



GPS Signal Performance Testing Based on Material Variations of Portable On-Demand (POD) And GPS Placement For Aerial Photography Missions

De Richi Kehi¹, Dwi Hartini^{2*}, Benedictus Mardwianta³, Elisabeth Anna Prattiwi⁴, Djarot Wahyu Santoso⁵

^{1,2,4,5}Department of Aerospace Engineering, Adisutjipto Aerospace Institut of Technology, Indonesia

³Department of Mechanical Engineering, Adisutjipto Aerospace Institut of Technology, Indonesia

Article Info

Article history:

Received December 5, 2024

Accepted January 31, 2025

Published January 14, 2026

Keywords:

GPS

POD

Emlid Reach

Pixhawk

PDOP

ABSTRACT

In aerial photography, the use of camera systems integrated with GPS signals is crucial for determining the position and velocity of an aircraft or drone. The Portable On-Demand (POD) serves as a payload container for equipment such as cameras, and the POD material can influence GPS signal quality. This study aims to evaluate the quality of received GPS signals and to assess the effect of camera distance on GPS performance. Experimental tests were conducted using three POD material types (original, E-glass, and carbon) and two GPS systems (Emlid Reach and Pixhawk). The results indicate that the E-glass POD provides the best performance, achieving signal-to-noise ratio (SNR) values above 45 dB and a PDOP value of 1.7. Additionally, the E-glass POD detected up to 34 satellites at a camera distance of 0 cm. In contrast, the original and carbon PODs exhibited inferior performance, including occurrences of a “No Solution” status. Therefore, the E-glass POD is more reliable in maintaining GPS signal quality and positioning accuracy for aerial photography missions.



Corresponding Author:

Dwi Hartini,
Departemen Teknik Dirgantara,
Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto,
Kampus Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto (ITD Adisutjipto) Yogyakarta, Jalan Janti Blok R, Lanud Adisutjipto, Banguntapan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta 55198, Indonesia.
Email: mdwihartini@ymail.com

1. INTRODUCTION

Dalam bidang fotografi udara, penggunaan sistem dan kamera yang menyatu dengan sinyal *GPS* sangatlah penting. Sinyal *GPS* digunakan untuk melacak posisi dan kecepatan pesawat atau *drone* yang digunakan dalam misi operasi fotografi udara. Dengan adanya informasi posisi yang akurat, pengambilan gambar udara dapat dilakukan dengan presisi tinggi dan hasil yang lebih baik. Namun, penting untuk menguji kualitas sinyal *GPS* yang digunakan dalam sistem kamera tersebut. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas sinyal *GPS*, seperti gangguan *elektromagnetik*, material *POD*, kondisi cuaca, dan interferensi sinyal. Jika sinyal *GPS* tidak cukup kuat atau terganggu, informasi posisi yang diterima oleh *receiver* dapat menjadi tidak akurat, yang pada gilirannya dapat menghasilkan kesalahan dalam pemetaan dan pengambilan. *Portable On-Demand* (POD) merupakan tempat atau wadah suatu muatan. Muatan ini bisa berupa kamera dan atau jenis lainnya yang dipergunakan untuk kepentingan misi penerbangan. *POD* adalah bagian yang terhubung ke sayap kiri dengan sambungan yang dihubungkan dengan baut dengan batang penghubung berulir. Pengujian ini dilakukan untuk melihat berapa satelit dan yang lebih akurat yang diterima oleh *receiver* dari dua GPS yang dipasang pada sistem kamera. Pada penelitian ini menggunakan tiga material *POD* yaitu *POD* Asli, *POD* Eglass dan *POD* Karbon. Pada proses manufaktur *POD* menggunakan empat (4) lapisan serat pada masing-masing *POD*. Jenis material yang digunakan pada *POD* Asli yaitu 1 lapisan serat karbon dan 3 lapisan *eglass*, untuk *POD* *Eglass* menggunakan 4 lapisan *eglass* dan karbon menggunakan 4 lapisan serat karbon.

