



Bumitama Gunajaya Agro

**IMPLEMENTASI TEKNOLOGI *GEOELECTRIC CONFIGURATION SENSOR (GCS) TERINTEGRASI LOCK IN AMPLIFIERS* SEBAGAI METODE BARU DALAM DETEKSI SEBARAN SERAPAN NUTRISI UNSUR HARA PADA TANAMAN KELAPA SAWIT**

Oleh:

- Ikhwanuddin, S.Si, M.Si
- Juliaster Marbun, S.Pd, M.Si
- Fathurrahman, S.Si, M.Si
- Muhammad Aryuda Pratama



# LATAR BELAKANG PROJECT



Solusi Mengatasi Dampak Ekologis



Manajemen Pemupukan

Syarat Standar

Penggunaan pupuk pada biaya operasional 50% - 70% dan sekitar 25% dari total biaya produksi

Manurung, 2022

Metode Konvensional Dalam Deteksi Serapan Nutrisi

Metode Kjeldahl, *Soil Plant Analysis Development (SPAD)*, *Chlorophyll meter*, *Specto-Radiometer*, dan *Satelit Sentinel-2A*

Kelemahan

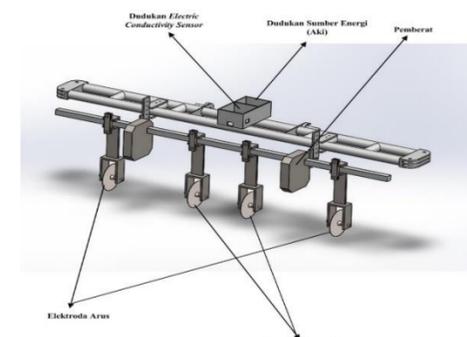
Memakan waktu, destruktif dan mahal untuk perkebunan sawit yang luas, bergantung cuaca, keahlian khusus untuk pengoperasian, adanya tutupan awan dan resolusi yang masih rendah

Marzhuki, 2016 dan Badr, 2018

*Geoelectric Configuration Sensor (GCS) terintegrasi Lock In Amplifier*

Inovasi ini memanfaatkan elektroda piringan yang berputar sebagai media penghantar gelombang elektromagnetik dan arus listrik *eddy current* dengan perangkat *Lock-In Amplifier* untuk mengklasifikasi nutrisi melalui resistivitas listrik dan frekuensi gelombang dengan mengangkat/cuplik sinyal dari noise.

Monteiro, 2020



Ilustrasi Desain Teknologi Riset



Peningkatan luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia tahun 2015 seluas 9,13 juta ha menjadi 10,75 juta ha tahun 2020 dengan peningkatan 25,80% yang menyebabkan dampak ekologis

# TUJUAN PROJECT



Merancang dan menguji perangkat pendugaan nilai nutrisi kelapa sawit berbasis *Geoelectric Configuration Sensor (GCS) terintegrasi Lock In Amplifier* dengan menganalisis sebaran serapan unsur hara yang memiliki performa tinggi, cepat dan presisi.



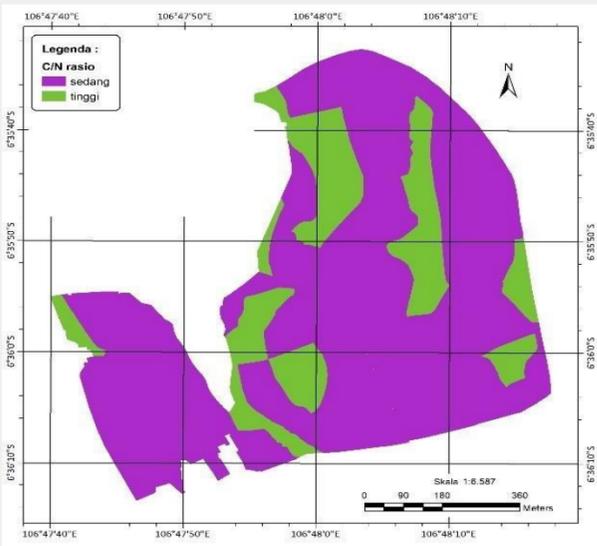
Menentukan tingkat kadar nutrisi tanaman kelapa sawit melalui analisis sebaran serapan unsur hara dari hasil identifikasi resistivitas listrik dan frekuensi gelombang spektrum berbasis *geoelectric configuration sensor (GCS) terintegrasi lock-in amplifier*.

