

## METODE SENSUS POKOK TANAMAN KELAPA SAWIT MENGUNAKAN *SOFTWARE MAP SOURCE* DAN *AUTODESK MAP*

Andrew Stefano<sup>1</sup>, Sri Endayani<sup>2\*</sup>, dan Fathiah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknologi Geomatika, Jurusan Teknik dan Informatika, Politeknik  
Pertanian Negeri Samarinda 75131, Indonesia.

<sup>2\*</sup>Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda  
75124, Indonesia.

<sup>3</sup>Program Studi Pengelolaan Hutan, Jurusan Manajemen Hutan, Politeknik Pertanian  
Negeri Samarinda 75131, Indonesia.

E-Mail: andrew.stefano@politanisamarinda.ac.id

E-Mail: enda@untag-smd.ac.id (Corresponding Author)

E-Mail: fathiah@politanisamarinda.ac.id

Submit: 29-4-2022

Revisi: 14-8-2022

Diterima: 24-11-2022

### ABSTRAK

**Metode Sensus Pokok Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan *Software Map Source* Dan *Autodesk Map*.** Mendapatkan data tanaman yang akurat sesuai dengan kondisi *real* di lapangan perlu dilakukan kegiatan sensus pokok secara teliti. Pada umumnya hasil kegiatan sensus pokok dituang ke dalam *form* blangko sensus (*staple card*). Data yang dihasilkan sering kali tidak akurat. Sebagai upaya untuk menghasilkan data sensus pokok yang lebih akurat, digunakanlah GPS (*Global Positioning System*) sebagai alat sensus. Kajian ini dilakukan untuk menentukan metode sensus pokok yang efektif dan efisien antara menggunakan *staple card* dan menggunakan GPS. Metode yang digunakan dalam pelaksanaan kajian ini, yaitu dengan melakukan pengamatan dan observasi di lapangan mengenai kedua metode sensus pokok yang dikaji. Parameter yang diamati yaitu biaya, waktu dan tenaga yang dibutuhkan, serta akurasi data yang dihasilkan masing-masing metode. Hasil kajian menunjukkan bahwa sensus pokok menggunakan GPS akan lebih efisien dan efektif, serta dapat menghasilkan profit yang lebih besar bagi perusahaan yaitu Rp.204.674/ha/tahun.

**Kata kunci :** Global Positioning System, Observasi, Staple card.

### ABSTRACT

***Census Method Of Oil Palm Plants Using Map Source Software And Autodesk Map.*** To acquire reliable plant data based on field circumstances, a fundamental census must be properly carried out. The results of the primary census operations are often put into a blank census form (*staple card*). The resulting data is often inaccurate. In an effort to produce more accurate basic census data, GPS (*Global Positioning System*) is used as a census tool. This study was conducted to determine an effective and efficient basic census method between using *staple cards* and using GPS. The approach utilized in the study's execution, namely making observations and observations in the field about the two primary census methodologies evaluated. The cost, time, and effort involved, as well as the accuracy of the data obtained by each approach, were the parameters observed. According to the study's findings, the basic census utilizing GPS will be more efficient and effective, resulting in higher earnings for the corporation, specifically Rp. 204,674/ha/year.

**Keywords :** Global Positioning System, Observation, Staple card.

### 1. PENDAHULUAN

Keberhasilan budidaya suatu jenis komoditas tergantung pada cultivar tanaman, lingkungan tempat tumbuh

tanaman serta pengelolaan yang dilakukan (Abkarian et al., 2022; Abu, 2022; Ashour et al., 2022). Selain itu, produktivitas suatu komoditas termasuk

kelapa sawit juga dapat dipengaruhi oleh jumlah tegakan tanaman per hektare (*Stand Per Hectare/SPH*) (Bada et al., 2021; Demissie & Kattan, 2022; Eirill & Mj, 2022). Jumlah tegakan tanaman per hektare dipengaruhi oleh pola tanam dan jarak tanam antar pokok (Fang et al., 2021; Faris et al., 2022; Friedrich, 2022). Umumnya posisi tanam menggunakan pola tanam segitiga sama sisi (mata lima), sehingga hara, air tanah dan penyinaran matahari dapat terdistribusi merata ke semua tanaman (Guo et al., 2021; Gurbuz et al., 2021; Habibie et al., 2022). Jarak tanam ditentukan oleh jenis bibit yang ditanam, kondisi lahan serta model budidaya (Halloran et al., 2021; Jiang et al., 2021; Kenpankho et al., 2021).