2. METODE PENELITIAN

Adapun pengumpulan data dilakukan dengan metode sebagai berikut:

- Studi literatur, penggunaan metode ini untuk mengumpulkan data dan bahan yang dapat membuktikan efektivitasnya. Sumber data meliputi buku referensi teori yang menjadi sumber teori dalam penelitian ini, jurnal dan penelitian terdahulu yang menjadi bahan referensi teori dan sumber data, serta teori yang mencakup makalah ilmiah untuk referensi. Sumber data merupakan sumber pemahaman teoritis yang melengkapi penelitian ini. Metode ini juga memberikan pengetahuan mendalam tentang pengujian sinyal *GPS*. Selain itu, melalui penelitian literatur, kami juga memperdalam pemahaman teoritis tentang cara mengatur *GPS* serta pemanfaatan *UAV* yang dilengkapi dengan sistem *GPS*.
- Wawancara, Metode ini digunakan untuk mewawancarai pihak-pihak terkait. Hal ini dilakukan untuk memperkuat dan menambah pemahaman terhadap penelitian yang dilakukan.
- Observasi metode ini digunakan untuk mengumpulkan data dengan melakukan kegiatan secara langsung.
- Eksperimen metode ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari pengujian sinyal *GPS*

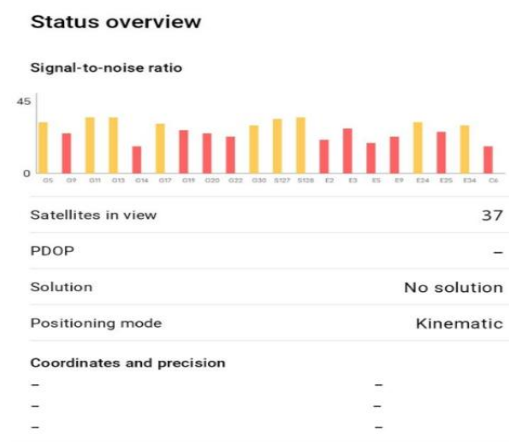


Gambar 1. Pesawat LSA dan Lokasi Pengujian

3. HASIL DAN ANALISIS

Berikut adalah hasil pengujian dari sinyal *GPS Emlid Reach* dan *GPS Pixhawk*. Pengujian ini dilakukan dari jam 8 pagi sampai jam 12 siang. Tujuannya untuk melihat kualitas sinyal dan jumlah satelit yang diperoleh.

3.1 Pengujian sinyal GPS Emlid Reach menggunakan POD Asli, Eglass, dan Karbon untuk melihat kualitas sinyal



Gambar 2. POD Asli, SNR dan PDOP

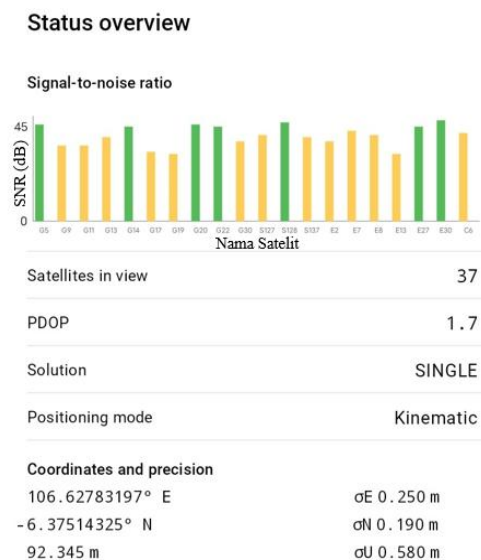
Keterangan dari gambar 2.

- Signal to noise ratio (SNR)*: Parameter penting yang mempengaruhi kinerja dan kualitas sistem yang memproses atau mengirimkan sinyal.
- Satellite in view*: Satelit yang berada dalam jangkauan penglihatan atau deteksi dari suatu titik pengamatan tertentu.
- PDOP*: Kesalahan yang disebabkan oleh posisi relatif satelit.
- Solution*: metode yang digunakan *GPS* untuk menghitung posisi yaitu *Fix*, *Float* dan *Single*.
- Positioning mode*: menunjukan bahwa posisi dihitung secara kontinu dan relatif terhadap titik awal yang telah diketahui. Ada dua mode yaitu kinematik untuk benda yang bergerak dan statis untuk benda tetap namun mode statis tidak dapat dipilih secara eksplisit di *emlid flow* setelah pembaruan.
- Coordinate and precision*: tampilan atau angka yang digunakan untuk menentukan posisi suatu titik.

