

**STUDI TORTUOSITAS TANAH GAMBUT BERDASARKAN  
SIFAT FISIKA, GEOKIMIA DAN KELISTRIKAN TANAH**

**DISERTASI**

**Untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Gelar Doktor**



**SIMON SADOK SIREGAR  
2241213310062**

**PROGRAM STUDI DOKTOR ILMU LINGKUNGAN  
PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
2026**

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Disertasi : **Studi Tortuositas Tanah Gambut Berdasarkan Sifat Fisika, Geokimia Dan Kelistrikan Tanah**  
Nama : Simon Sadok Siregar  
NIM : 2241213310062

**disetujui,**

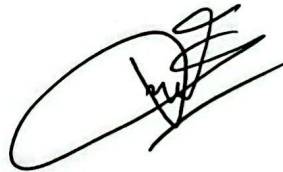
Komisi Pembimbing



Prof. Dr. Sudarningsih, S.Pd., M.Si.  
Ketua



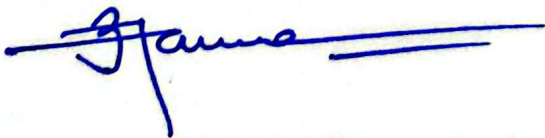
Prof. Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S.  
Anggota I



Prof. Dr. Rusdiansyah, M.T. IPU., ASEAN Eng.  
Anggota II

**diketahui,**

Direktur Pascasarjana ULM



Prof. Dr. Ir. H. Danang Biyatmoko, M.Si.

Koordinator Prodi S3 Ilmu Lingkungan



Dr. Isna Syauqiah, S.T., M.T.

**Tanggal Lulus:**

**Tanggal Wisuda:**

## HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI DISERTASI

### **Studi Tortuositas Tanah Gambut Berdasarkan Sifat Fisika, Geokimia dan Kelistrikan Tanah**

Nama : Simon Sadok Siregar  
NIM : 2241213310062  
Program Studi : Program Doktor Ilmu Lingkungan

#### KOMISI PEMBIMBING :

Ketua : Prof. Dr. Sudarningsih, S.Pd., M.Si.  
Anggota : Prof. Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S.  
Anggota : Prof. Dr. Rusdiansyah, M.T. IPU., ASEAN Eng.

#### TIM DOSEN PENGUJI :

Dosen Penguji 1 : Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.  
Dosen Penguji 2 : Dr. Isnasyauqiah, S.T., M.T.  
Dosen Penguji 3 : Dr. Suryajaya, S.Si., M.Sc.Tech.  
Dosen Penguji Tamu : Prof. Dr. Darminto, M.S.

Tanggal Ujian :

SK Penguji :

## PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Simon Sadok Siregar  
NIM : 2241213310062  
Program studi : Program Doktor Ilmu Lingkungan  
Fakultas : Program Pascasarjana  
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat  
Judul Disertasi: : **“Studi Tortuositas Tanah Gambut Berdasarkan Sifat Fisika, Geokimia dan Kelistrikan Tanah”**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Disertasi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dalam naskah dengan disebutkan sumber kutipan/ acuan dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Disertasi ini hasil jiplakan, plagiasi maupun manipulasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapapun.

Banjarmasin, 12 Desember 2025  
Yang membuat,

Materai 10.000

Simon Sadok Siregar  
2241213310062

## LEMBAR PERSEMBAHAN

*Disertasi ini saya persembahkan untuk:*

*Orang Tua dan Mertua yang saya kasih*

*Istri dan anak-anak Tersayang*

*Kelg Besar Op Ruth Siregar br Hutagaol & Op Mnde Manik br*

*Berutu*

*Ilmu Pengetahuan dan Keberlanjutan Pengelolaan Lingkungan Lahan*

*Basah, khususnya gambut*

## **RIWAYAT HIDUP PENULIS**

Simon Sadok Siregar, lahir di Pematang Siantar pada 17 Agustus 1971, merupakan anak keenam dari sepuluh bersaudara, anak dari Bapak Soadrich Siregar dan Ibu Anna Hutagaol, bersekolah di SDN 132267 Pematang Siantar Kabupaten Simalungun lulus tahun 1983 kemudian lanjut ke SMPN 4 Pematang Siantar Kabupaten Simalungun lulus tahun 1987 dan meneruskan ke SMAN 2 Pematang Siantar Kabupaten Simalungun lulus tahun 1991. Pendidikan Sarjana diselesaikan pada Program Studi Fisika FMIPA Universitas Sumatera Utara Lulus tahun 1999, kemudian melanjutkan Pendidikan Magister Fisika Bumi FMIPA Institut Teknologi Bandung dan lulus pada tahun 2007. Pengalaman kerja sejak tahun 2000 hingga sekarang sebagai Dosen di Program Studi Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat.