Namun, walaupun telah ditanam dengan pola dan jarak yang ditentukan, sering kali produksi yang dihasilkan tanaman kelapa sawit per hektare tidak dapat mencapai potensi produksinya (Kumar et al., 2022; Li et al., 2022; Liang et al., 2021). Tidak tercapainya potensi produksi tersebut salah satunya dapat disebabkan karena tanaman yang ada dalam suatu luasan tidak seluruhnya merupakan pokok yang produktif, tetapi ada kemungkinan pokok tersebut adalah pokok abnormal, mati bahkan kosong (tidak terdapat tanaman) (Lv et al., 2022; Memarian et al., 2022; Muhammad et al., 2021). Oleh karena itu, di lakukanlah kegiatan penyisipan terhadap pokok non produktif maupun titik kosong yang dilaksanakan berdasarkan hasil kegiatan sensus pokok (Nezhadshahbodaghi & Mosavi, 2021; Olsen et al., 2022; Othman et al., 2021).

Untuk mendapatkan data tanaman yang akurat sesuai dengan kondisi *real* di lapangan, perlu dilakukan kegiatan sensus pokok secara teliti (Rout et al., 2021; Rupi et al., 2022; Sadeghian et al., 2022). Pada umumnya hasil kegiatan sensus pokok menggunakan *form*

blangko sensus (*staple card*) (Sadli et al., 2022; Sai et al., 2022; Saracco & Saracco, 2022). Namun data yang dihasilkan sering kali tidak akurat (Schwemmer et al., 2021; Sharma, 2022; Sutton et al., 2021). Hal ini lebih diperburuk oleh kenyataan bahwa tidak semua pokok kelapa sawit yang tertanam di lapangan ditanam sesuai dengan pola jarak tanam yang ditentukan yaitu segitiga sama sisi (mata lima) seperti yang tertera pada *staple card* (Zeeshan et al., 2021; Zhang et al., 2021; Zhu et al., 2022).

Sebagai upaya untuk menghasilkan data tanaman yang lebih akurat, digunakanlah GPS (*Global Positioning System*) sebagai alat sensus (Zhang et al., 2021; Zhu et al., 2022; Žunić et al., 2020). GPS merupakan sistem untuk menentukan posisi dan navigasi secara global dengan satelit (Wei et al., 2022; Xu & Liu, 2021; Zeeshan et al., 2021). Perlu dilakukan suatu kajian mengenai perbandingan metode sensus pokok menggunakan *staple card* dan menggunakan GPS pada tanaman menghasilkan pertama (Sharma, 2022; Sutton et al., 2021; Vijayan & Shimna, 2022). Tujuan dari kajian ini adalah menentukan metode sensus pokok tanaman kelapa sawit menggunakan *Software Map Source* dan *Autodesk Map* yang efisien dan efektif dari segi biaya, waktu, tenaga serta akurasi data yang dihasilkan.

## 2. METODA PENELITIAN

### Waktu dan Tempat

Pelaksanaan kajian ini tahun 2021, bertempat di Tanjung Palas Utara *Estate*, PT Citra Sawit Lestari, Kabupaten Bulungan, Provinsi Kalimantan Utara.

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam kajian ini meliputi GPS Garmin 76CSx, *staple card*, *stop watch*, laptop/komputer, kamera dan alat tulis. Sedangkan bahan

yang digunakan dalam kajian yaitu baterai AA *Alkaline*.

### Metode Kajian

Metode yang digunakan dalam melaksanakan kajian ini yaitu dengan cara praktik langsung dan melakukan observasi di lapangan mengenai kegiatan sensus pokok baik yang menggunakan *staple card* maupun GPS (Sai et al., 2022; Saracco & Saracco, 2022; Schwemmer et al., 2021).

### Tahapan Kajian

#### 1. Persiapan.

Tahapan persiapan dilakukan dengan mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan (Rupi et al., 2022; Sadeghian et al., 2022; Sadli et al., 2022). Kemudian dilanjutkan dengan menentukan lokasi yang dijadikan sampel dari kajian ini (Olsen et al., 2022; Othman et al., 2021; Rout et al., 2021).

#### 2. Pelaksanaan

Tahapan pelaksanaan dilakukan dengan dua macam metode, yaitu sensus pokok dengan menggunakan *staple card* dan sensus pokok dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*) (Memarian et al., 2022; Muhammad et al., 2021; Nezhadshahbodaghi & Mosavi, 2021). Adapun tahapan kerja dalam kajian sensus pokok menggunakan *staple card* adalah sebagai berikut (Li et al., 2022; Liang et al., 2021; Lv et al., 2022):

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- b. Mengisi informasi yang tertera pada *formed* pohon (*staple card*) seperti no. blok, luas blok, tanggal sensus dan lain sebagainya.
- c. Menentukan arah sensus
- d. Melakukan kegiatan sensus pada areal yang menjadi sampel.
- e. Melakukan inventarisasi hasil kegiatan sensus pokok.