Gambar 2 menunjukkan kekuatan sinyal satelit *GPS* yang diterima oleh *receiver*, ditampilkan dalam bentuk batang berwarna dan nilai *SNR* (*Signal to Noise Ratio*) dalam satuan dB. Kode satelit terdiri dari huruf: *G* (*GPS*), *S* (*SBAS*), *E* (*Galileo*), dan *C* (*BeiDou*), dengan angka di belakangnya sebagai kode *pseudorandom*. *SNR* menggambarkan kualitas sinyal, di mana nilai di bawah 45 dB ditandai dengan warna kuning (sedang) dan merah (buruk). Sinyal lemah ini dapat disebabkan oleh *multipath*, interferensi, atau geometri satelit yang buruk, sehingga menurunkan akurasi posisi.

Jumlah satelit terdeteksi sebanyak 37, ditampilkan secara real time oleh aplikasi *Emlid Flow*, termasuk satelit yang tidak digunakan. Namun, nilai *PDOP* tidak tersedia, yang menandakan geometri satelit tidak memadai untuk perhitungan posisi. Mode penentuan posisi adalah kinematik, digunakan saat *receiver* bergerak. Status "*No Solution*" menunjukkan belum tersedianya solusi RTK, sehingga posisi dan presisi tidak dapat dihitung, akibatnya informasi seperti "*Coordinate and Precision*" tidak tersedia. Penyebab kualitas sinyal rendah sebagai berikut:

- Obstruksi dan *Multipath Effect* yaitu Gedung, pepohonan yang memantulkan sinyal, menyebabkan gangguan atau keterlambatan dalam penerimaan sinyal *GPS*.
- Perubahan kondisi Atmosfer (*Troposfer* dan *Ionosfer*) yaitu kelembaban ditroposfer biasanya lebih tinggi, yang bisa mempengaruhi propagasi sinyal *GPS*. Lalu aktifitas ionosfer meningkat karena radiasi matahari, yang dapat menyebabkan pembiasan sinyal dan gangguan pada akurasi matahari.
- Pengaruh sayap pesawat.
- Material *POD*.



Gambar 3. *POD Eglass*, *SNR* dan *PDOP*

Gambar 3 menampilkan kekuatan sinyal *GPS* dari berbagai satelit dengan kode: *G* (*GPS*), *S* (*SBAS*), *E* (*Galileo*), dan *C* (*BeiDou*). Angka di belakangnya adalah kode pseudorandom, identitas unik tiap satelit. Sinyal diukur dengan nilai *SNR* (dalam dB), yang menunjukkan kualitas sinyal: warna hijau menandakan sinyal baik dan kuning menandakan sinyal sedang, umumnya di atas 45 dB. Meskipun sinyal cukup kuat, kualitas posisi masih dapat dipengaruhi oleh akurasi, ketelitian, dan *multipath*. Perlu dicatat bahwa warna grafik *SNR*

merepresentasikan kualitas sinyal, bukan jumlah satelit. Jumlah satelit yang terdeteksi adalah 37, ditampilkan secara *real-time* dan dapat berubah sesuai kondisi. Nilai *PDOP* pada pengujian adalah 1.7, menunjukkan geometri satelit yang baik dan akurasi posisi yang cukup tinggi. *PDOP* mencerminkan seberapa baik posisi satelit dalam menentukan ketelitian posisi *receiver* semakin rendah nilainya, semakin baik ketelitian posisinya. Namun, faktor lingkungan seperti bangunan atau gunung tetap dapat mempengaruhi *PDOP* [15].

Mode posisi pada gambar adalah kinematik, digunakan saat *receiver* dalam kondisi bergerak. Status sinyal menunjukkan “*Single*”, artinya *receiver* hanya menggunakan data dari satelit tanpa koreksi dari stasiun referensi. Ini memberikan posisi dengan akurasi terbatas (dalam kisaran meter), meskipun geometri dan jumlah satelit baik. Status ini lebih baik dibanding “*No Solution*”, namun belum ideal untuk aplikasi yang membutuhkan akurasi tinggi seperti survei presisi. Untuk akurasi yang lebih baik, diperlukan koneksi ke sistem koreksi seperti *RTK* atau *diferensial GNSS*.