Banjarmasin, 12 Desember 2025

Simon Sadok Siregar

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Sudarningsih, S.Pd., M.Si., selaku promotor, Ibu Prof. Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S., selaku ko-promotor dan Bapak Prof. Dr. Rusdiansyah, M.T. IPU., ASEAN Eng., selaku ko-promotor yang telah membimbing sampai penulis bisa menyelesaikan disertasi ini.
2. Koordinator dan Sekretaris serta seluruh staf Program studi Doktor Ilmu Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat.
3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat dan seluruh staf Program Pascasarjana Universitas Lambung Mangkurat
4. Bapak Rektor Universitas Lambung Mangkurat, Bapak Dekan Fakultas dan Bapak Ketua Program Studi Universitas Lambung Mangkurat.
5. Rekan-rekan angkatan kelas yang telah memberi bantuan dan dorongan motivasi agar disertasi ini segera diselesaikan.
6. Kemdiktisaintek melalui pendanaan Hibah Doktor BIMA kepada penulis sehingga pelaksanaan penelitian disertasi berlangsung dengan lancar.
7. Sujud dan terima kasih yang dalam penulis persembahkan kepada kedua orang tua dan mertua tercinta, istri dan anak-anakku serta seluruh keluarga atas doa-doa serta dukungan yang telah diberikan.

Banjarmasin, Desember 2025

Simon Sadok Siregar

## RINGKASAN

Simon Sadok Siregar. 2241213310062. 2025. Program Doktor Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Lambung Mangkurat. Studi Tortuositas Tanah Gambut Berdasarkan Sifat Fisika, Geokimia dan Kelistrikan Tanah. Pembimbing: Prof. Dr. Sudarningsih, S.Pd., M.Si.; Prof. Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S.; Prof. Dr. Rusdiansyah, M.T. IPU., ASEAN Eng.

Liku aliran fluida (tortuositas) pada tanah gambut di Desa Abumbun Jaya Kecamatan Sungai Tabuk Kalimantan Selatan telah diselidiki. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterkaitan sifat tortuositas terhadap sifat fisika, geokimia dan kelistrikan tanah gambut di lokasi penelian. Penelitian ini sangat penting dilakukan sebelum dilakukan kegiatan alih fungsi lahan, dimana daerah penelitian ini merupakan salah satu wilayah fokus pembangunan perkotaan berdasarkan Peraturan Presiden Nomor 85 Tahun 2024 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional Kawasan Perkotaan Metropolitan Banjarbakula.