Sedangkan untuk tahapan kerja dalam kajian sensus pokok menggunakan

GPS adalah sebagai berikut (Jiang et al., 2021; Kenpankho et al., 2021; Kumar et al., 2022):

- a. Mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan. Melakukan kegiatan sensus pokok menggunakan GPS dengan tahapan :
  - Hidupkan GPS, tunggu beberapa saat sampai GPS berhasil menerima sinyal satelit (minimal 4 satelit)
  - Membuat *waypoint* dari setiap pokok dengan cara mendatangi setiap pokok yang disensus (satu per satu). Penentuan posisi GPS terhadap pokok harus ditetapkan agar hasil sensus yang didapatkan lebih akurat. *Waypoint* yang diberikan harus dibedakan untuk setiap kondisi pokok yang disensus.
  - Sensus dilakukan dengan mendata satu jalur tanaman terlebih dahulu, kemudian dilanjutkan ke jalur tanaman di sebelahnya.
- b. Mentransfer data hasil sensus ke komputer, untuk selanjutnya dibuatkan peta pohon hasil sensus.

Parameter yang diamati yaitu lamanya waktu yang dibutuhkan (waktu/ha), biaya (cost/ha), prestasi kerja (hk/ha) dan akurasi data yang dihasilkan (Gurbuz et al., 2021; Habibie et al., 2022; Halloran et al., 2021).

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil kajian analisis metode sensus dan inventarisasi pokok yang membandingkan antara teknik sensus menggunakan *staple card* dengan teknik sensus menggunakan GPS, maka diperoleh hasil berupa data dalam sebuah tabel yaitu sebagai berikut.

#### Sensus Pokok Menggunakan *Staple card*

Kegiatan sensus pokok dimulai

dari arah Selatan ke Utara dari blok yang menjadi sampel. Petugas sensus langsung mendata dua jalur tanaman sekaligus melalui pasar pikul. Setelah selesai di satu pasar pikul, sensus dilanjutkan ke pasar pikul selanjutnya ke arah timur dari blok yang menjadi sampel. Kondisi

tanaman yang didata yaitu tanaman hidup (normal), sisip, mati, abnormal serta titik kosong. Untuk lebih jelasnya tahapan kegiatan sensus pokok menggunakan *staple card* dapat dilihat pada (Gambar 1).



**Gambar 1.** Tahapan kegiatan sensus pokok menggunakan *staple card*.

Data hasil pengamatan dan Annalisa biaya kegiatan sensus pokok menggunakan *staple card* dapat dilihat

pada tabel 1 (Faris et al., 2022; Friedrich, 2022; Guo et al., 2021).

**Tabel 1.** Data hasil pengamatan kinerja sensus pokok menggunakan *staplecard*.

No. Pekerjaan	Waktu/Ha	Norma (Hk/Ha)	Cost/Ha
1	18 m 17 s	0,044	Rp 3.661,-
2	19 m 48 s	0,047	Rp 3.911,-
X	19 m 2 s	0,045	Rp 3.786,-

Sumber: Data (2021)

Keterangan :  
1 Hk = Rp 83.220,-

$$\text{Rumus perhitungan Norma} := \frac{1Hk}{\text{Jumlah jam} \frac{\text{kerja}}{\text{hari}} / x \text{ Waktu/Ha}} \tag{1}$$

$$\text{Rumus perhitungan Cost/Ha} = \frac{\text{Norma}}{Ha} \times \frac{\text{Cost}}{Hk} \tag{2}$$

Adapun data hasil kegiatan sensus pokok menggunakan *staple card* adalah sebagai berikut :

- Titik kosong pokok	=	221
- Pokok hidup pokok	=	356
- Pokok mati	=	6 pokok
- Pokok sisip pokok	=	157
- Pokok abnormal pokok	=	103
- Total pokok	=	843

### Sensus Pokok Menggunakan GPS

Mekanisme pelaksanaan sensus pokok menggunakan GPS tidak berbeda dengan yang menggunakan *staple card*. Yang

membedakan yaitu, jika sensus pokok menggunakan *staple card* mendata dua jalur tanaman sekaligus melalui pasar pikul, maka kegiatan sensus pokok menggunakan GPS harus mendatangi tanaman satu per satu (Demissie & Kattan, 2022; Eirill & Mj, 2022; Fang et al., 2021). Harus diperhatikan yaitu, letak GPS harus berada pada satu titik yang sama (seragam) di setiap pokok yang disensus (Abu, 2022; Ashour et al., 2022; Bada et al., 2021). Dalam kajian ini, letak GPS tepat sawit yang disensus (Abkarian et al., 2022; Abu, 2022; Ashour et al., 2022). Untuk lebih jelasnya tahapan kegiatan sensus pokok menggunakan GPS dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Tahapan kegiatan sensus pokok menggunakan GPS.