# JUSTIFIKASI RISET/PROJECT



Beberapa riset yang dilakukan Doni, 2021 telah memfokuskan pada penggunaan konfigurasi wenner schlumberger pada system geolistrik untuk mendeteksi resistivitas tanah pada proses pemupukan. Namun, riset ini jangkauan deteksi hanya 7 m dikarenakan masih menggunakan **elektroda tunggal** dan tidak melakukan replikasi data serta menyampingkan faktor kelembaban tanah, komposisi tanah, atau kandungan nutrisi tanah yang berdampak terjadinya gangguan elektromagnetik dari struktur geologi atau benda-benda lain di bawah permukaan tanah

Sumber: DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/pf.v9i3.51245>



Riset selanjutnya Rinto Manurung, 2017 melakukan pemetaan unsur hara NPK Perkebunan kelapa sawit di lahan gambut menggunakan alat survey berbasis *Soil Plant Analysis Development* (SPAD) yang memiliki kekurangan yaitu cakupan skala terbatas hanya 1:50.000 yang tidak cukup rinci untuk menangkap variasi lokal yang lebih halus dalam ketersediaan unsur hara. Kemudian tidak adanya perbandingan data non-gambut, dan tidak mempertimbangkan karakteristik tanah yang berbeda seperti mikroorganisme tanah, tekstur tanah

Sumber: DOI: <http://dx.doi.org/10.26418/pedontropika.v3i1.23438>

## Posisi Peneliti Dalam Melakukan Project

### a. Inovasi pada Penggunaan Teknologi Geoelectric Konfigurasi Sensor (GCS) yang Terintegrasi Lock In Amplifiers

Salah satu keunggulan riset/proyek kita adalah integrasi antara GCS dan Lock-In Amplifier memungkinkan pengukuran dengan akurasi tinggi yang mampu mengklasifikasi serapan nutrisi unsur hara melalui resistivitas listrik dan frekuensi gelombang spektrum dengan mengangkat sinyal dari noise untuk dicuplik, ditahan, dan disimpan secara berkala. Sehingga dapat mendeteksi lebih dini terhadap perubahan dalam kondisi tanah dan tanaman, sehingga memungkinkan tindakan korektif yang lebih tepat waktu dalam manajemen pupuk dan perawatan tanaman.

### b. Modifikasi Elektroda Berbasis Piringan Berputar

Riset kita mencoba memodifikasi elektroda menjadi piringan berputar yang dapat memberikan pengukuran yang lebih akurat karena permukaannya yang lebih luas dan merata sehingga menjangkau semua area dan menghasilkan distribusi arus homogen untuk mendeteksi penyebaran serapan unsur hara di sekitar akar tanaman kelapa sawit yang lebih seragam sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya distorsi atau gangguan dalam pengukuran.

# BIG PICTURE RISET/PROJECT

## Penelitian dan Pengembangan Awal

- Studi literatur
- Desain dan Konstruksi teknologi GCS-Lock In Amplifier yang Termodifikasi Elektroda Piringan Berputar
- Pemrograman system dan Kalibrasi Teknologi GCS-Lock In Amplifier
- Performansi alat dengan lintasan dan jenis lahan tanaman kelapa sawit yang berbeda
- Validasi alat dengan Wiring Diagram Veris 3100 Top Soil
- Evaluasi hasil uji alat untuk mengkolerasi resistivitas tanah terhadap sebaran serapan nutrisi tanaman kelapa sawit



2024

## Optimalisasi Formulasi dan Pengujian Lapangan Awal

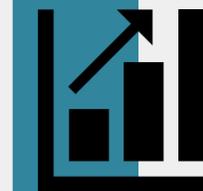
- Meningkatkan efektivitas performansi teknologi GCS-Lock In Amplifier dengan beberapa perulangan data dengan jarak lintasan yang lebih luas
- Menyiapkan Lahan Uji Coba Pada Variasi Kondisi Tanah dan Lingkungan yang berbeda dengan Mengaplikasikan system database teknologi GCS-Lock In Amplifier
- Menghitung Biaya dan Manfaat Penggunaan teknologi GCS-Lock In Amplifier dalam Jangka Panjang



2025

## Pengembangan dan Validasi Skala Besar

- Optimasi datasheet atau database teknologi GCS-Lock In Amplifier berdasarkan hasil pengujian lapangan terbatas dan melakukan pengembangan analisis sebaran serapan unsur hara sebagai indicator manajemen pupuk
- Penyebaran Teknologi teknologi GCS-Lock In Amplifier ke lahan skala besar di berbagai wilayah dan diamati pertumbuhan hasil dan kesehatan tanaman secara luas
- Evaluasi dampak ekonomi dan Sosial dan Identifikasi Keuntungan bagi Industri



