

**Bidang Fokus/Unggulan : Keanekaragaman Hayati, Kebencanaan,
Lingkungan, Sumber Daya Air dan Perubahan Iklim**

FAKULTAS : MIPA

**LAPORAN AKHIR
RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT (RTUU)**



**INVESTIGASI DAN PEMETAAN SPASIAL BERESOLUSI TINGGI
NILAI SUSEPTIBILITAS MAGNETIK, KONDUKTIVITAS LISTRIK,
DAN KOMPOSISI GEOKIMIA TANAH PERTANIAN
DI DAERAH RURUKAN KOTA TOMOHON**

Tim Pengusul

Ketua	: Dr. Gerald H. Tamuntuan, S.Si., M.Si.	(NIP. 197105062000031001)
Anggota	: Dr. Henry F. Aritonang, S.Si., M.Si.	(NIP. 197112072000031001)
Anggota	: Guntur Pasau, S.Si., M.Si.	(NIP. 197001202006041001)
Mahasiswa	: Ririn A. Endekan	(NIM. 17101104001)
	: Tesalonika Karepouwan	(NIM. 17101104018)
	: Pusvita Taengetan	(NIM. 16101104020)

**UNIVERSITAS SAM RATULANGI
NOVEMBER 2021**

Dibiayai oleh:
Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Badan Layanan Umum
Universitas Sam Ratulangi
Nomor: SP DIPA - 023.17.2.677519/2021 tanggal 23 November 2020



**HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR
RTUU (RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT)**

JUDUL KEGIATAN : INVESTIGASI DAN PEMETAAN BERESOLUSI TINGGI NILAI SUSEPTIBILITAS MAGNETIK, KONDUKTIVITAS LISTRIK, DAN KOMPOSISI GEOKIMIA TANAH PERTANIAN DI DAERAH RURUKAN KOTA TOMOHON

Ketua Peneliti

Nama Lengkap : GERALD HENDRIK TAMUNTUAN
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi
NIP : 197105062000031001
Jab.Fungsional : Lektor Kepala
Prodi : FISIKA
Fakultas : MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Nomor HP : 08124450886
Email : gtamuntuan@gmail.com
Usulan Blaya : Rp 50,000,000
Biaya Maksimum : Rp 50,000,000
Lama Penelitian : 8 bulan

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : HENRY FONDA ARITONANG
NIP : 197112072000031001
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Anggota Peneliti (2)

Nama Lengkap : GUNTUR PASAU
NIP : 197001202006041001
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Mahasiswa (1)

Nama Lengkap/NIM : Ririn A. Endekan / 17101104001

Mahasiswa (2)

Nama Lengkap/NIM : Tesalonika Karepouwan / 17101104018

Mahasiswa (3)

Nama Lengkap/NIM : Pusvita Taengetan / 16101104020

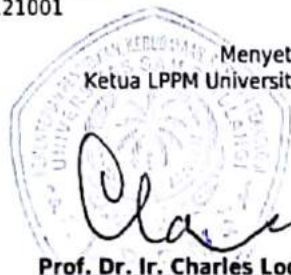


Mengetahui
Dekan

Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc.
NIP 196606041995121001

Manado, 10 November 2021
Ketua Peneliti

GERALD HENDRIK TAMUNTUAN
NIP 197105062000031001



Menyetujui
Ketua LPPM Universitas Sam Ratulangi

Prof. Dr. Ir. Charles Lodewijk Kaunang, MS
NIP 195910181986031002

RINGKASAN

Sulawesi Utara merupakan daerah dengan tanah pertanian yang subur. Selain berada di daerah tropis dengan kelembaban yang relatif tinggi, pelapukan hasil aktivitas vulkanik di daerah ini berdampak pada terbentuknya tanah dengan kandungan mineral yang baik untuk berbagai tanaman budi daya. Dalam penelitian terdahulu diketahui bahwa produktivitas lahan pertanian sangat dipengaruhi oleh sifat fisika, kimia dan kandungan nutrient tanah. Hal ini berarti bahwa pengetahuan atau informasi sifat fisika dan kimia tanah pada suatu daerah akan sangat bermanfaat dalam penentuan jenis tanaman pertanian di daerah tersebut. Salah satu lokasi pertanian hortikultura yang relatif besar di Sulawesi Utara adalah daerah Rurukan Kota Tomohon. Dalam penelitian ini telah dilakukan kajian sifat fisika yaitu suseptibilitas magnetik (dilaksanakan secara *in situ* dan pengukuran di laboratorium), konduktivitas listrik, serta geokimia pada tanah di daerah agrowisata Rurukan. Sampel tanah yang digunakan sebanyak 180 buah dan diambil tersebar pada daerah seluas 80 ha. Hasil pengukuran suseptibilitas magnetik bervariasi antara $(422,07 \pm 1,85) \times 10^{-5}$ SI hingga $(2.979,07 \pm 17,49) \times 10^{-5}$ SI. Distribusi frekwensi tertinggi nilai suseptibilitas magnetik berada pada rentang nilai 601×10^{-5} SI hingga 800×10^{-5} SI. Sementara nilai konduktivitas listrik permukaan tanah pada lokasi yang dikaji bervariasi antara 1×10^{-2} hingga 25×10^{-2} ms/cm dengan distribusi frekwensi tertinggi berada pada rentang nilai 1×10^{-2} hingga 3×10^{-2} ms/cm. Data diproses lanjut secara geostatistik dan hasilnya dipetakan secara spasial dengan menggunakan Quantum GIS 3.16 untuk memperoleh informasi variasi konsentrasi Fe dan daya ikat air pada tanah di lokasi kajian. Analisis geokimia tanah dilakukan pada 20 sampel yang merepresentasikan sampel-sampel dengan suseptibilitas magnetik dan konduktivitas listrik pada interval nilai tertentu. Analisis tersebut meliputi penentuan C-organik menggunakan Metode Walky and Black, penentuan pH tanah, kandungan N pada tanah dengan Metode Kjeldahl, penentuan ketersediaan P_2O_5 dengan ekstraksi Bray 1, dan penentuan ketersediaan K_2O dengan ekstraksi Bray 1. **Luaran** yang sudah dicapai terkait hasil penelitian ini adalah 2 (dua) HKI Hak Cipta (*granted*).

PRAKATA

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa karena atas kemurahanNya sehingga penelitian kami sepanjang tahun 2021 boleh berjalan dengan baik. Penelitian ini telah menghasilkan informasi tentang variasi spasial nilai suseptibilitas magnetik, konduktivitas listrik, serta geokimia tanah pada daerah agrowisata Rurukan, Kota Tomohon Propinsi Sulawesi Utara. Kami berterima kasih kepada Universitas Sam Ratulangi (Unsrat) yang melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian (LPPM) Unsrat telah membiayai penelitian ini dengan skim Riset Terapan Unggulan Universitas Sam Ratulangi (RTUU) tahun 2021. Masukan yang konstruktif akan diterima dengan senang hati untuk penyempurnaan hasil-hasil yang kami peroleh. Akhir kata, kiranya hasil penelitian ini boleh melengkapi wawasan tentang potensi tanah pada lokasi yang dikaji, serta bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan kesejahteraan umat manusia.

Manado, November 2021

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1. Suseptibilitas Magnetik dan Konduktivitas Listrik	3
2.2. <i>State of The Art</i> Penelitian	4
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	6
BAB 4 METODE PENELITIAN	7
BAB 5 HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI	9
5.1. Suseptibilitas Magnetik Tanah	9
5.2. Konduktivitas Listrik Tanah	12
5.3. Karakteristik Geokimia Tanah Daerah Rurukan	14
5.4. Luaran yang telah dicapai	15
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	16
6.1. Kesimpulan	16
6.2. Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN-LAMPIRAN	19

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Analisis kandungan C-organik dan tingkat keasaman tanah	14
Tabel 2. Analisis kandungan N serta tingkat ketersediaan P_2O_5 dan K_2O pada tanah di daerah Rurukan	15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bidang unggulan penelitian Unsrat 2021 – 2025	2
Gambar 2. Peta jalan penelitian hingga tahun 2024	5
Gambar 3. Peta jalan bidang unggulan Keanekaragaman Hayati, Kebencanaan, Lingkungan, Sumber Daya Air dan Perubahan Iklim. Tulisan berwarna merah menunjukkan topik yang berhubungan dengan penelitian yang diusulkan	5
Gambar 4. Peta lokasi dan desain pengambilan data	8
Gambar 5. Diagram alir penelitian	8
Gambar 6. Spektrum variasi nilai suseptibilitas magnetik di daerah Ruruan	9
Gambar 7. Variasi spasial suseptibilitas magnetik tanah dengan MS2K	10
Gambar 8. Variasi spasial suseptibilitas magnetik tanah dengan MS2B	10
Gambar 9. Korelasi antara parameter K (MS2K) dan parameter χ_{LF} (MS2B)	11
Gambar 10. Hubungan antara konsentrasi mineral superparamagnetik dengan nilai suseptibilitas magnetik dari sampel tanah Ruruan	11
Gambar 11. Spektrum variasi konduktivitas listrik pada sampel tanah Ruruan	12
Gambar 12. Variasi spasial konduktivitas listrik tanah	13
Gambar 13. Hubungan antara suseptibilitas magnetik dan konduktivitas listrik tanah di daerah Ruruan	13