Data hasil pengamatan dan biaya kegiatan sensus pokok

Annalisa menggunakan GPS dapat dilihat pada **Tabel 2.**

**Tabel 2.** Data hasil pengamatan kinerja sensus pokok menggunakan GPS.

No. Pekerjaan	Waktu/Ha	Norma (Hk/Ha)	Cost/Ha
1	43 m 13 s	0,103	Rp 8.572,-
2	43 m 15 s	0,103	Rp 8.572,-
X	43 m 14 s	0,103	Rp 8.572,-

Sumber: Data 2021

Adapun data hasil kegiatan sensus pokok menggunakan GPS adalah sebagai berikut :

- Titik kosong = 225 pokok
- Pokok hidup = 334 pokok
- Pokok mati = 11 pokok
- Pokok sisip = 163 pokok

- Pokok Abnormal = 113 pokok  
Total = 846 pokok

Berdasarkan tabel 1. dan tabel 2. maka dapat diperoleh perbandingan antara kedua metode sensus, yang disajikan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Perbandingan kinerja alat sensus.

Alat sensus	Waktu/Ha	Norma (Hk/Ha)	Cost/Ha
Staple card	19 m 2 s	0,045	Rp 3.786,-
GPS	43 m 14 s	0,103	Rp 8.572,-
Selisih	24 m 12 s	0,058	Rp 4.786,-

Dari Tabel 3, diketahui bahwa kegiatan sensus pokok menggunakan *staple card* lebih efisien pada saat mengaplikasikan. Metode ini dapat menghemat biaya Rp.4.786/ha jika dibandingkan sensus pokok menggunakan GPS. Rotasi 5 tahun sekali, maka penggunaan *staple card* sebagai alat sensus dapat menghemat biaya Rp.957/ha/tahun jika dibandingkan dengan penggunaan GPS sebagai alat sensus.

### Akurasi Hasil Sensus

Berdasarkan analisis dan pengamatan yang telah dilakukan, diketahui bahwa data yang dihasilkan dari masing-masing metode sensus berbeda. Untuk mengetahui data hasil sensus pokok yang lebih akurat, di lakukanlah verifikasi terhadap data hasil sensus yang berbeda tersebut. Hasil

analisis dan verifikasi tersebut, diketahui bahwa data hasil sensus pokok menggunakan GPS lebih akurat. Salah satu kelebihan penggunaan GPS sebagai alat sensus yaitu kita dapat mengetahui kedudukan antar pokok seperti yang ada di lapangan serta kita dapat mengetahui jarak antar pokok dengan mengolah data hasil sensus dalam program *map source* (Bada et al., 2021; Demissie & Kattan, 2022; Eirill & Mj, 2022).

### Efisiensi Biaya

Berdasarkan data hasil praktik yang telah didapat, diketahui bahwa kegiatan sensus pokok menggunakan *staple card* lebih efisien jika dibandingkan dengan menggunakan GPS pada saat pengaplikasiannya. Namun jika dilihat dari manfaat hasil sensus terhadap

berbagai kegiatan yang ada di perkebunan kelapa sawit, apakah menggunakan *staple card* akan tetap lebih efisien.

### 1. Biaya Operasional GPS

Salah satu kelemahan menggunakan GPS sebagai alat sensus pokok yaitu harganya yang mahal serta membutuhkan baterai untuk

mengoperasikannya. GPS yang digunakan pada kajian ini yaitu GPS *Garmin 76CSx*. GPS ini dioperasikan dengan 2 baterai jenis AA *Alkaline* yang memiliki ketahanan 18 jam. GPS ini di asumsikan memiliki ketahanan selama 10 tahun. Untuk lebih jelasnya mengenai biaya penggunaan GPS dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Biaya Operasional GPS per Tahun.

Alat sensus	Ketahanan	Harga/Satuan	Cost/thn
GPS	10 Tahun	Rp 3.990.000,-	Rp 399.000,-
Baterai	18 jam	Rp 9.500,- / set	Rp 32.632,-
<b>Total</b>			<b>Rp 431.632,-</b>

Sumber: Data (2021)

Baterai AA *Alkaline* memiliki ketahanan selama 18 jam atau di asumsikan dapat digunakan selama 3 hari kerja. Norma 0,103 hk/ha, berarti untuk

menyelesaikan pekerjaan sensus dalam satu afdeling (ex.AfdOB = 500,24 ha) membutuhkan 54 hari kerja.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya yang dibutuhkan} &= \frac{\text{Luas Afdeling} \times \text{Norma sensus}}{\text{Ketahanan baterai}} \times \text{harga baterai/set} \\
 &= \frac{500,24 \text{ ha} \times 0,103 \text{ hk/ha}}{3 \text{ hk}} \times 9.500 \\
 &= \text{Rp } 163.162/\text{rotasi}
 \end{aligned}$$

Dengan rotasi sensus pokok 5 tahun sekali, maka biaya yang digunakan per tahun adalah Rp.32.632/tahun. Sehingga biaya operasional GPS adalah Rp.863/ha/tahun.