Pengukuran sifat fisika sesuai dengan SNI, meliputi kadar air, porositas, densitas bulk dan densitas partikel. Pengukuran sifat geokimia tanah meliputi pH, gugus fungsional dengan instrumen FTIR, oksida mineral dengan XRF, fase mineral dengan XRD dan morfologi tanah gambut serta pemetaan komposisi penyusun kimia tanah gambut dengan SEM-EDX *Mapping*. Pengukuran sifat kelistrikan tanah dengan menggunakan metode geolistrik konfigurasi wenner, meliputi formasi dan ketebalan lapisan tanah. Pengukuran tortuositas tanah menggunakan tiga metode, metode Arche (model prototipe), Palciauskas (metode *soil box resistivity*) dan pemodelan dengan pemodelan Fiji. Pengukuran geolistrik diambil pada 6 lintasan, sedangkan data Fisika dan Geokimia diambil pada 6 titik masing-masing pada kedalaman 0,1 m, 0,5 m, 1,0 m dan 1,50 m.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, berdasarkan sifat fisika, tanah gambut dilokasi penelitian tergolong gambut saprik, karena memiliki kadar air  $< 400\%$ , densitas bulk  $> 2 \text{ g/cm}^3$ , dan porositas  $< 70\%$ . Sifat geokimia, pH berada pada  $< 3$  hingga 6, menyatakan bahwa gambut tergolong sangat masam hingga kurang masam. Hasil geokimia menunjukkan gambut juga tergolong saprik. Berdasarkan hasil FTIR, tersusun dari komponen gugus fungsi organik C-H, C=C, C=O, C-O dan C-O-C berturut-turut pada bilangan gelombang  $2920 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1630 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1030 \text{ cm}^{-1}$  dan anorganik Si-OH, Al-Al-OH, SiO<sub>2</sub> dan Si-O-Si, kuarsa kristalin, FeO, dan Si-O-Al, serta indeks dekomposisi  $< 0,8$ . Hasil XRF tersusun dari oksida dominan SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, minor TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO, SO<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan jejak yaitu V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, NiO, Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZnO dan MoO<sub>3</sub>. Hasil XRD menunjukkan, bahwa tanah gambut didominasi oleh mineral kuarsa, kaolinit dan pirit dan mineral-mineral penyusun lain. Mineral grafit teramati adalah karbon amorf yang terdeteksi pada sudut  $2\theta \sim 26^\circ$ . Hasil SEM-EDX Mapping, morfologi tanah gambut berbentuk granular dengan ukuran yang tidak homogen dan susunan komponen kimia tanah yang tersebar. Sifat kelistrikan menunjukkan bahwa tanah gambut tersusun dari formasi gambut dan lempung dengan resistivitas gambut sekitar 33,0–153,29  $\Omega\text{m}$  dan lempung sekitar 4,81–20,4  $\Omega\text{m}$ . Ketebalan lapisan gambut sekitar 1,00–1,25 m ( $< 3$  m) sehingga cocok untuk dikonversi menjadi daerah alih fungsi lahan di masa depan. Resistivitas sekitar 33–

99  $\Omega\text{m}$  merupakan gambut dengan kandungan mineral tinggi dan gambut kering, padat, diprediksi penurunan tanah bersifat sedang, lambat, lemah, dan tidak cocok untuk praktik teknik dan resistivitas  $> 100\text{--}153,29 \Omega\text{m}$  merupakan gambut sebagian besar berupa lumpur padat, diprediksi penurunan tanah minimal dan cocok untuk pondasi ringan. Berdasarkan ketiga metode pengukuran tortuositas diperoleh tortuositas tanah sekitar 1,019–1,335 dengan kategori tortuositas tergolong cepat dan sedang. Nilai tortuositas berbanding lurus dengan porositas dan kadar air, berbanding terbalik dengan densitas. Namun terdapat beberapa lokasi yang tidak memenuhi hubungan ini, karena struktur makro dan mikro tanah yang berukuran tidak homogen, yang menunjukkan kematangan gambut saprik yang belum sempurna, sesuai dengan hasil SEM. Berdasarkan resistivitas, menunjukkan konduksi listrik di daerah tersebut tidak merata, hal ini juga mendukung bahwa gambut adalah saprik belum sepenuhnya matang.

Kata kunci: gambut, geokimia, konduksi, resistivitas, tortuositas

## SUMMARY

Simon Sadok Siregar. 2241213310062. 2025. Doctoral Program of Environment Science, University of Lambung Mangkurat. Study of Peat Soil Tortuosity Based on Physical, Geochemical, and Electrical Properties. Advisors: Prof. Dr. Sudarningsih, S.Pd., M.Si., Prof. Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti, M.S, Prof. Dr. Rusdiansyah, M.T. IPU., ASEAN Eng.

The tortuosity of peatlands has been investigated in Abumbun Jaya Village, Sungai Tabuk District, South Kalimantan. The objective of this study was to examine the relationship between fluid tortuosity and the physical, geochemical, and electrical properties of the peat soil at the research site. This research is imperative prior to the commencement of land conversion activities, as the study area is identified as a focal point for urban development in accordance with Presidential Regulation Number 85 of 2024 on the National Spatial Planning for the Banjarbakula Metropolitan Urban Region.