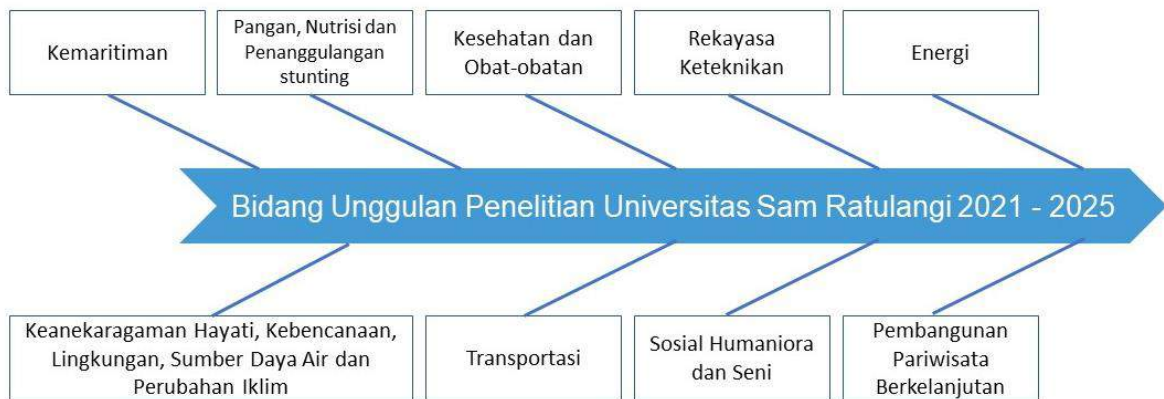
BAB 1. PENDAHULUAN

Daerah Rurukan yang terdapat pada bagian timur dari Kota Tomohon merupakan salah satu lokasi pertanian hortikultura yang relatif besar di Sulawesi Utara. Secara geologi, tanah di daerah ini adalah hasil pelapukan tufa gunung api yang terutama berasal dari letusan sistem Gunung Api Tondano. Dalam penelitian terdahulu diketahui bahwa produktivitas lahan pertanian sangat dipengaruhi oleh sifat kimia dan kandungan nutrient tanah [1], serta sifat fisika tanah [2]. Sifat fisika dan kimia tanah memberikan pengaruh berbeda pada setiap jenis tanaman pertanian [3]. Hal ini berarti bahwa pengetahuan atau informasi sifat fisika dan kimia tanah pada suatu daerah akan sangat bermanfaat dalam penentuan klasterisasi tanaman pertanian yang berimplikasi kuat pada optimalisasi hasil pertanian. **Permasalahannya** adalah hingga saat ini kajian tentang sifat fisika (secara khusus suseptibilitas magnetik dan konduktivitas listrik) dan geokimia tanah di daerah Rurukan serta bagaimana distribusinya secara spasial belum pernah dilakukan.

Saat ini metode geofisika, terutama metode untuk kajian dekat permukaan (*near surface*) seperti kemagnetan batuan dan kelistrikan (konduktivitas/resistivitas listrik) mulai marak digunakan untuk hal-hal yang berkaitan dengan manajemen lingkungan dan pertanian. Metode ini biasanya dipadukan dengan metode geokimia untuk memperkuat analisis. Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan untuk mengkarakterisasi lahan pertanian dengan menggunakan parameter suseptibilitas magnetik (dalam metode kemagnetan batuan) [2, 4, 5] dan parameter konduktivitas listrik [6, 7]. Kedua parameter fisika tersebut jika dipadukan dengan hasil pengukuran geokimia dapat memberikan gambaran tentang kandungan logam, nutrien serta kandungan air dalam tanah. Oleh karena itu diusulkan penelitian dengan **tujuan** untuk (i) menginvestigasi secara spasial serta menganalisis sebaran nilai suseptibilitas magnetik, konduktivitas listrik, dan geokimia tanah di daerah lahan pertanian hortikultura Rurukan, Kota Tomohon, Sulawesi Utara, serta (ii) melakukan pemetaan parameter-parameter tersebut pada daerah yang dikaji.

Penelitian ini **urgen** karena masih banyak tanah yang digunakan sebagai lahan pertanian hortikultura perlu memiliki data sifat-sifat fisika (suseptibilitas magnetik dan konduktivitas listrik) dan geokimianya dalam rangka manajemen lingkungan serta optimalisasi hasil produksi. Adapun posisi **penelitian yang diusulkan** dalam peta jalan penelitian Unsrat tahun 2021 – 2025 adalah terkait dengan **bidang unggulan Keanekaragaman Hayati**,

Kebencanaan, Lingkungan, Sumber Daya Air dan Perubahan Iklim, terutama pada topik riset **Teknologi dan Manajemen Lingkungan**. Penelitian ini dibangun berdasarkan sinergitas metode-metode geofisika yang umum digunakan untuk eksplorasi sumber daya alam dengan kajian tanah dan lingkungan sebagai **inovasi** dalam optimalisasi produksi pertanian. Sesuai skim yang diusulkan, yaitu Riset Terapan Unggulan Unsrat (RTUU), maka luaran yang menjadi target dalam penelitian ini adalah (i) **HKI Hak Cipta (tercatat)**, (ii) **pemakalah pada pertemuan ilmiah internasional** serta (iii) **publikasi pada jurnal nasional (Jurnal Sains, terakreditasi Sinta 3)**. Luaran-luaran ini bersesuaian dengan target output dalam RIP Unsrat sehingga berkontribusi dalam indikator capaian penelitian Unsrat tahun 2021 – 2025.



Gambar 1. Bidang unggulan penelitian Unsrat 2021 – 2025 [8].

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Suseptibilitas Magnetik dan Konduktivitas Listrik

Metode kemagnetan batuan (*rock magnetism*) adalah suatu metode yang mempelajari sifat-sifat magnetik dari batuan, tanah, dan sedimen dimana hasil-hasilnya dapat digunakan untuk mengetahui berbagai proses yang telah terjadi di bumi [9]. Sifat-sifat magnetik muncul saat terbentuknya mineral-mineral pembawa sifat magnetik dari reaksi-reaksi kimia yang terjadi pada magma yang mendingin menjadi batuan. Sifat dari mineral-mineral tersebut menjadi jelas ketika temperatur batuan berada di bawah batas kritis *blocking temperature* yang biasa disebut dengan temperatur Curie. Pada saat itu, momen-momen magnetik pada mineral pembawa sifat magnetik mengalami proses penjajaran dan berubah dari *state* paramagnetik yang memiliki sifat magnetik lemah menjadi ferro- atau ferrimagnetik yang memiliki sifat magnetik kuat.

Perubahan batuan menjadi tanah menyebabkan perubahan jenis mineralogy, ukuran bulir, *domain state*, dan konsentrasi dari mineral magnetik bergantung pada mekanisme serta kondisi lingkungan ketika proses perubahan tersebut berlangsung. Perubahan karakteristik dasar dari mineral magnetik tersebut, seperti konsentrasi, dan ukuran bulirnya berimplikasi pada perubahan sifat magnetiknya [10].

Salah satu parameter yang penting dalam metode ini adalah parameter suseptibilitas magnetik. Parameter ini menggambarkan level kekuatan sifat magnetik material yang diperoleh pada saat sampel sementara diberikan induksi magnetik. Nilai suseptibilitas magnetik berkaitan erat dengan konsentrasi unsur besi (Fe) dan mineral besi oksida antara lain seperti magnetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3), dan maghemit ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) serta variasi ukuran bulir magnetik dalam sampel.