Gambar 4. POD Karbon, SNR dan PDOP

Gambar 4 menampilkan sinyal dari satelit *GPS (G)*, *Galileo (E)*, dan *BeiDou (C)*, dengan angka sebagai kode pseudorandom. Nilai *SNR* (dalam dB) menunjukkan kualitas sinyal, di mana nilai di bawah 45 dB ditandai dengan warna berbeda yang menunjukkan sinyal lemah. Sinyal rendah ini berdampak pada ketelitian yang buruk, risiko multipath, dan menurunnya akurasi posisi. *SNR* sendiri merupakan rasio daya sinyal terhadap derau, yang dipengaruhi oleh jenis gangguan dan teknologi yang digunakan. Beberapa sumber derau bersifat pita lebar dan dominan di frekuensi tertentu. Jumlah satelit yang terdeteksi sebanyak 37, ditampilkan secara *real-time*, termasuk satelit yang tidak digunakan. Data dapat berubah-ubah tergantung kondisi. Sesuai standar *RINEX*, hanya lima sistem utama yang digunakan: *GPS*, *GLONASS*, *Galileo*, *BeiDou*, dan *QZSS*. Nilai *PDOP* tidak tersedia, mengindikasikan geometri satelit buruk sehingga posisi tidak dapat dihitung dengan akurat. Mode posisi adalah kinematik, yang digunakan saat *receiver* bergerak. Status sinyal “*No Solution*” menunjukkan *receiver* belum mendapatkan solusi *RTK*, sehingga data koordinat dan presisi tidak tersedia. Hal ini disebabkan oleh buruknya kualitas sinyal, kemungkinan karena penghalang seperti pohon serta material *POD* yang digunakan saat pengujian.

3.2 Pengujian Sinyal GPS *Emlid Reach* berdasarkan jarak posisi GPS.

Pada pengujian ini akan membahas jumlah satelit yang diperoleh di waktu yang berbeda-beda dapat dilihat pada grafik perbandingan di bawah ini.

Tabel 1. Pengujian Sinyal GPS *Emlid Reach* Menggunakan *POD Asli*

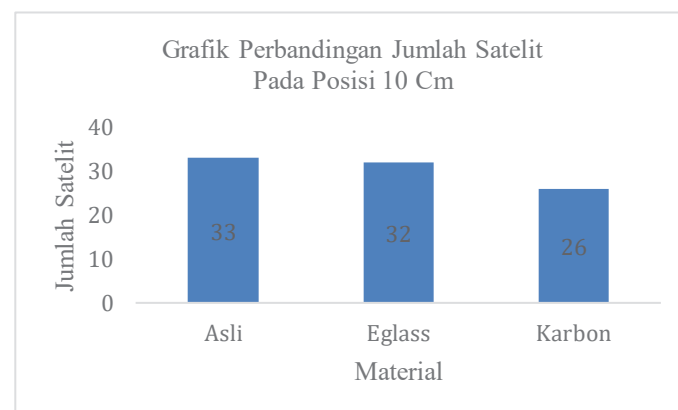
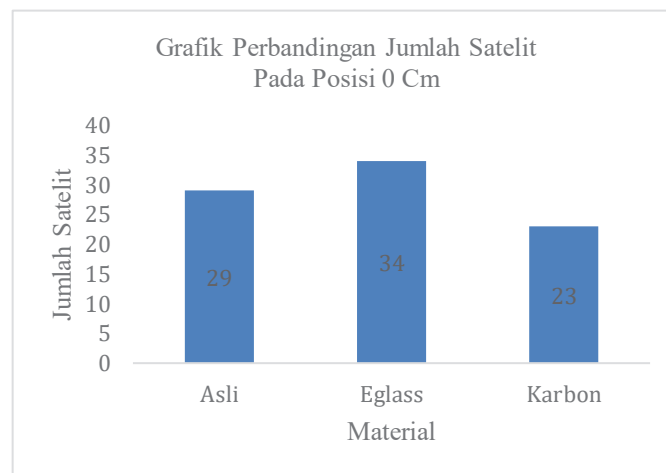
Jarak/Posisi	Jumlah Satelit					Jenis Material
	Jam 8	Jam 9	Jam 10	Jam 11	Jam 12	
0 cm	24	29	23	21	28	POD Asli
10 cm	33	24	31	32	22	
20 cm	26	25	33	29	24	