Measurement of physical properties has done in accordance with SNI, including water content, porosity, bulk density, and particle density. Measurement of soil geochemical properties includes acidity by pH meter, functional groups by FTIR, mineral oxides by XRF, mineral phases by XRD, peat soil morphology and mapping of peat soil chemical composition by SEM-EDX. Measurement of soil electrical properties using the Wenner configuration geoelectric method, including soil layer formation and thickness. Fluid tortuosity measurements using three methods: the Arche method (prototype model), Palciauskas (soil box resistivity method), and Fiji modelling. Geoelectric measurements were taken on six tracks, while physics and geochemistry data were taken at 6 points each at a depth of 0.1 m, 0.5 m, 1.0 m, and 1.50 m.

The results of the study indicate that, based on physical properties, the peat soil at the research location is classified as sapric peat because it has a water content of  $< 400\%$ , bulk density of  $> 2 \text{ g/cm}^3$ , and porosity of  $< 70\%$ . Geochemical properties: pH is at  $< 3$  to  $6$ , indicating that the peat is classified as very acidic to less acidic. Geochemical results indicate that the peat is also sapric. Based on the FTIR results, it is composed of organic functional group components C–H, C=C, C=O, C–O and C–O–C at wave numbers  $2920 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1630 \text{ cm}^{-1}$ , and  $1030 \text{ cm}^{-1}$ , respectively, and inorganic Si–OH, Al–Al–OH,  $\text{SiO}_2$ , and Si–O–Si, crystalline quartz, FeO, and Si–O–Al, and a decomposition index of  $< 0.8$ . XRF results are composed of dominant oxides  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; minor  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{SO}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , and  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ; and traces of  $\text{V}_2\text{O}_5$ , NiO,  $\text{Yb}_2\text{O}_3$ , ZnO, and  $\text{MoO}_3$ . XRD results show that peat soil is dominated by quartz, kaolinite, and pyrite minerals and other constituent minerals. The observed graphite mineral is amorphous carbon detected at an angle of  $2\theta \sim 26^\circ$ . From the SEM-EDX mapping results, peat soil morphology is granular with inhomogeneous sizes and scattered chemical components of the soil. Electrical properties indicate that peat soil is composed of peat and clay formations with peat resistivity of around  $33.0\text{--}153.29 \text{ }\Omega\text{m}$  and clay of around  $4.81\text{--}20.4 \text{ }\Omega\text{m}$ . The thickness of the peat layer is around  $1.00\text{--}1.25 \text{ m}$  ( $< 3 \text{ m}$ ), making it suitable for conversion to a land-use change area in the future.

Resistivity of around 33–99  $\Omega\text{m}$  is peat with high mineral content and dry, dense peat; predicted land subsidence is moderate, slow, and weak, and not suitable for engineering practices. Resistivity >100–153.29  $\Omega\text{m}$  is peat mostly in the form of dense mud; predicted land subsidence is minimal and suitable for light foundations. Based on the three methods of measuring fluid tortuosity, the tortuosity is around 1.019–1.335, indicating a fast-to-moderate tortuosity category. Tortuosity values are directly proportional to porosity and water content and inversely proportional to density. However, some locations do not meet this relationship due to the heterogeneous macro- and microstructure of the soil, indicating incomplete sapric peat maturity, as indicated by SEM results. Resistivity indicates uneven electrical conduction in the area, further supporting the sapric peat's incomplete maturity.

Keywords: peat, geochemical, conduction, resistivity, tortuosity

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, atas kebaikan dan kuasa-Nya, disertasi mengenai “**Studi Tortuositas Tanah Gambut Berdasarkan Sifat Fisika, Geokimia dan Kelistrikan Tanah**” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada tulisan ini dikemukakan disertasi tentang keterkaitan sifat fisika, geokimia dan kelistrikan tanah gambut terhadap sifat tortuositasnya di Desa Abumbun Jaya, Kalimantan Selatan

Saran dan masukan demi kesempurnaan disertasi ini sangat diperlukan oleh penulis. Semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat yang sebesar-sebesarannya bagi semua pihak. Amin.