Parameter kelistrikan yang umum diukur pada sampel tanah adalah konduktivitas listrik ataupun kebalikannya yaitu resistivitas listrik. Konduktivitas listrik bergantung pada frekuensi dan suhu. Konduktivitas listrik pada tanah dan / atau campuran tanah-air merupakan kombinasi dari konduksi permukaan, konduksi partikel dan konduksi fluida pori. Oleh karena itu, interaksi di antara keduanya sangat menentukan konduktivitas listrik global yang terukur. Secara teoritis, konduksi fluida pori tergantung pada ketersediaan dan mobilitas ion dalam fluida pori. Konduksi permukaan tergantung pada konsentrasi ion dalam fluida pori, porositas, dan permukaan spesifik partikel.

2.2. State of The Art Penelitian

Pemanfaatan fenomena magnetik dalam kajian kebumihan mulai dilakukan pada batuan sejak tahun 1938 oleh Koenigsberger dan Thellier serta Nagata pada tahun 1943. Hingga saat ini sudah begitu banyak kajian tentang sifat-sifat magnetik batuan, tanah, maupun sedimen yang digunakan untuk mengungkap berbagai proses di bumi baik yang terjadi pada masa kini maupun masa lalu [10]. Kajian-kajian tersebut menunjukkan bahwa perubahan sifat magnetik terkait erat dengan perubahan karakteristik mineral magnetik dalam hal ini mineralogi, ukuran bulir, domain magnetik, dan konsentrasi mineral magnetik. Penggunaan metode kemagnetan batuan secara khusus parameter suseptibilitas magnetik telah dilakukan oleh Safiuddin dkk tahun 2011 [11] untuk mengkaji tingkat pelapukan yang berimplikasi pada perubahan ukuran bulir tanah. Beberapa penelitian juga telah dilakukan untuk melihat hubungan antara jenis dan tekstur tanah dengan parameter suseptibilitas magnetik [12, 13].

Pada dua dekade yang lalu penerapan prinsip-prinsip geofisika dalam bidang pertanian mulai marak diperkenalkan. Bidang ini kemudian menjadi bidang baru dalam geofisika dan dikenal dengan *agricultural geophysics* [3]. Allred dkk [3] menunjukkan bahwa sebaran konduktivitas listrik yang dipetakan secara spasial berkorelasi dengan tingkat produktivitas tanaman jagung. Pengukuran konduktivitas listrik pada tanah untuk aplikasi pertanian kemudian semakin berkembang dalam berbagai tujuan antara lain investigasi nutrisi serta kandungan air dalam tanah [14], variabilitas dalam sifat fisik dan kimia tanah [15], serta identifikasi dan pemetaan *soil water content* (SWC) [6]. Kajian konduktivitas listrik tanah umumnya banyak dipadukan dengan kajian geokimia tanah [16].

Kompetensi dari keseluruhan tim peneliti diperlihatkan dengan keterlibatannya dalam beberapa penelitian terkait yang telah dikerjakan, dimana hasil-hasilnya telah dipublikasi pada jurnal ilmiah baik internasional maupun nasional (lihat lampiran) serta pembuatan HKI. Adapun peta jalan (*road map*) dari rencana penelitian hingga beberapa tahun kedepan yang dirancang serta posisi dari penelitian yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 2, sementara topik kajian dalam bidang unggulan Keanekaragaman Hayati, Kebencanaan, Lingkungan, Sumber Daya Air dan Perubahan Iklim yang tertuang dalam peta jalan Rencana Strategis Penelitian Unsrat disajikan pada Gambar 3.



Gambar 2. Peta jalan penelitian hingga tahun 2024.



Gambar 3. Peta jalan bidang unggulan Keanekaragaman Hayati, Kebencanaan, Lingkungan, Sumber Daya Air dan Perubahan Iklim. Tulisan berwarna merah menunjukkan topik yang berhubungan dengan penelitian yang diusulkan [8].

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penelitian bertujuan untuk :

- (i) Menginvestigasi secara spasial serta menganalisis sebaran nilai suseptibilitas magnetik, konduktivitas listrik, dan geokimia tanah di daerah lahan pertanian hortikultura Rurukan, Kota Tomohon, Sulawesi Utara, serta
- (ii) Melakukan pemetaan parameter-parameter tersebut pada daerah yang dikaji.

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah tersedianya data dan analisa sifat-sifat fisika (suseptibilitas magnetik dan konduktivitas listrik) dan geokimia tanah pada lahan pertanian hortikultura di daerah Rurukan untuk manajemen lingkungan serta optimalisasi hasil produksi.

BAB 4. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di daerah Rurukan Kota Tomohon, Sulawesi Utara. Daerah ini merupakan kawasan hortikultura yang terdapat di lereng Gunung Mahawu yang merupakan bagian dari Sistem Gunung Api Tondano. Gambar 4 menunjukkan peta lokasi dan desain pengambilan data penelitian. Untuk memperoleh informasi dengan resolusi tinggi, maka pengambilan serta analisis data suseptibilitas magnetik dan konduktivitas listrik telah dilakukan pada 180 titik yang tersebar pada lahan seluas 80 ha.

Secara umum tahapan penelitian akan diawali dengan membuat desain lokasi serta titik-titik pengambilan sampel/data dan diikuti dengan survey lapangan. Data akan diukur baik secara langsung di lapangan (*in situ*) maupun di laboratorium. Pengukuran suseptibilitas magnetik akan dilakukan dengan dua cara tersebut. Pengukuran secara *in situ* pada setiap titik yang telah ditentukan akan dilakukan menggunakan alat Bartington *magnetic susceptibility meter* yang dilengkapi dengan sensor MS2K. Pengukuran dilakukan secara seragam pada tanah dengan kedalaman 10 cm dari permukaan.

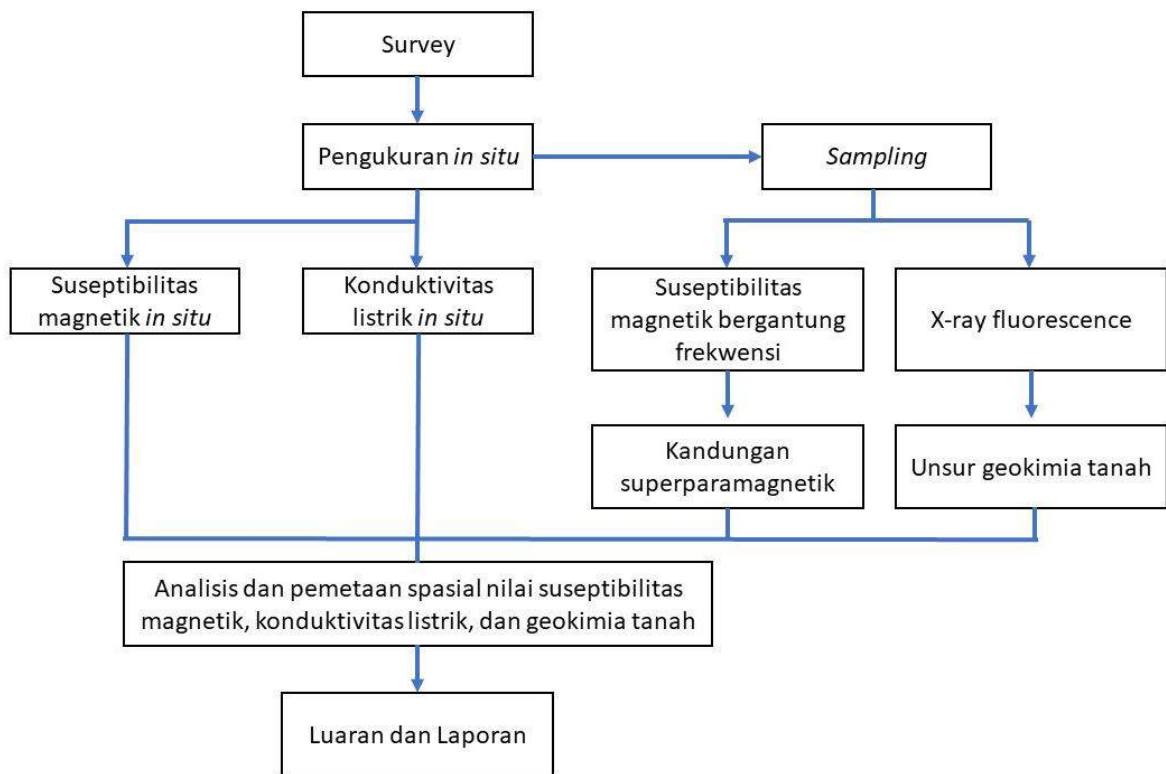
Sampel tanah pada setiap titik pengukuran dilapangan selanjutnya akan dipreparasi dalam holder-holder plastik untuk pengukuran lanjutan suseptibilitas magnetik yang akan dilaksanakan di laboratorium menggunakan Bartington MS2B pada dua frekwensi berbeda yaitu 4700 Hz dan 47 kHz. Pengukuran dilakukan untuk memperoleh parameter-parameter suseptibilitas magnetik bergantung frekwensi yang berguna untuk mengidentifikasi partikel superparamagnetik dalam sampel tanah.