Tabel 2. Pengujian Sinyal GPS *Emlid Reach* Menggunakan POD Eglass

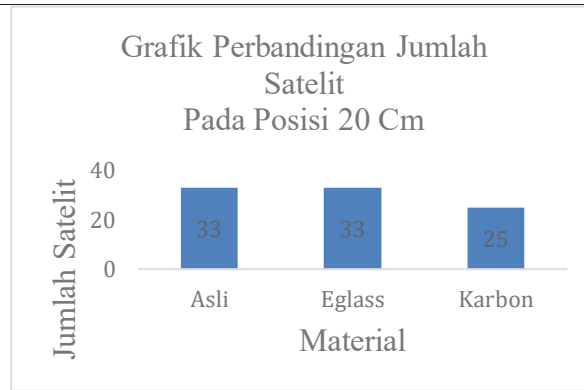
Jarak/Posisi	Jumlah Satelit					Jenis Material
	Jam 8	Jam 9	Jam 10	Jam 11	Jam 12	
0 cm	32	34	29	30	30	POD Eglass
10 cm	31	31	32	31	30	
20 cm	33	33	31	32	30	

Tabel 3. Pengujian Sinyal GPS *Emlid Reach* Menggunakan POD Karbon

Jarak/Posisi	Jumlah Satelit					Jenis Material
	Jam 8	Jam 9	Jam 10	Jam 11	Jam 12	
0 cm	21	19	19	13	23	POD Karbon
10 cm	26	21	22	26	25	
20 cm	25	24	22	21	18	



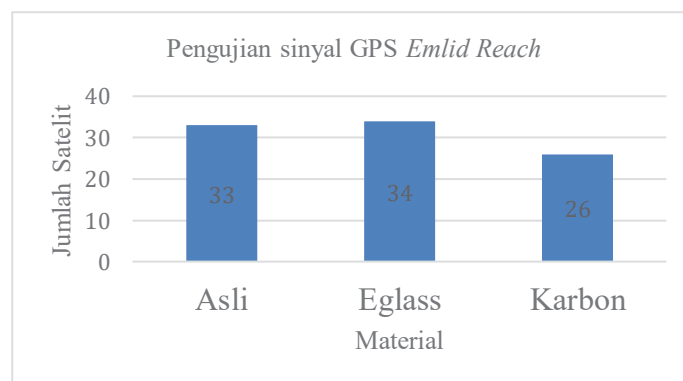
Gambar 6. Grafik Perbandingan pada Posisi 10 cm

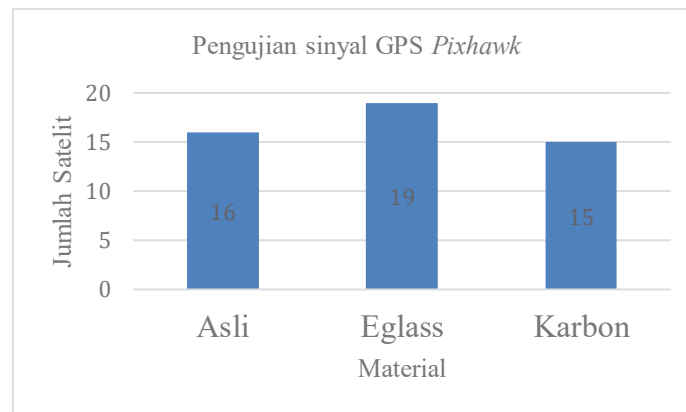


Gambar 7. Grafik Perbandingan pada Posisi 20 cm

Dapat dilihat pada gambar 5 pengujian sinyal *GPS* pada posisi 0 cm menggunakan *POD Eglass* mendapatkan jumlah satelit paling tinggi jika dibandingkan dengan *POD* berbahan Asli dan Karbon hanya memperoleh 29 satelit dan 23 satelit. Pada posisi 10 cm yang dapat dilihat pada gambar 5 bahwa pengujian sinyal *GPS* menggunakan *POD* Asli lebih bagus dan mendapatkan 33 satelit paling tinggi dibandingkan dengan *POD Eglass* dan paling sedikit yaitu Karbon. Pada posisi 20 cm di gambar 6 pengujian sinyal *GPS* menggunakan *POD* Asli mendapatkan 33 satelit di jam 10 dan *POD Eglass* mendapatkan 33 satelit di jam 8 dan jam 9. Dari pengujian ini *POD* Karbon paling sedikit mendapatkan satelit yaitu 25 satelit.