Salam,

Banjarmasin, Desember 2025

Simon Sadok Siregar

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI DISERTASI .....	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN .....	v
RIWAYAT HIDUP PENULIS .....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
RINGKASAN .....	viii
SUMMARY .....	x
KATA PENGANTAR .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR .....	1
I. PENDAHULUAN .....	3
1.1. Latar Belakang .....	3
1.2. Perumusan Masalah.....	6
1.3. Tujuan Penelitian .....	7
1.4. Manfaat Penelitian.....	7
II. TINJAUAN PUSTAKA .....	8
2.1. Tanah Gambut.....	8
2.2. Sifat Fisika Tanah Gambut Indonesia .....	10
2.2.1. Kadar Air dan Hidrologi .....	10
2.2.2. Densitas Bulk dan Porositas Tanah Gambut .....	10
2.3. Geokimia Tanah.....	11
2.3.1. Sifat Komposisi Material dan Dekomposisi .....	11
2.3.2. Geokimia Batuan Induk dan Endapan.....	11
2.3.3. Geokimia Gambut .....	12
2.3.4. Geokimia Air.....	12
2.4. Kelistrikan Lahan Gambut.....	13
2.4.1. Nilai Resistivitas Dominan (Asia Tenggara) .....	13

2.4.2. Nilai Resistivitas Tertinggi.....	13
2.4.3. Nilai Resistivitas Terendah.....	13
2.5. Tortuositas Tanah Gambut .....	14
2.5.1. Hukum Archie .....	16
III. KERANGKA KONSEP PENELITIAN .....	18
3.1. Landasan Teori.....	18
3.2. Kerangka Pemikiran .....	21
3.3. Hipotesis Penelitian .....	24
3.4. Kerangka Operasional Pelaksanaan Penelitian .....	25
3.5. Kerangka Analisis Penelitian .....	26
3.6. Definisi Operasional Variabel dan Pengukuran Variabel .....	27
3.7. Kebaharuan (Novelty) Penelitian.....	28
IV. METODE PENELITIAN.....	33
4.1. Waktu dan Tempat Penelitian .....	33
4.2. Metode Penelitian .....	34
4.3. Pengumpulan Data.....	35
4.3.1. Tahap Persiapan 1.....	35
4.3.2. Tahap Persiapan 2.....	36
4.3.3. Tahap Persiapan 3.....	36
4.3.4. Tahap Persiapan 4.....	37
4.3.5. Tahap Pelaksanaan .....	37
4.4. Analisa Data .....	42
V. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
5.1. Sifat Fisika Tanah .....	43
5.2. Sifat Geokimia Tanah.....	46
5.2.1. pH dan Tingkat Dekomposisi Tanah Gambut .....	46
5.2.2. Gugus Fungsional Tanah Gambut .....	48
5.2.3. Karakterisasi Fase Mineral Tanah Gambut .....	52
5.2.4. Karakterisasi Oksida Mineral Tanah Gambut.....	60
5.2.5. Morfologi Tanah Gambut .....	63
5.3. Sifat Kelistrikan Tanah Gambut.....	65
5.4. Sifat Tortuositas Tanah Gambut .....	70

5.4.1. Tortuositas Tanah Gambut Metode Model Kozeny-Carman .....	70
5.4.2. Tortuositas Tanah Gambut Berdasarkan Metode Archie .....	71
5.4.3. Tortuositas Tanah Gambut dengan <i>Software Fiji</i> .....	73
5.5. Keterkaitan Sifat Fisika Terhadap Tortuositas Tanah Gambut .....	76
5.6. Keterkaitan Sifat Geokimia Tanah Terhadap Tortuositas .....	81
5.7. Keterkaitan Sifat Kelistrikan Terhadap Tortuositas Tanah Gambut.....	83
VI. IMPLIKASI HASIL PENELITIAN .....	85
6.1. Implikasi Teori.....	85
6.2. Implikasi Praktis .....	87
6.3. Implikasi Kebijakan dan Lingkungan .....	88
VII. PENUTUP.....	89
7.1. Kesimpulan.....	89
7.2. Saran.....	90
DAFTAR PUSTAKA .....	91
LAMPIRAN .....	100