### 2. Efisiensi Pemupukan

Salah satu manfaat hasil sensus pokok yaitu sebagai dasar perhitungan kebutuhan pupuk. Kegiatan pemupukan pada tanaman kelapa sawit memegang peranan sangat penting, lebih dari 50%

biaya tanaman digunakan untuk pemupukan. Agar biaya yang dikeluarkan tersebut dapat efektif dan efisien, maka perlu dilakukan kegiatan sensus pokok secara teliti, sehingga dapat menghasilkan data yang akurat. Berdasarkan data hasil sensus menggunakan *staple card*, diketahui bahwa blok B23 dengan luas areal 6,46 ha dan populasi 136 pkk/ha, terdapat 356 pokok hidup, 157 pokok sisip dan 103 pokok abnormal.

Namun setelah dilakukan

pengecekan ulang didapatkan data yaitu, 334 pokok hidup, 163 pokok sisip dan 113 pokok abnormal. Dengan kata lain terdapat kesalahan pendataan dalam peta pohon (*staple card*) yaitu lebih 6 pokok. Jika perhitungan kebutuhan pupuk didasarkan pada hasil sensus menggunakan *staple card*, maka terdapat 6 until pupuk (dosis/pokok) yang

terbuang atau tidak efektif.

Berdasarkan uraian di atas, maka besarnya biaya yang terbuang pada kegiatan pemupukan NPK 15 (Dosis 2 kg/pkk dan harga/kg = Rp.3.450) untuk Afdeling OB (500,24 ha) per tahun adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Biaya yang terbuang} &= \text{Luas areal} \times \frac{6 \text{ pkk}}{6,46 \text{ ha}} \times \frac{\text{dosis}}{\text{pkk}} \times \frac{\text{harga}}{\text{kg}} \times \text{rotasi} \\ &= 500,24 \text{ ha} \times \frac{6 \text{ pkk}}{6,46 \text{ ha}} \times \frac{2 \text{ kg}}{\text{pkk}} \times \frac{3.450}{\text{kg}} \times 2 \text{ rotasi/thn} \\ &= \text{Rp } 6.411.745 / \text{tahun} \end{aligned}$$

Total biaya yang terbuang untuk 3 jenis pupuk yang digunakan (NPK 15 = Rp.6.411.745; Dolomit = Rp.306.649; Urea = Rp.4.460.344) yaitu Rp.11.178.738/tahun atau Rp.22.347/ha/tahun.

### 3. Efektivitas Penyisipan

Kegiatan penyisipan merupakan tindakan lanjutan dari kegiatan sensus pokok. Penyisipan dilakukan dengan mengganti tanaman yang mati, abnormal maupun titik kosong. Kurang akuratnya data sensus yang dihasilkan dapat mengakibatkan tidak semua tanaman mati, abnormal maupun titik kosong

tersisip. Artinya masih terdapat titik atau pokok non produktif dalam suatu areal yang telah dilakukan penyisipan.

Berdasarkan hasil pengamatan diketahui bahwa pada Blok B23 dengan luas 6,46 ha terdapat 9 titik/pokok non produktif (titik kosong dan pokok mati) yang tidak terdata dalam peta pohon (*staple card*). Ini berarti 9 pkk tersebut tidak akan tersisip. Maka besarnya kerugian yang didapat untuk Afd OB (500,24 ha = 696 titik tanam tidak tersisip) per tahun, jika potensi produksi optimalnya mencapai 18 ton TBS/ha/tahun (Rp.1.000/kg TBS) dapat dilihat pada perhitungan berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{Besarnya kerugian} &= \frac{\text{Potensi produksi}}{\text{SPH}} \times \text{Jumlah pkk uproduktif} \times \frac{\text{harga}}{\text{kg TBS}} \\ &= \frac{18.000 \text{ kg/ha/thn}}{136} \times 696 \text{ pkk} \times \frac{\text{Rp } 1.000}{\text{kg TBS}} \\ &= \text{Rp } 92.117.647 / \text{tahun} = \text{Rp } 184.147 / \text{Ha} / \text{Thn} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan efisiensi di atas, maka total profit dari penggunaan GPS dapat dilihat pada tabel 5.



**Tabel 5.** Profit penggunaan GPS dibandingkan Staple card.

	Pengeluaran (Cost / Ha / Tahun)	Pendapatan (Cost / Ha / Tahun)	Profit (Cost / Ha / Tahun)
Aplikasi GPS	Rp 957,-		Rp 957,- (-)
Operasional GPS	Rp 863,-		Rp 863,- (-)
Efisiensi pemupukan	Rp 22.347,-		Rp 22.347,- (+)
Efektivitas penyisipan		Rp 184.147,-	Rp 184.147,- (+)
<b>Total</b>	<b>Rp 20.527,-</b>	<b>Rp 184.147,-</b>	<b>Rp 204.674,-</b>

Sumber: Data (2021)

Dari tabel 5 diketahui bahwa penggunaan GPS sebagai alat sensus, jika dilihat dari manfaat data hasil sensus terhadap kegiatan lain di perkebunan kelapa sawit, dapat menghasilkan profit sebesar Rp.204.674/ha/tahun jika dibandingkan dengan penggunaan *staple card* sebagai alat sensus.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian, dapat disimpulkan bahwa, tingkat akurasi data hasil sensus pokok menggunakan GPS lebih tinggi jika dibandingkan dengan menggunakan *staple card*.