Pengukuran konduktivitas listrik akan dilakukan secara *in situ* menggunakan alat *Electrical Conductivity (EC) Meter* buatan Hanna Instrument. Setiap pengukuran didahului dengan membilas probe EC dengan air terdeionisasi. Sampel-sampel pada titik-titik pengukuran yang memiliki nilai kontras selanjutnya akan dipreparasi dengan cara dihaluskan untuk pengukuran dan analisis komposisi kimia. Semua parameter yang diperoleh setelah diolah kemudian akan dipetakan pada lokasi yang dikaji.



Gambar 4. Peta lokasi dan desain pengambilan data.

Adapun diagram alir penelitian secara keseluruhan disajikan pada Gambar 5.

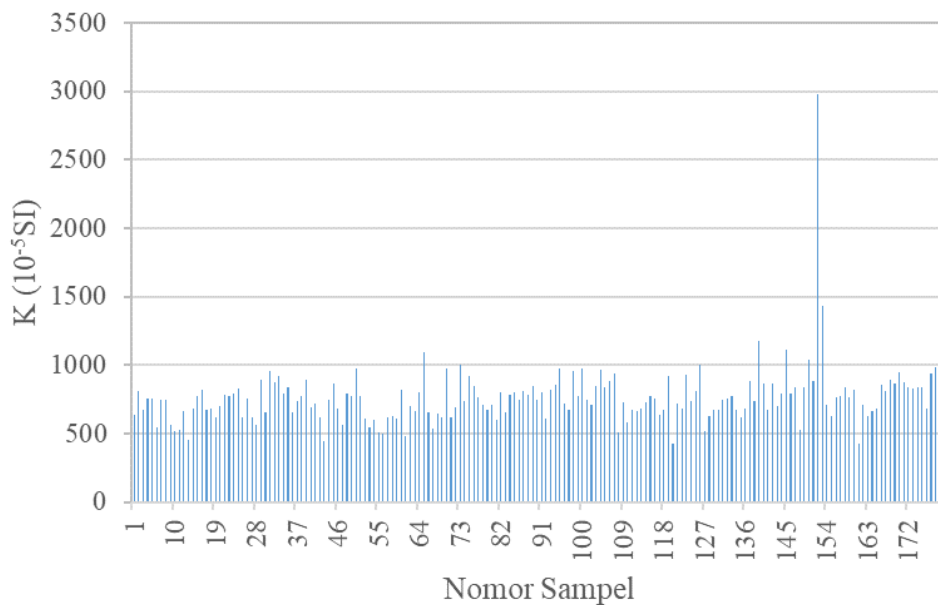


Gambar 5. Diagram alir penelitian

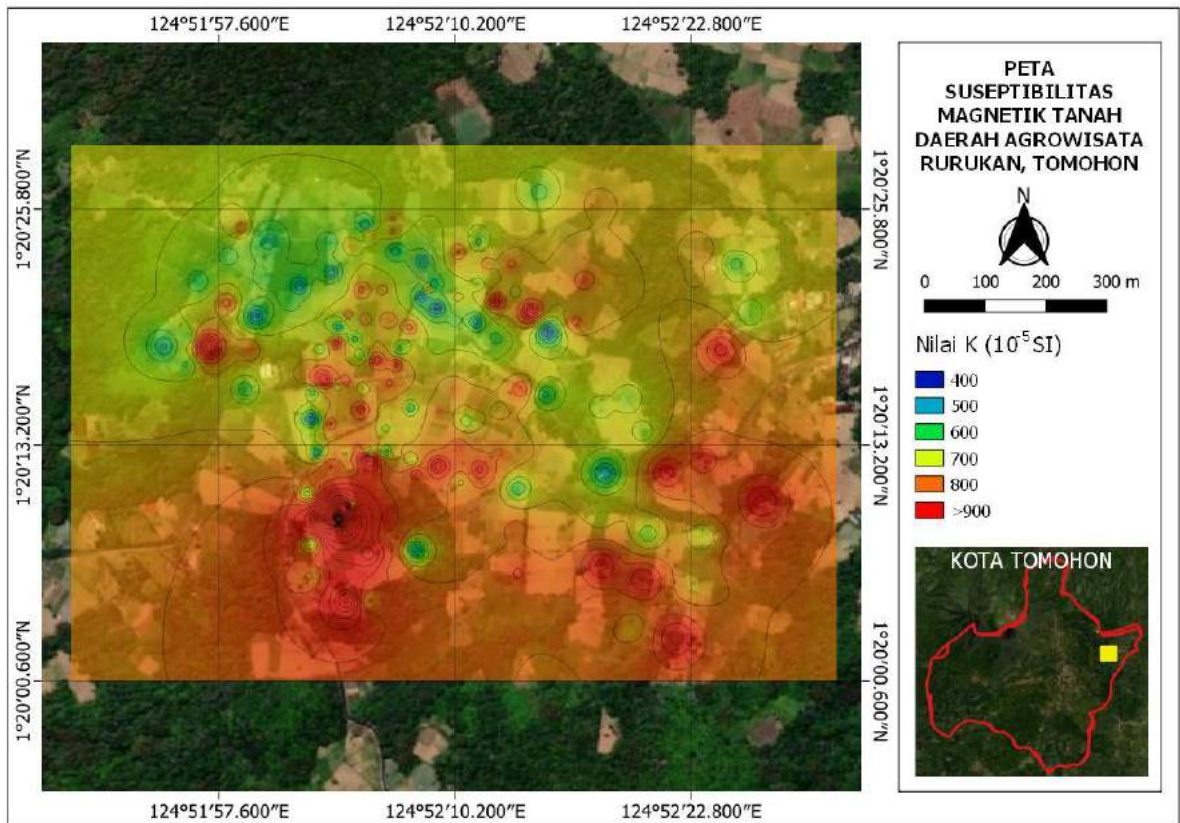
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1. Suseptibilitas Magnetik Tanah

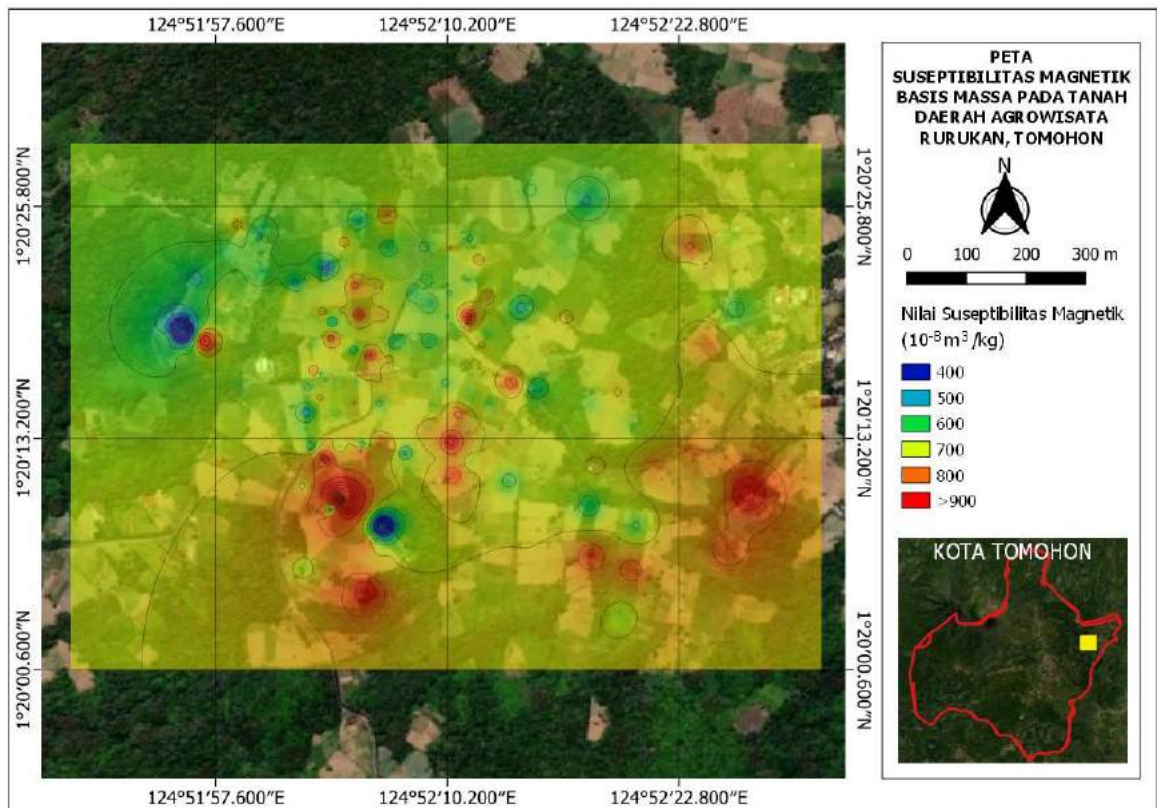
Pengukuran suseptibilitas magnetik dilakukan pada 180 titik di lahan seluas kurang lebih 80 ha dengan menggunakan Bartington MS3 meter yang dilengkapi sensor MS2K untuk pengukuran *in situ*, dan sensor MS2B untuk pengukuran laboratorium. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik permukaan pada lokasi yang dikaji bervariasi antara $(422,07 \pm 1,85) \times 10^{-5}$ SI hingga $(2.979,07 \pm 17,49) \times 10^{-5}$ SI (Gambar 6). Distribusi frekwensi tertinggi nilai suseptibilitas magnetik berada pada rentang nilai 601×10^{-5} SI hingga 800×10^{-5} SI. Data suseptibilitas magnetik selanjutnya diproses secara geostatistik dengan menggunakan krigging dan selanjutnya dipetakan secara spasial dengan menggunakan Quantum GIS 3.16. Gambar 7 menunjukkan pemetaan suseptibilitas magnetik secara *in situ*, sedangkan Gambar 8 adalah pemetaan hasil pemrosesan data suseptibilitas magnetik yang diukur di laboratorium. Hasil pemetaan secara *in situ* menunjukkan bahwa bagian selatan serta timur dari daerah kajian memiliki nilai suseptibilitas magnetik yang relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan bagian yang lain. Nilai suseptibilitas magnetik berkorelasi positif dengan kandungan Fe, sehingga dapat dikatakan bahwa bagian selatan serta timur dari daerah kajian merupakan zona dengan kandungan unsur Fe yang relatif tinggi.