2026

## Skala Penerapan Komersial

- Kerjasama dengan pihak industri khususnya BGA Untuk produksi masal, perencanaan distribusi dan pemasaran pProduk
- Peluncuran resmi dan Implementasi teknologi GCS-Lock In Amplifier Monitoring kinerja dan Evaluasi dampak penerapan teknologi GCS-Lock In Amplifier terhadap produktivitas manajemen pupuk dan Lingkungan.



2027

Milestone





# RAB RISET/PROJECT (BIAYA, MPP, ALAT DAN BAHAN)

## Peralatan dan Bahan Habis Pakai

Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
Belanja Peralatan dan Bahan (maks. 60%)			
Elektronik akuisisi data	3 unit	3.500.000	10.500.000
Four point probes (GCS)	12 elektroda	850.000	10.200.000
Piringan stainless steel diameter 23 cm	12 piringan	200.000	2.400.000
Lock In Amplifier	1 unit	1.500.000	1.500.000
EC Meter Cont 3310	3 unit	3.000.000	9.000.000
Sensor tegangan INA219	3 unit	1.750.000	5.250.000
Veris EC Soil Seri 3100	3 unit	3.000.000	9.000.000
Data Logger Shield	1 pasang	500.000	500.000
Badan Implemen	3 papan	2.000.000	6.000.000
Poros, mur, baut	1 paket	1.000.000	1.000.000
Kerangka alat yang akan dikonstruksi/dilas yang diintegrasikan oleh sistem sensor	1 unit	5.000.000	5.000.000
Kotak kemasan dari PLA	3 paket	2.250.000	6.750.000
Sensor UV VEML 6070	3 unit	1.500.000	4.500.000
Pupuk NPK	1 sak	327.000	327.000
Sensor BHI750	3 unit	2.300.000	6.900.000
Remote untuk Otomatisasi	1 unit	5.000.000	5.000.000
Arduino uno	3 unit	1.000.000	3.000.000
Nodemcu IoT	3 unit	1.000.000	3.000.000
LCD 16 x 2	3 unit	300.000	900.000
Adaptor	1 unit	500.000	500.000
Solar Panel	1 unit	5.000.000	5.000.000
Konverter	1 unit	1.500.000	1.500.000
Baterai	1 unit	2.500.000	2.500.000

Kabel	2 gulungan	500.000	1.000.000
Akrilik	3 papan	500.000	1.500.000
Aquadest	20 L	20.000	400.000
Pegangan alat	3 unit	1.000.000	3.000.000
Kapasitor elko	15 unit	250.000	3.750.000
Kapasitor keramik	3 unit	750.000	2.250.000
Resistor dan Dioda	1 paket	1.000.000	1.000.000
Isolator teflon	6 pcs	250.000	1.500.000
Hardisk	1 unit	800.000	800.000
Cetak Membran Film	5 pasang	500.000	2.500.000
Software Origin	1 unit	500.000	500.000
Uji validasi unsur K metode AAS	5 kali	500.000	2.500.000
Uji validasi unsur P Metode AAS	5 kali	500.000	2.500.000
Uji validasi unsur N Metode AAS	5 unit	500.000	2.500.000
Validasi pH meter	1 unit	1.000.000	1.000.000
Validasi NPK sensor	1 unit	6.500.000	6.500.000
Multimeter	1 unit	500.000	500.000
Solder glue gun	3 buah	200.000	600.000
Cat Piloks	10 buah	150.000	1.500.000
Solder Timah	3 unit	200.000	600.000
Timah gulung	3 gulung	100.000	300.000
Lem tebak	3 buah	100.000	100.000
Timah soulder	2 unit	250.000	500.000
Masker	2 kotak	150.000	300.000
Handsantizer	10 botol	50.000	500.000
<b>SUB TOTAL</b>			138.327.000