Waktu yang dibutuhkan per tahun, dan per operasional, dengan biaya aplikasi awal sensus pokok menggunakan *staple card* lebih efisien yaitu dapat menghemat biaya Rp.957/ha/tahun, namun jika dilihat dari manfaat hasil sensus terhadap efisiensi pemupukan dan efektivitas penyisipan maka penggunaan GPS sebagai alat sensus lebih efisien dengan menghemat biaya sebesar Rp.204.674/ha/tahun.

Perlu kajian lebih lanjut mengenai tingkat akurasi hasil sensus menggunakan GPS yang lebih detail, baik pada areal bertopografi datar, bergelombang maupun berbukit.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

yang telah memberikan Dana Sertifikasi Dosen yang digunakan sebagai dana pengabdian pada masyarakat dan penelitian mandiri dosen.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abkarian, H., Tahlyan, D., Mahmassani, H., & Smilowitz, K. (2022). Characterizing visitor engagement behavior at large-scale events: Activity sequence clustering and ranking using GPS tracking data. *Tourism Management*, 88(August 2021), 104421. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2021.104421>
- Abu, H. (2022). ScienceDirect ScienceDirect Crowdsensing Application on Coalition Game Using GPS and IoT Crowdsensing Application on Coalition Game Using GPS and IoT Parking in Smart Cities. *Procedia Computer Science*, 201, 535–542. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.03.069>
- Ashour, I., Tokhey, M. El, Mogahed, Y., & Ragheb, A. (2022). Performance of global navigation satellite systems ( GNSS ) in absence of GPS observations. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(2), 101589.

- <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.09.016>
- Bada, M., Eddine, D., Lagraa, N., Abdelaziz, C., Imran, M., & Shoaib, M. (2021). A policy-based solution for the detection of colluding GPS-Spoofing attacks in FANETs. *Transportation Research Part A*, 149(May), 300–318. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.04.022>
- Demissie, M. G., & Kattan, L. (2022). Estimation of truck origin-destination flows using GPS data. *Transportation Research Part E*, 159(January 2021), 102621. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2022.102621>
- Eirill, B., & Mj, C. (2022). *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives Use of GPS-data to improve transport solutions in a cost and environmental perspective*. 13(September 2021). <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100557>
- Fang, J., He, M., Luan, W., & Jiao, J. (2021). Geodesy and Geodynamics Crustal vertical deformation of Amazon Basin derived from GPS and GRACE / GFO data over past two decades. *Geodesy and Geodynamics*, 12(6), 441–450. <https://doi.org/10.1016/j.geog.2021.09.002>
- Faris, A. M., Zwain, H. M., Hosseinzadeh, M., & Sh, H. (2022). Start-up and operation of novel EN-MBBR system for sidestreams treatment and sensitivity analysis modeling using GPS-X simulation. *Alexandria Engineering Journal*, 61(12), 10805–10818. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.04.026>
- Friedrich, B. (2022). ScienceDirect ScienceDirect Benchmarking machine learning algorithms by inferring transportation modes from unlabeled GPS data. *Transportation Research Procedia*, 62(Ewgt 2021), 383–392. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.02.048>
- Guo, B., Di, M., Song, F., Li, J., & Shi, S. (2021). Integrated coseismic displacement derived from high-rate GPS and strong-motion seismograph: Application to the 2017 Ms 7.0 Jiuzhaigou Earthquake. *Measurement*, 182(March), 109735. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109735>
- Gurbuz, G., Akgul, V., Gormus, K. S., & Kutoglu, S. H. (2021). Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics Assessment of precipitable water vapor over Turkey using GLONASS and GPS. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics*, 222(January), 105712. <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2021.105712>
- Habibie, T. J., Yasirandi, R., Oktaria, D., Habibie, T. J., Yasirandi, R., & Oktaria, D. (2022). ScienceDirect ScienceDirect The analysis of Pangandaran fisherman's fisherman's actual actual usage level of The analysis of Pangandaran usage level of GPS based on model based on TAM model. *Procedia Computer Science*, 197(2021), 34–41. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.105712>