Gambar 6. Spektrum variasi nilai suseptibilitas magnetik di daerah Rurukan.

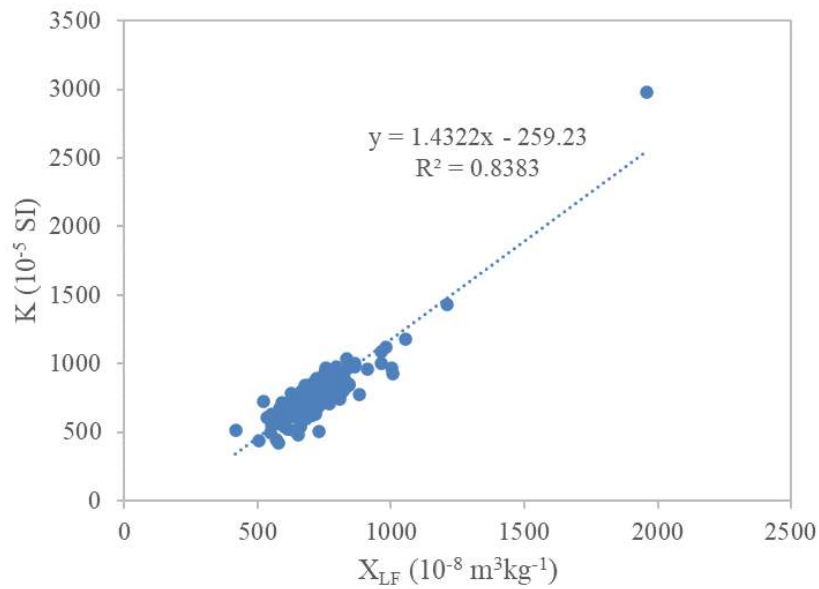


Gambar 7. Variasi spasial suseptibilitas magnetik tanah dengan MS2K.

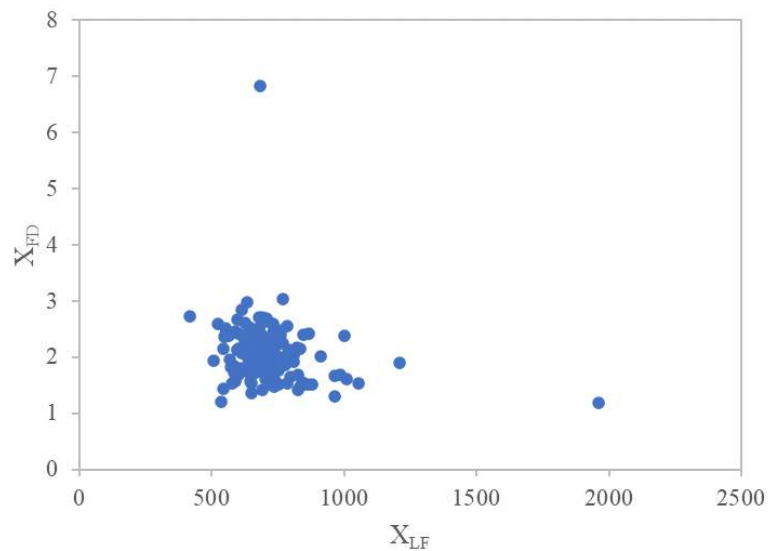


Gambar 8. Variasi spasial suseptibilitas magnetik tanah dengan MS2B.

Gambar 9 menunjukkan tingkat korelasi yang sangat baik antara parameter suseptibilitas magnetik yang diukur secara *in situ* menggunakan sensor MS2K dan parameter suseptibilitas magnetik yang diukur di laboratorium menggunakan sensor MS2B. Sementara Gambar 10 menunjukkan plot kandungan mineral superparamagnetik terhadap nilai suseptibilitas magnetik sampel tanah Rurukan. Grafik ini mengindikasikan jenis tanah pada lokasi yang diteliti.



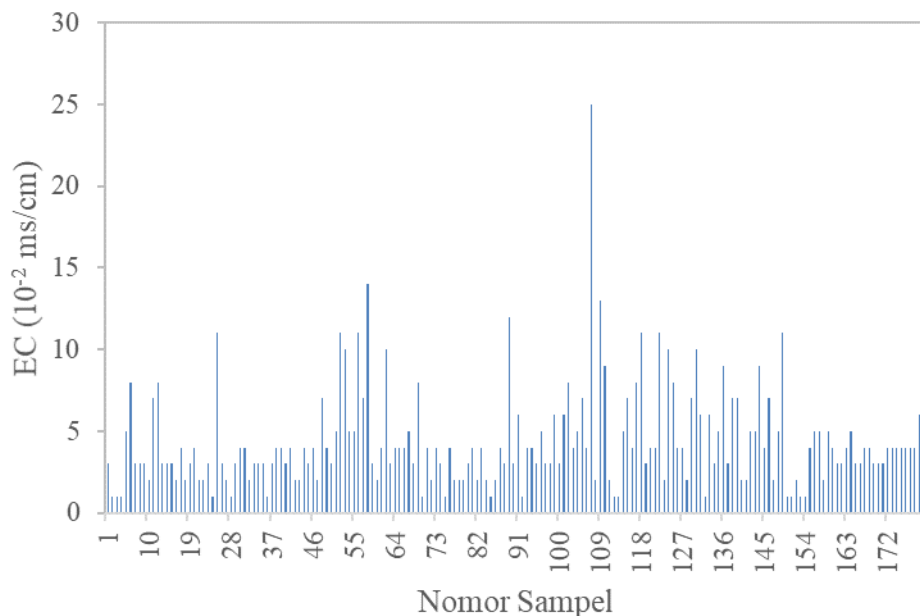
Gambar 9. Korelasi antara parameter K (MS2K) dan parameter χ_{LF} (MS2B)



Gambar 10. Hubungan antara konsentrasi mineral superparamagnetik dengan nilai suseptibilitas magnetik dari sampel tanah Rurukan.