# RAB RISET/PROJECT (BIAYA, MPP, ALAT DAN BAHAN)

2 Pengembangan (maks 20%)				
Sewa Lahan Uji	4 bulan	500.000	2.000.000	
Sewa alat uji dan validasi sensor	2 kali	1.000.000	2.000.000	
Sewa server thinkspeak.com untuk IoT	1 tahun	600.000	600.000	
Software Arduino dan Eagle	3 bulan	300.000	900.000	
Sewa Lab. Kimia FP UISU	3 bulan	500.000	1.500.000	
Sewa Lab Fisika FP UISU	3 bulan	500.000	1.500.000	
Publikasi Jurnal Scopus Q2	1 paper	25.000.000	25.000.000	
Sewa Turnitin dan Deepl (Paraphrase)	3 bulan	600.000	1.800.000	
Biaya Perawatan	1 tahun	5.000.000	5.000.000	
<b>SUB TOTAL</b>			40.300.000	

3 Perjalanan (maks. 15 %)				
Akomodasi pembelian alat dan bahan	3 kali	800.000	2.400.000	
Sewa Mobil	10 kali	1.000.000	10.000.000	
Uang harian pengambil data sampel dan survei lapangan	4 orang	1.500.000	6.000.000	
Konsumsi selama pengambilan data uji sampel	4 orang x 10 = 40 kali	70.000	2.800.000	
Akomodasi fabrikasi prototipe teknologi GCS-Lock In Amplifiers	4 orang	500.000	2.000.000	
Akomodasi perjalanan untuk pengujian dan validasi prototipe	4 orang	500.000	2.000.000	
<b>SUB TOTAL</b>			25.200.000	

4 Honorarium (maks. 25%)				
Honorarium Ketua Peneliti	1 orang	15.000.000	15.000.000	
Honorarium Anggota Peneliti	1 orang	10.000.000	10.000.000	
Honorarium Pembantu Peneliti	2 Orang	5.500.000	11.000.000	
Jasa konsultasi pemrograman dan konstruksi alat sensor	1 orang	2.500.000	2.500.000	
Jasa konstruksi desain prototipe	1 orang	3.000.000	3.000.000	
Jasa Maintenance alat	1 orang	3.000.000	3.000.000	
Pendaftaran HAKI dan pemeriksaan Substansi	1 kali	3.500.000	3.500.000	
<b>SUB TOTAL</b>			36.500.000	
<b>GRAND TOTAL</b>			<b>251.827.000</b>	
<b>GRAND TOTAL (Dua Ratus Lima Puluh Satu Juta Delapan Ratus Dua Puluh Tujuh Ribu Rupiah)</b>				

# DAMPAK RISET/PROJECT

## Dampak Finansial

### Peningkatan Efisiensi Penggunaan Pupuk

Riset ini dapat menghasilkan teknologi GCS terintegrasi dengan Lock-In Amplifier yang dapat mendeteksi serapan nutrisi unsur hara pada tanaman kelapa sawit apakah optimal atau belum sehingga dapat memonitoring jadwal proses dan dosis pemupukan yang dapat mengurangi biaya pembelian pupuk yang tidak perlu.

### Peningkatan Produktivitas Tanaman

Adanya pendekatan teknologi GCS-Lock In Amplifiers ini dapat memamanajemen nutrisi yang dibutuhkan tanaman kelapa sawit sehingga proses fotosintesis, pertumbuhan, pembuahan dan imunitas tanaman sawit untuk kebal akan penyakit dan hama lebih optimal

### Reduksi Biaya Operasional

Dengan kemampuan pemantauan real-time dan pengambilan keputusan yang lebih cepat, teknologi ini dapat mengurangi biaya operasional seperti biaya tenaga kerja, biaya pemeliharaan tanaman, dan biaya transportasi, yang secara keseluruhan akan menghasilkan penghematan finansial.

## Dampak Non Finansial

### Keberlanjutan Lingkungan

Teknologi ini dapat membantu dalam pengelolaan lingkungan yang lebih baik dengan memastikan penggunaan pupuk yang lebih tepat, mengurangi risiko pencemaran lingkungan akibat kelebihan nutrisi atau limbah residu pupuk.

### Peningkatan Kualitas Tanaman

Dengan manajemen nutrisi yang lebih baik, diharapkan kualitas dan kesehatan tanaman kelapa sawit akan meningkat, yang pada gilirannya dapat meningkatkan daya tahan tanaman terhadap penyakit dan serangan hama serta menghasilkan kualitas buah dengan rendeman yang tinggi, dan ALB yang rendah.

### Kesejahteraan Petani/Karyawan

Penerapan teknologi ini dapat membantu dalam menyederhanakan proses manajemen pertanian dan membuatnya lebih efisien, mengurangi beban kerja petani dan meningkatkan kesejahteraan mereka.



Bumitama Gunajaya Agro

**THANK  
YOU**  
—