21.12.115

- Halloran, J. O., Sophie, A., Bj, L., & Gyrd-hansen, D. (2021). *Social Science & Medicine Time to retire? A register-based study of GPs' practice style prior to retirement*. 281(May). <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114099>
- Jiang, P., Wu, H., & Xin, C. (2021). DeepPOSE: Detecting GPS spoofing attack via deep recurrent neural network. *Digital Communications and Networks*, September 2020. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2021.09.006>
- Kenpankho, P., Chaichana, A., Trachu, K., & Supnithi, P. (2021). ScienceDirect Real-time GPS receiver bias estimation. *Advances in Space Research*, xxxx, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.01.032>
- Kumar, S., Indira, S., & Vemuri, D. (2022). International Journal of Intelligent Networks Development and performance evaluation of Correntropy Kalman Filter for improved accuracy of GPS position estimation. *International Journal of Intelligent Networks*, 3(December 2021), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijin.2022.01.002>
- Li, X., Zhong, B., Li, J., Liu, R., & Gfo, G. (2022). Geodesy and Geodynamics Analysis of terrestrial water storage changes in the Shaan-Gan-Ning Region using GPS and GRACE / GFO. *Geodesy and Geodynamics*, 13(2), 179–188. <https://doi.org/10.1016/j.geog.2021.11.001>
- Liang, H., Zhan, W., & Li, J. (2021). ScienceDirect Vertical surface displacement of mainland China from GPS using the multisurface function method. *Advances in Space Research*, xxxx. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.02.024>
- Lv, J., Gao, Z., Kan, J., Lan, R., Li, Y., Lou, Y., & Yang, H. (2022). Modeling and assessment of multi-frequency GPS / BDS-2 / BDS-3 kinematic precise point positioning based on vehicle-borne data. *Measurement*, 189, 110453. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.110453>
- Memarian, O., Mehdi, S., Alizadeh, S., & Tat, F. (2022). Journal of Asian Earth Sciences: X Deep learning of GPS geodetic velocity. *Journal of Asian Earth Sciences: X*, 7(September 2021), 100095. <https://doi.org/10.1016/j.jaesx.2022.100095>
- Muhammad, S., Ibrahim, E., Kholil, M., & Anggara, O. (2021). Geodesy and Geodynamics Source of the 2019 Mw 6.9 Banten Intraslab earthquake modelled with GPS data inversion. *Geodesy and Geodynamics*, 12(4), 308–314. <https://doi.org/10.1016/j.geog.2021.06.001>
- Nezhadshahbodaghi, M., & Mosavi, M. R. (2021). A loosely-coupled EMD-denoised stereo VO / INS / GPS integration system in GNSS-denied environments. *Measurement*, 183(April), 109895. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2021.109895>

- Olsen, J. R., Caryl, F. M., Mccrorie, P., & Mitchell, R. (2022). Landscape and Urban Planning Socioeconomic inequality in Scottish children ' s exposure to and use of natural space and private gardens , measured by GPS. *Landscape and Urban Planning*, 223(March), 104425. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104425>
- Othman, S. E., Salama, G. M., & Hamed, H. F. A. (2021). Heliyon Methodology for the remote transfer of GPS receiver station data through a GSM network. *Heliyon*, 7(March), e08330. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08330>
- Rout, A., Nitoslawski, S., Ladle, A., & Galpern, P. (2021). Computers , Environment and Urban Systems Using smartphone-GPS data to understand pedestrian-scale behavior in urban settings: A review of themes and approaches. *Computers, Environment and Urban Systems*, 90(February), 101705. <https://doi.org/10.1016/j.compenvironments.2021.101705>
- Rupi, F., Poliziani, C., Rupi, F., & Schweizer, J. (2022). ScienceDirect Traffic surveys and GPS traces to explore patterns in cyclist ' s in-motion speeds. *Transportation Research Procedia*, 60(2021), 410–417. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2021.12.053>
- Sadli, R., Afkir, M., Hadid, A., Rivenq, A., & Taleb-ahmed, A. (2022). ScienceDirect Map-Matching-Based Map-Matching-Based Localization Using Camera Camera and Low-Cost GPS For Accuracy GPS For Lane-Level Accuracy. *Procedia Computer Science*, 198(2021), 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.237>
- Sadli, R., Afkir, M., Hadid, A., Rivenq, A., & Taleb-ahmed, A. (2022). ScienceDirect Map-Matching-Based Map-Matching-Based Localization Using Camera Camera and Low-Cost GPS For Accuracy GPS For Lane-Level Accuracy. *Procedia Computer Science*, 198(2021), 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.237>
- Sai, S., Rajana, K., Shrungheshwara, T. S., & Vivek, C. G. (2022). ScienceDirect Evaluation of long-term variability of ionospheric total electron content from IRI-2016 model over the Indian sub-continent with a latitudinal chain of dual-frequency geodetic GPS observations during 2002 to 2019. *Advances in Space Research*, 69(5), 2111–2125. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.12.005>
- Saracco, M., & Saracco, M. (2022). ScienceDirect Cyclist ' s Cyclist ' s waiting time time estimation estimation at at intersections , intersections , a case case study study with with GPS GPS traces traces from from Bologna Bologna. *Transportation Research Procedia*, 62(Ewgt 2021), 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.02.041>
- Sadli, R., Afkir, M., Hadid, A., Rivenq, A., & Taleb-ahmed, A. (2022). ScienceDirect Map-Matching-Based Map-Matching-Based Localization Using Camera Camera and Low-Cost GPS For Accuracy GPS For Lane-Level Accuracy. *Procedia Computer Science*, 198(2021), 255–262. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.237>
- Sai, S., Rajana, K., Shrungheshwara, T. S., & Vivek, C. G. (2022). ScienceDirect Evaluation of long-term variability of ionospheric total electron content from IRI-2016 model over the Indian sub-continent with a latitudinal chain of dual-frequency geodetic GPS observations during 2002 to 2019. *Advances in Space Research*, 69(5), 2111–2125. <https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.12.005>
- Saracco, M., & Saracco, M. (2022). ScienceDirect Cyclist ' s Cyclist ' s waiting time time estimation estimation at at intersections , intersections , a case case study study with with GPS GPS traces traces from from Bologna Bologna. *Transportation Research Procedia*, 62(Ewgt 2021), 325–332. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.02.041>
- Schwemmer, P., Rousseau, P., & Bocher, P. (2021). *Forensic Science International: Animals and*
- Sadeghian, P., Zhao, X., Golshan, A., & Håkansson, J. (2022). A stepwise methodology for transport mode detection in GPS tracking data. *Travel Behaviour and Society*, 26(July 2021), 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2021.10.004>