5.2. Konduktivitas Listrik Tanah

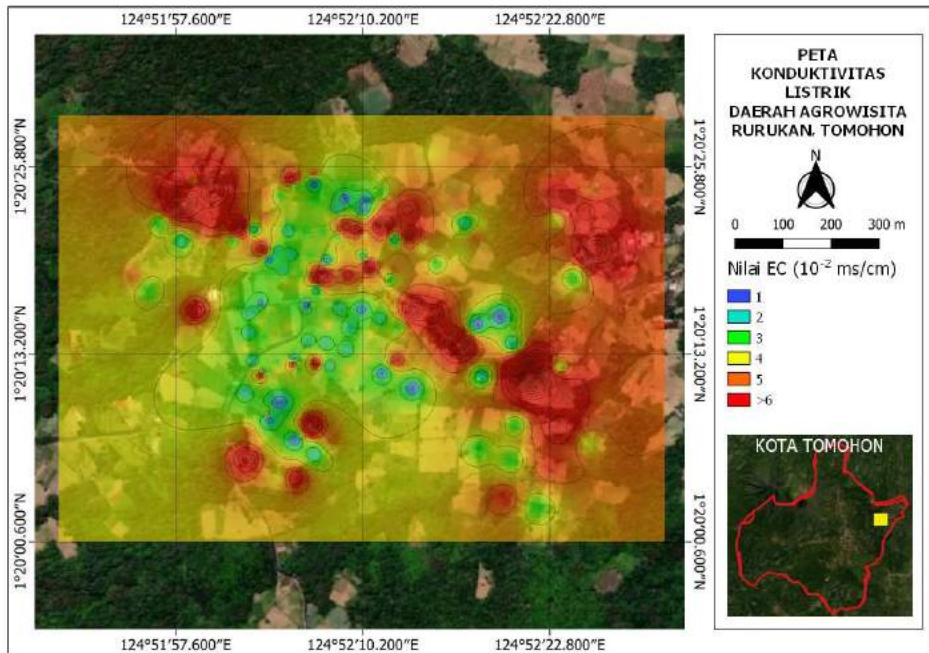
Konduktivitas listrik tanah sangat dipengaruhi oleh tingkat kandungan air dalam tanah. Semakin besar konsentrasi air dalam tanah, semakin tinggi nilai konduktivitasnya. Setiap jenis tanah memiliki kemampuan mengikat air yang berbeda, dan setiap daerah memiliki jenis tanah yang berbeda. Produktivitas lahan pertanian sangat dipengaruhi tidak hanya oleh unsur hara dalam tanah tersebut tetapi juga oleh kemampuan tanah dalam mengikat air. Oleh karena itu telah dilakukan pengukuran dan pemetaan konduktivitas listrik tanah di daerah agrowisata Rurukan Kota Tomohon Propinsi yang merupakan salah satu sentra pertanian hortikultura Sulawesi Utara. Pengukuran konduktivitas listrik dilakukan pada 180 titik di lahan seluas kurang lebih 80 ha dengan menggunakan instrumen HANNA HI 981030 *Gro Line Direct Electrical Conductivity Tester* yang memiliki resolusi 1 $\mu\text{s/cm}$. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nilai konduktivitas listrik permukaan tanah pada lokasi yang dikaji bervariasi antara 1×10^{-2} hingga 25×10^{-2} ms/cm (Gambar 11) dengan distribusi frekwensi tertinggi berada pada rentang nilai 1×10^{-2} hingga 3×10^{-2} ms/cm.



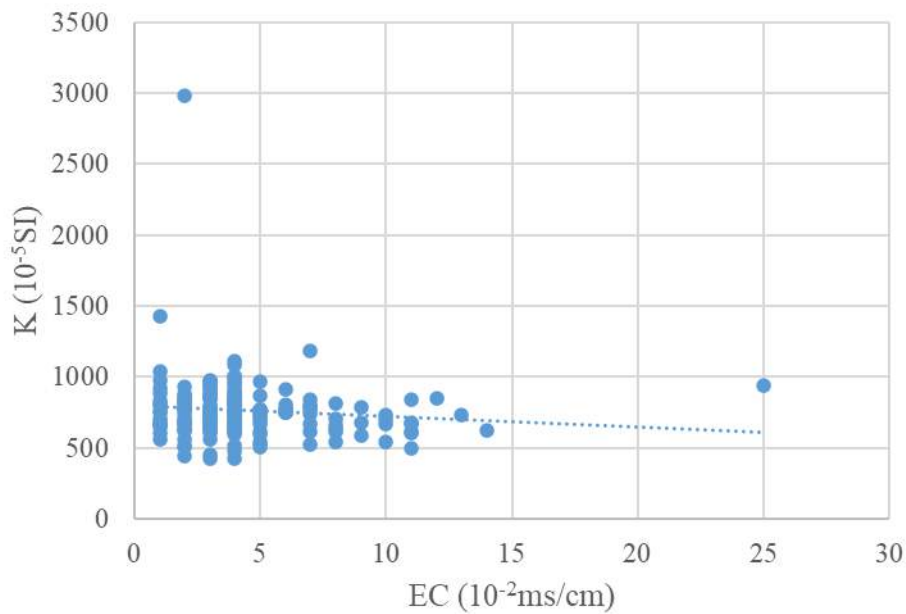
Gambar 11. Spektrum variasi konduktivitas listrik pada sampel tanah Rurukan.

Data konduktivitas listrik tanah selanjutnya diinterpolasi secara krigging dan dipetakan dengan menggunakan Quantum GIS 3.16. Gambar 12 memperlihatkan bahwa bagian timur laut hingga tenggara serta barat laut dari daerah kajian memiliki nilai konduktivitas listrik yang relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan tanah pada bagian lain daerah kajian.

Hal ini mengindikasikan bahwa tanah pada bagian timur laut hingga tenggara serta barat laut memiliki kemampuan mengikat air yang relatif lebih kuat dibandingkan dengan bagian lain pada daerah kajian. Gambar 13 memperlihatkan hubungan antara suseptibilitas magnetik dan konduktivitas listrik.



Gambar 12. Variasi spasial konduktivitas listrik tanah.



Gambar 13. Hubungan antara suseptibilitas magnetik dan konduktivitas listrik tanah di daerah Rurukan.

5.3. Karakteristik Geokimia Tanah Daerah Rurukan

Kajian karakteristik geokimia tanah dilakukan 20 sampel yang merepresentasikan sampel-sampel dengan suseptibilitas magnetik dan konduktivitas listrik pada interval nilai tertentu. Analisis geokimia tersebut meliputi penentuan C-organik menggunakan Metode Walky and Black, penentuan pH tanah, kandungan N pada tanah dengan Metode Kjedahl, penentuan ketersediaan P_2O_5 dengan ekstraksi Bray 1, dan penentuan ketersediaan K_2O dengan ekstraksi Bray 1. Hasil-hasil analisis disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Analisis kandungan C-organik dan tingkat keasaman tanah.

No	Kode sampel	C-organik Metode Walky and Black.		pH Meter	
		%	Kriteria	Nilai	Kriteria
1	R1	2,10	Sedang	6,43	Agak Masam
2	R7	1,87	Rendah	6,44	Agak Masam
3	R11	1,83	Rendah	6,35	Agak Masam
4	R16	2,11	Sedang	6,45	Agak Masam
5	R31	1,85	Rendah	6,38	Agak Masam
6	R36	1,80	Rendah	6,45	Agak Masam
7	R46	2,56	Sedang	6,39	Agak Masam
8	R52	2,47	Sedang	6,46	Agak Masam
9	R60	2,40	Sedang	6,39	Agak Masam
10	R94	2,64	Sedang	6,44	Agak Masam
11	R97	2,43	Sedang	6,33	Agak Masam
12	R100	2,43	Sedang	6,44	Agak Masam
13	R105	1,74	Rendah	6,40	Agak Masam
14	R110	2,64	Sedang	6,43	Agak Masam
15	R114	2,08	Sedang	6,38	Agak Masam
16	R119	2,78	Sedang	6,30	Agak Masam
17	R134	2,08	Sedang	6,40	Agak Masam
18	R141	2,99	Sedang	6,45	Agak Masam
19	R144	1,95	Rendah	6,33	Agak Masam
20	R150	2,36	Sedang	6,33	Agak Masam

Tabel 2. Analisis kandungan N serta tingkat ketersediaan P₂O₅ dan K₂O pada tanah di daerah Rurukan.