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kerangka analisis penelitian.....	27
Tabel 2. Operasional variabel dan pengukuran variabel .....	28
Tabel 3. Perkembangan penelitian sifat fisika, geokimia resistivitas tanah gambut dan tortuositas fluida dalam media berpori dan kefokusannya disertasi.....	29
Tabel 4. Koordinat pengukuran geolistrik di lokasi penelitian.....	33
Tabel 5. Koordinat pengambilan sampel tanah .....	36
Tabel 6. Data sifat fisika tanah gambut berdasarkan lokasi dan kedalaman .....	41
Tabel 7. Data sifat geokimia yang diperoleh dari pengujian.....	41
Tabel 8. Data sifat fisika tanah gambut berdasarkan metode Kozeny-Carman...	42
Tabel 9. Data sifat tortuositas metode Archie yang diperoleh dari pengujian.....	42
Tabel 10. Sifat fisika tanah gambut pada lokasi penelitian.....	44
Tabel 11. pH dan tingkat dekomposisi tanah gambut di lokasi penelitian.....	47
Tabel 12. Gugus fungsi kimia gambut di lokasi penelitian secara umum.....	51
Tabel 13. Fase mineral difraktogram XRD dan fasa yang teridentifikasi .....	54
Tabel 14. Komposisi oksida tanah gambut di lokasi penelitian .....	60
Tabel 15. Formasi dan ketebalan tanah gambut berdasarkan resistivitas.....	67
Tabel 16. Penjelasan litologi tanah gambut berdasarkan resistivitas listrik tanah	69
Tabel 17. Hasil pengukuran tortuositas tanah gambut dengan metode langsung..	71
Tabel 18. Tortuositas tanah gambut pada lokasi penelitian.....	72

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Model aliran fluida dengan tingkat kompleksitas berbeda.....	14
Gambar 2. Peta geologi lokasi penelitian.....	19
Gambar 3. Drainase di lokasi penelitian .....	23
Gambar 4. Kerangka pemikiran penelitian .....	24
Gambar 5. Kerangka operasional pelaksanaan penelitian.....	26
Gambar 6. Roadmap Penelitian.....	32
Gambar 7. Lokasi penelitian (a) Desa Abumbun Jaya (b) Area pengumpulan data ....	33
Gambar 8. Metode penelitian.....	34
Gambar 9. Pengukuran resistivitas listrik metode konfigurasi Wenner.....	39
Gambar 10. (a) Pengujian tortuositas metode Kozeny-Carman (b) Susunan tanah...	40
Gambar 11. Pengujian tortuositas tanah dengan metode <i>soil box resistivity</i> .....	41
Gambar 12. Profil dan warna tanah gambut di lokasi penelitian. ....	46
Gambar 13. Spektra IR sampel tanah gambut berdasarkan lokasi dan kedalaman. .....	49
Gambar 14. Spektrum-IR tanah gambut lokasi D berdasarkan kedalaman .....	51
Gambar 15. Difraktogram hasil XRD sampel tanah gambut lokasi dan kedalaman .....	53
Gambar 16. Senyawa oksida tanah gambut hasil pengukuran XRF .....	62
Gambar 17. Morfologi tanah gambut pada sampel (a) D-10, (b) D-50, (c) D-100 dan (d) D-150 dengan SEM .....	63
Gambar 18. Pemetaan sebaran komponen kimia tanah gambut dengan SEM-EDX pada kedalaman (a) 0,10 m, (b) 0,50 m, (c) 1,00 m dan (d) 1,50 m.....	64
Gambar 19. Morfologi tanah gambut pada kedalaman 1,50 m dengan pembesaran 10.000x.....	65
Gambar 20. Penampang resistivitas 2D pada lintasan $L_A$ , $L_B$ , dan $L_C$ untuk lahan terdegradasi dan lintasan $L_D$ , $L_E$ , dan $L_F$ untuk lahan gambut utuh. ....	66
Gambar 21. Pengukuran tortuositas tanah gambut dengan metode langsung.....	71
Gambar 22. Jalur pori tanah gambut di lokasi A pada sampel A-10, A-50, A-100 dan A-150 dengan software Fiji.....	73

Gambar 23. Jalur pori tanah gambut di lokasi D pada sampel D-10, D-50, D-100 dan D-150 dengan <i>software Fiji</i> .....	74
Gambar 24. Jalur pori pada tanah gambut untuk sampel C-10, C-50, C-100, C-150 dan E-10, E-50, E-100, E-150 dengan <i>software Fiji</i> .....	75
Gambar 25. Hubungan sifat porositas terhadap tortuositas tanah gambut pada tiap lokasi dan kedalaman .....	77
Gambar 26. Hubungan sifat fisika terhadap tortuositas tanah gambut .....	79
Gambar 27. Hubungan Tortuositas terhadap sifat fisika tanah gambut. ....	81
Gambar 28. Hubungan sifat resistivitas terhadap tortuositas tanah gambut .....	83