21.
- [18] Lestari, TL., Ilham, W., Asyari, M. (2019). Estimasi Kandungan Karbon Pada Berbagai Tingkat Kerapatan Vegetasi di Lahan Gambut Kecamatan Aluh-Aluh. *Jurnal Sylva Scientiae*, 02(5), 875-883.
- [19] Salampak. (1999). *Peningkatan Produktivitas Tanah Gambut yang disawahkan dengan Pemberian Bahan Amelioran Tanah Mineral Berkadar Besi Tinggi*. Disertasi, Program Pascasarjana: Institut Pertanian Bogor.
- [20] Dohong, A. (2016). *An Assessment of the Restoration Efforts of Degraded Peatland In*



- Central Kalimantan Indonesia. Thesis of Doctor of Philosophy, School of Geography, Planning and Environmental Management, University of Queensland.
- [21] Roux, GL., dan Marshall, WA.(2011). Constructing recent peat accumulation chronologies using atmospheric fall-out radionuclides. *Mires and Peat*, 7(08), 1–14.
- [22] Ponziani, M., Ngan-Tillard, DJM., Slob, EC. (2011). A new prototype cell to study electrical and geo-mechanical properties of peaty soils. *Engineering Geology*, (119), 74–81.
- [23] Khoshand, A., dan Fall, M. (2016). Geotechnical characterization of peat-based landfill cover materials. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 1-9.
- [24] Tuukkanen, T., Marttila, H., Klove, B. (2014). Effect of soil properties on peat erosion and suspended sediment delivery in drained peatlands. *Water Resources Research*, (50), 3523–3535.
- [25] Prabandini, G.(2016). *Pengukuran Konduktivitas Hidrolik Gambut dengan Menggunakan Metode Slug Test (Studi Kasus: Katingan, Kalimantan Tengah)*. Skripsi, Departemen Geofisika dan Meteorologi, FMIPA, Institut Pertanian Bogor.
- [26] Agus, F., Anda, M., Jamil, A., Masganti. (2016). *Lahan Gambut Indonesia Pembentukan, Karakteristik, dan Potensi Mendukung Ketahanan Pangan (Edisi Revisi)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- [27] Suriadikarta, DA. (2012). Teknologi Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. *Jurnal Sumber Daya Lahan*, (15), 197-212.
- [28] Peters, A., (2013). Simple consistent models for water retention and hydraulic conductivity in the complete moisture range. *Water Resources Research*, (49), 6765–6780.
- [29] Suryanta, J., Turmudi, Nahib, I., Suwarno, Y. (2016). *Kajian Cadangan Karbon Lahan Gambut Kabupaten Kepulauan Meranti*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Peran Geospasial dalam Membingkai NKRI, Jakarta, Badan Informasi Geospasial.
- [30] Manuri, S., Putra, CAS., Saputra, AD, (2011). *Teknik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan*. Merang REDD Pilot Project–German International Cooperation (MRPP-GIZ). Dinas Kehutanan Sumsel : Palembang.
- [31] Azham, Z. (2015). Estimasi Cadangan Karbon pada Tutupan Lahan Hutan Sekunder, Semak dan Belukar di Kota Samarinda. *Jurnal AGRIFOR*, XIV(2), 325-338.
- [32] Rochmayanto, Y., Wibowo, A., Lugina, M., Butarbutar, T., Mulyadin, RM., Wicaksono, D.(2014). Cadangan Karbon pada berbagai Tipe Hutan dan Jenis Tanaman di Indonesia. Rusulono, T., (eds). *Badan Penelitian dan Pengembangan kehutanan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan, Kementerian Kehutanan..* Yogyakarta. : PT Kanisius.