No	Kode sampel	N Tanah Metode Kjeldahl		P ₂ O ₅ tersedia tanah ekstraksi Bray 1		K ₂ O tersedia tanah ekstraksi Bray 1
		%	Kriteria	ppm	Kriteria	ppm
1	R1	0,18	Rendah	18,22	Sedang	20,22
2	R7	0,18	Rendah	19,23	Sedang	30,21
3	R11	0,19	Rendah	16,77	Sedang	35,65
4	R16	0,19	Rendah	18,34	Sedang	30,22
5	R31	0,19	Rendah	17,11	Sedang	29,23
6	R36	0,18	Rendah	18,56	Sedang	18,21
7	R46	0,24	Sedang	16,77	Sedang	22,21
8	R52	0,23	Sedang	18,89	Sedang	19,23
9	R60	0,22	Sedang	16,79	Sedang	14,22
10	R94	0,23	Sedang	16,06	Sedang	19,00
11	R97	0,21	Sedang	17,23	Sedang	26,55
12	R100	0,21	Sedang	16,67	Sedang	35,65
13	R105	0,15	Rendah	19,23	Sedang	24,85
14	R110	0,23	Sedang	18,34	Sedang	26,94
15	R114	0,18	Rendah	19,98	Sedang	14,30
16	R119	0,24	Sedang	15,35	Sedang	18,62
17	R134	0,18	Rendah	17,06	Sedang	16,39
18	R141	0,26	Sedang	19,62	Sedang	12,80
19	R144	0,17	Rendah	22,33	Sedang	15,36
20	R150	0,20	Sedang	18,44	Sedang	13,47

5.4. Luaran yang telah dicapai

Sejauh ini hasil penelitian **telah menghasilkan dua HKI Hak cipta** berupa :

- (1) Peta Suseptibilitas Magnetik Tanah Daerah Agrowisata Rurukan, Tomohon dengan nomor pencatatan HKI Hak Cipta 000272688 dan telah diumumkan sejak tanggal 7 September 2021 (**luaran wajib**).
- (2) Peta Konduktivitas Listrik Tanah Daerah Agrowisata Rurukan, Tomohon dengan nomor pencatatan HKI Hak Cipta 000276458 dan telah diumumkan sejak tanggal 16 September 2021 (**luaran tambahan**).

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Setelah melakukan kajian sifat magnetik, konduktivitas listrik, dan geokimia pada tanah seluas 80 ha di daerah Rurukan Kota Tomohon Propinsi Sulawesi Utara, maka telah diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai suseptibilitas magnetik *in situ* permukaan pada lokasi yang dikaji bervariasi antara $(422,07 \pm 1,85) \times 10^{-5}$ SI hingga $(2.979,07 \pm 17,49) \times 10^{-5}$ SI dengan distribusi frekwensi tertinggi nilai suseptibilitas magnetik berada pada rentang nilai 601×10^{-5} SI hingga 800×10^{-5} SI. Nilai suseptibilitas magnetik pada frekwensi 470 Hz bervariasi antara $417,67 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ hingga $1.958,33 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$. Nilai parameter χ_{FD} yang menggambarkan konsentrasi relatif mineral superparamagnetik dalam sampel bervariasi antara 1,19% hingga 6,82%.
2. Nilai konduktivitas listrik permukaan tanah pada lokasi yang dikaji bervariasi antara 1×10^{-2} hingga 25×10^{-2} ms/cm dengan distribusi frekwensi tertinggi berada pada rentang nilai 1×10^{-2} hingga 3×10^{-2} ms/cm.
3. Tingkat keasaman tanah berada pada level agak masam (pH bervariasi antara 6,30 – 6,46), sedangkan kandungan C-organik, N, P₂O₅, dan K₂O cenderung pada kategori sedang.

6.2. Saran

Investigasi perlu dilakukan pada semua lahan yang mencakup zona agrowisata di daerah Tomohon bagian timur.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bhavya, V.P., Kumar, A.S., Alur, A., Shivakumar, K.M., Shivanna, M. 2018. Soil Chemical Properties under Different Horticultural Cropping Systems with Different Depth. *International Journal of Pure and Applied Bioscience* 6 (1), 1645-1651.
2. Jimenez, C.A., Benavides, B.J., Ospina-Salazar, D.I., Zuniga, E.O., Ochoa, O.B., Mosquera, G.C. 2017. Relationship between physical properties and the magnetic susceptibility in two soils of Valle del Cauca. *Revista De Ciencias Agrícolas* 34 (2), 33-45.
3. Allred, B.J., Daniels, J.J., Ehsani, M.R. 2008. *Handbook of Agricultural Geophysics*. CRC Press, Boca Raton, 410p.
4. Daryanti, N.Y., Zulaikah, S., Mufti, N., Haryati, D.S. 2019. Characteristics of Magnetic Susceptibility and Geochemistry of Paddy Soils in Malang City, East Java. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 311, 012032.
5. Bian, Y., Ouyang, T., Zhu, Z., Huang, N., Wan, H., Li, M. 2014. Magnetic properties of agricultural soil in the Pearl River Delta, South China — Spatial distribution and influencing factor analysis. *Journal of Applied Geophysics* 107, 36-44.
6. Benedetto, D.D., Montemurro, F., Diacono, M. 2019. Repeated geophysical measurements in dry and wet soil conditions to describe soil water content variability. *Scientia Agricola* 77 (5), e20180349.
7. Brevik, E.C., Fenton, T.E., Lazari, A. 2006. Soil electrical conductivity as a function of soil water content and implications for soil mapping. *Precision Agric* 7, 393-404.
8. -----, 2020. *Rencana Strategis Penelitian 2021 – 2025*. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Sam Ratulangi, 34p.
9. Goebel, M.O., Krueger, J., Fleige, H., Igel, J., Horn, R., Bachmann, J. 2017. Frequency dependence of magnetic susceptibility as a proxy fine-grained iron minerals and aggregate stability of south Chilean volcanic ash soils. *Catena* 158, 46-54.
10. Tamuntuan, G., Bijaksana, S., King, J., Russell, J., Fauzi, U., Maryunani, K., Aufa, N., Safiuddin, L. 2015. Variation of Magnetic Properties in Sediments from Lake Towuti, Indonesia, and Its Paleoclimatic Significance. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology* 420, 163-172.
11. Safiuddin, L.O., Haris, V., Wirman, R.P., Bijaksana, S. 2011. A Preliminary Study of Magnetic Properties on Laterite Soils as Indicators of Pedogenic Processes. *Latinmag Letters* 1 (1), 1-15.

12. Ramos, P.V., Dalmolin, R.S.D., Junior, J.M., Siqueira, D.S., De Almeida, J.A., Moura-Bueno, J.M. 2017. Magnetic Susceptibility of Soil to Differentiate Soil Environments in Southern Brazil. *Revista Brasileira Ciãncia do Solo* 41, e0160189
13. Agustine, E., Safiuddin, L.O., Tamuntuan, G., Fitriani, D., Bijaksana, S. 2015. The effectiveness of magnetic methods in delineating soil horizons: A case study of volcanic soil from Lembang, West Java. *AIP Conference Proceeding* 1656, 070013.
14. Kadaja, J., Plakk, T., Saue, T., Nugis, E., Viil, P., Sarekanno, M. 2009. Measurement of Soil Water and Nutrients by its Electrical Properties. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B* 59, 447-455.
15. Valente, D.S.M., De Queiroz, D.M., Pinto, F.A.C., Santos, N.T., Santos, F.L. 2012. The relationship between apparent soil electrical conductivity and soil properties. *Revista Ciãncia Agronômica* 43 (4), 683-690.
16. Gomaa, M.M., Melegy, A., Metwaly, H., Hassan, S. 2020. Geochemical and Electrical Characterization of Heavy Metals in Contaminated Soils. *Heliyon* 6, e04954.

LAMPIRAN - LAMPIRAN



SURAT TUGAS
Nomor: 1072/UN12.13/LT/2021

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan ini menugaskan kepada:

KETUA

Nama Lengkap : GERALD HENDRIK TAMUNTUAN
NIP : 197105062000031001
Jabatan : Lektor Kepala
Program Studi : FISIKA
Fakultas : MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

ANGGOTA

Nama Lengkap : HENRY FONDA ARITONANG
NIP : 197112072000031001
Jabatan : Lektor Kepala
Program Studi : KIMIA
Fakultas : MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
Nama Lengkap : GUNTUR PASAU
NIP : 197001202006041001
Jabatan : Lektor
Program Studi : FISIKA
Fakultas : MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

ANGGOTA MAHASISWA

Nama/NIM : Ririn A. Endekan / 17101104001
Nama/NIM : Tesalonika Karepouwan / 17101104018
Nama/NIM : Pusvita Taengetan / 16101104020

Untuk Melaksanakan Kegiatan Penelitian SKIM: RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT yang di danai oleh dana **PNBP BLU Unsrat** Tahun 2021 dengan judul: "**Investigasi dan Pemetaan Beresolusi Tinggi Nilai Suseptibilitas Magnetik, Konduktivitas Listrik, dan Komposisi Geokimia Tanah Pertanian Di Daerah Rurukan Kota Tomohon**".