- Environments Case Report GPS tracking data can document wind turbine interactions : Evidence from a GPS-tagged Eurasian curlew.* 1.  
<https://doi.org/10.1016/j.fsiae.2021.100036>
- Sharma, G. (2022). Geodesy and Geodynamics Manifestation of earthquake preparation zone in the ionosphere before the earthquake revealed by GPS e TEC data , a case of 2021 Sonitpur , Assam earthquake. *Geodesy and Geodynamics*, *xxxx*, 0–8.  
<https://doi.org/10.1016/j.geog.2021.09.010>
- Sutton, L., Jose, K., Betzold, A., Hansen, E., Laslett, L., Makin, J., Winzenberg, T., Balogun, S., & Aitken, D. (2021). Osteoarthritis and Cartilage Open Understanding the management of osteoarthritis: A qualitative study of GPs and orthopaedic surgeons in Tasmania , Australia. *Osteoarthritis and Cartilage Open*, *3*(4), 100218.  
<https://doi.org/10.1016/j.ocarto.2021.100218>
- Vijayan, M. S. M., & Shimna, K. (2022). ScienceDirect Detecting aliasing and artifact free co-seismic and tsunamigenic ionospheric perturbations using GPS. *Advances in Space Research*, *69*(2), 951–975.  
<https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.10.040>
- Wei, C., Gu, D., Shao, K., Liu, P., Zhu, W., & Zhu, J. (2022). ScienceDirect In-flight performance analysis and antenna phase center calibration of MEMS GPS receiver on-board TianQin-1 in the nadir-pointing and Sun-pointing modes. *Advances in Space Research*, *69*(2), 1050–1059.  
<https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.10.039>
- Xu, J., & Liu, Z. (2021). International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation Radiance-based retrieval of total water vapor content from sentinel-3A OLCI NIR channels using ground-based GPS measurements. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *104*, 102586.  
<https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102586>
- Zeeshan, M., Chu, H., & Burbey, T. J. (2021). Spatio-temporal estimation of monthly groundwater levels from GPS-based land deformation. *Environmental Modelling and Software*, *143*(1), 105123.  
<https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2021.105123>
- Zhang, B., Niu, J., Li, W., Shen, Y., & Wu, T. (2021). ScienceDirect A single station ionospheric empirical model using GPS-TEC observations based on nonlinear least square estimation method. *Advances in Space Research*, *xxxx*.  
<https://doi.org/10.1016/j.asr.2021.07.017>
- Zhu, Y., Jiang, M., & Yamamoto, T. (2022). Analysis on the driving behavior of old drivers by driving recorder GPS trajectory data. *Asian Transport Studies*, *8*(July 2021), 100063.  
<https://doi.org/10.1016/j.eastsj.2022.100063>

Žunić, E., Delalić, S., & Đonko, D. (2020). Adaptive multi-phase approach for solving the realistic vehicle routing problems in logistics with innovative comparison method for evaluation

based on real GPS data. *Transportation Letters*, 0(0), 1–14.  
<https://doi.org/10.1080/19427867.2020.1824311>