Demikian surat tugas ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Manado, 29 Maret 2021

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat



Prof. Dr. Ir. Charles L. Kaunang, MS
NIP. 195910181986031002



SURAT PERINTAH PERJALANAN DINAS

1.	Pejabat berwenang yang memberi perintah	KETUA LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS SAM RATULANGI
2.	Nama Pegawai Yang diperintah	Nama : GERALD HENDRIK TAMUNTUAN NIP : 197105062000031001
3.	a. Pangkat dan Golongan menurut PP No.6 tahun 1997 b. Jabatan c. Gaji Pokok d. Tingkat menurut Peraturan Perjalanan Dinas	a. b. Lektor Kepala c. d.
4.	Maksud Perjalanan Dinas	Untuk melaksanakan kegiatan penelitian skim: RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT , yang di danai oleh PNBP BLU Unsrat dengan judul Investigasi dan Pemetaan Beresolusi Tinggi Nilai Suseptibilitas Magnetik, Konduktivitas Listrik, dan Komposisi Geokimia Tanah Pertanian Di Daerah Rurukan Kota Tomohon
5.	Alat angkut yang diperlukan	
6.	a. Tempat Berangkat b. Tempat Tujuan	a. b.
7.	a. Lama perjalanan Dinas b. Tanggal Berangkat c. Tanggal harus kembali	a. b. c.
8.	Pengikut : Nama : Umur : 1. 2.	Hubungan Keluarga/Keterangan Anggota Tim
9.	Pembebanan Anggaran : a. Instansi b. Mata Anggaran	a. Dibebankan pada anggaran yang tersedia b.
10.	Keterangan Lain	

Dikeluarkan di: Manado,
Pada 29 Maret 2021
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat



Prof. Dr. Ir. Charles L. Kaunang, MS
NIP. 195910181986031002

I.		<p>Berangkat dari : Manado,</p> <p>Pada Tanggal :</p> <p>Ke :</p> <p>Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat</p>  <p>Prof. Dr. Ir. Charles L. Kaunang, MS NIP. 195910181986031002</p>
II.	<p>Tiba di:</p> <p>Pada tanggal:</p> <p>Kepala:</p>	<p>Berangkat dari:</p> <p>Pada tanggal:</p> <p>Kepala:</p>
III.	<p>Tiba di:</p> <p>Pada tanggal:</p> <p>Kepala:</p>	<p>Berangkat dari:</p> <p>Pada tanggal:</p> <p>Kepala:</p>
IV.	<p>Tiba di:</p> <p>Pada tanggal:</p> <p>Kepala:</p>	<p>Berangkat dari:</p> <p>Pada tanggal:</p> <p>Kepala:</p>
V.	<p>Tiba di:</p> <p>Pada tanggal:</p> <p>Kepala:</p>	<p>Berangkat dari:</p> <p>Pada tanggal:</p> <p>Kepala:</p>
VI.	<p>Tiba di:</p> <p>Pada tanggal:</p> <p>Kepala:</p>	<p>Telah diperiksa, dengan keterangan bahwa perjalanan tersebut diatas benar dilakukan atas perintahnya Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat</p>  <p>Prof. Dr. Ir. Charles L. Kaunang, MS NIP. 195910181986031002</p>

PERHATIAN

Pejabat yang berwenang menerbitkan SKPD, pegawai yang melakukan perjalanan dinas, para pejabat yang mengesahkan tanggal berangkat/tiba serta bendaharawan bertanggung jawab berdasarkan peraturan-peraturan keuangan Negara apabila Negara menderita kerugian akibat kesalahan, kelalaian dan kealpaan, angka 8 lampiran edaran Menteri keuangan tanggal 3 April 1979, No. S.247/MK.03/1979.

LAMPIRAN : FOTO KEGIATAN PENELITIAN



LAMPIRAN: LUARAN PENELITIAN

Disesuaikan dengan luaran masing-masing dosen

1. HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI) => SKIM RTUU/~~RPUU~~

Judul HKI : Peta Suseptibilitas Magnetik Tanah Daerah Agrowisata Rurukan, Tomohon.

Jenis HKI (~~Paten, Paten Sederhana, Hak Cipta~~*) *coret yang tidak perlu

Nomor Pendaftaran : EC00202145027 (nomor permohonan) ;
000272688 (nomor pencatatan)

Status (~~Terdaftar atau~~ Granted*) *coret yang tidak perlu

Lampirkan: **Bukti Sertifikat**

2. HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI) => SKIM RTUU/~~RPUU~~

Judul HKI : Peta Konduktivitas Listrik Tanah Daerah Agrowisata Rurukan, Tomohon.

Jenis HKI (~~Paten, Paten Sederhana, Hak Cipta~~*) *coret yang tidak perlu

Nomor Pendaftaran : EC00202147371 (nomor permohonan) ;
000276458 (nomor pencatatan)

Status (~~Terdaftar atau~~ Granted*) *coret yang tidak perlu

Lampirkan: **Bukti Sertifikat**

3. KETERKAITAN JUDUL PENELITIAN:

No	URAIAN	Cek List (✓)	
		YA	TIDAK
1.	Berorientasi Kepasifikan		
2.	Berorientasi Kearifan Lokal	✓	
3.	Penelitian Produk Inovasi		
4.	Penelitian Protipe Industri		
5.	Penelitian Prototipe R & D		
6.	Penelitian Dimanfaatkan Masyarakat	✓	

4. BIDANG FOKUS/UNGGULAN PENELITIAN:

No	URAIAN	Cek List (✓)	
		YA	TIDAK
1.	Pangan-Pertanian	✓	
2.	Kesehatan dan Obat		
3.	Kemaritiman		
4.	Kebencanaan		
5.	Sosial Humaniora, Seni Budaya, dan Pendidikan		

REPUBLIC INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202145027, 7 September 2021

Pencipta

Nama : **Gerald Hendrik Tamuntuan, Henry Fonda Aritonang dkk**
Alamat : Sario Kotabaru Lingk. I, Kecamatan Sario, Manado, SULAWESI UTARA, 95113
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Sentra Kekayaan Intelektual Universitas Sam Ratulangi**
Alamat : Gd.LPPM Lt-1. Jln. Kampus Unsrat, Manado, Sulawesi Utara, Manado, SULAWESI UTARA, 95115
Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Peta**

Judul Ciptaan : **PETA SUSEPTIBILITAS MAGNETIK TANAH DAERAH AGROWISATA RURUKAN, TOMOHON**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali : 7 September 2021, di Manado
di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor pencatatan : 000272688

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL



Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Gerald Hendrik Tamuntuan	Sario Kotabaru Lingk. I, Kecamatan Sario
2	Henry Fonda Aritonang	Wale Lestari Blok L No 4, Singkil Dua, Kecamatan Singkil
3	Guntur Pasau	Kairagi 2 Lingk. II, Kecamatan Mapanget
4	Tesalonika Karepouwan	Desa Pandu, Kecamatan Bunaken



REPUBLIC INDONESIA
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202147371, 16 September 2021

Pencipta

Nama : **Gerald Hendrik Tamuntuan, Henry Fonda Aritonang dkk**
Alamat : Sario Kotabaru Lingk. I, Kecamatan Sario, Manado, SULAWESI UTARA, 95113
Kewarganegaraan : Indonesia

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Sentra Kekayaan Intelektual Universitas Sam Ratulangi**
Alamat : Gd.LPPM Lt-1. Jln. Kampus Unsrat, Manado, Sulawesi Utara, Manado, SULAWESI UTARA, 95115
Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan : **Peta**

Judul Ciptaan : **PETA KONDUKTIVITAS LISTRIK TANAH DAERAH AGROWISATA RURUKAN, TOMOHON**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali : 16 September 2021, di Manado
di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia

Jangka waktu perlindungan : Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor pencatatan : 000276458

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL



Dr. Freddy Harris, S.H., LL.M., ACCS.
NIP. 196611181994031001

Disclaimer:

Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.

LAMPIRAN PENCIPTA

No	Nama	Alamat
1	Gerald Hendrik Tamuntuan	Sario Kotabaru Lingk. I, Kecamatan Sario
2	Henry Fonda Aritonang	Wale Lestari Blok L No 4, Singkil Dua, Kecamatan Singkil
3	Guntur Pasau	Kairagi 2 Lingk. II, Kecamatan Mapanget
4	Tesalonika Karepouwan	Desa Pandu, Kecamatan Bunaken