3.3 Grafik Perbandingan Kuat Sinyal GPS *Emlid Reach* dan GPS *Pixhawk*

Gambar 7. Pengujian Sinyal GPS *Emlid Reach*

Gambar 8. Pengujian Sinyal GPS *Pixhawk*

Dari grafik 7 dan 8 dapat dilihat bahwa pengujian sinyal dengan menggunakan GPS *Emlid Reach* dan GPS *Pixhawk* jumlah satelit paling tinggi yaitu 34 satelit dengan bahan POD Eglass untuk GPS *Emlid Reach*. Kemudian 19 satelit dengan bahan POD Eglass juga untuk GPS *Pixhawk*. Untuk pengujian kali ini POD Eglass lebih unggul dari POD Asli dan POD Karbon.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian sinyal *GPS* dan perbandingan kekuatan sinyal *GPS* antara *Emlid Reach* dan *Pixhawk* maka dapat ditarik kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Adapun kesimpulan tersebut adalah sebagai berikut:

- Jenis material *POD* berpengaruh pada kualitas sinyal *GPS* yang dihasilkan, material *POD* bahan asli dan karbon memiliki SNR dibawah 45 dB sedangkan material eglass diatas 45 dB yang artinya *POD* berbahan material eglass mampu menghasilkan kualitas sinyal dengan akurasi tinggi. Nilai PDOP material eglass menunjukan nilai 1.7 yang mencerminkan geometri satelit yang relative baik dan kualitas sinyal yang cukup untuk mendukung akurasi lebih tinggi. *POD Eglass* menunjukkan posisi akurasi terbatas dan memerlukan koreksi diferensial, seperti RTK, untuk meningkatkan akurasi. Secara keseluruhan material *POD Eglass* memberikan performa terbaik dibandingkan *POD Asli* dan *Karbon*, tetapi faktor lingkungan dan gangguan tetap mempengaruhi hasil akhir pengukuran posisi.
- Berdasarkan variasi jarak posisi *GPS*, posisi 0 cm merupakan posisi paling baik bagi *GPS* dalam mendeteksi satelit dengan memperoleh 34 satelit menggunakan *POD Eglass*.
- Material *POD Eglass* menunjukan performa yang baik dalam pengujian sinyal *GPS* dibandingkan dengan *POD Asli* dan *POD Karbon*. Pada *GPS Emlid Reach*, material *POD Eglass* berhasil mendeteksi jumlah satelit tertinggi, yaitu 34 satelit, sedangkan pada *GPS Pixhawk*, material yang sama mendeteksi 19 satelit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Bendea, P. Boccardo, S. Dequal, F. G. Tonolo, D. Marenchino, and M. Piras, "Low cost UAV for post-disaster assessment," *Proc. XXI Congr. Int. Soc. Photogramm. Remote Sens. Beijing China 311 July 2008*, vol. XXXVII, pp. 1373–1380, 2008, [Online]. Available: http://www.isprs.org/congresses/beijing2008/proceedings/8_pdf/14_ThS-20/37.pdf
- [2] C. Rokhmana, "The Potential of UAV-based Remote Sensing for Supporting Precision Agriculture in Indonesia," *Procedia Environ. Sci.*, vol. 24, Dec. 2015, doi: 10.1016/j.proenv.2015.03.032.
- [3] G. A. Chulafak and D. Kushardono, "Studi Perbandingan Kualitas Informasi Penginderaan Jauh Udara berdasarkan Sistem Akuisisi Data Manual dan Autopilot pada LAPAN Surveillance Aircraft Comparative," *Semin. Nas. Penginderaan Jauh*, no. March, pp. 1–11, 2016.
- [4] D. K. Fuad Surastyo, "Perhitungan Direct Operating Cost Pesawat LAPAN Surveillance Aircraft (LSA)," *LAPAN Makal.*, p. 1, 2011.
- [5] A. Pirti and M. Ali Yücel, "GPS signal jamming effect in Svalbard Island and its elimination by using GLONASS, Galileo and Beidou satellites," *Geod. Cartogr. Aer. Photogr.*, vol. 98, 2023, no. 98, pp. 5–14, 2023, doi: 10.23939/istgcap2023.98.005.
- [6] M. I. Asysyakuur *et al.*, "Simulasi Sistem Pendeteksi Objek Pada Pesawat Dengan Menggunakan

- Teknologi SAR (Synthetic Aperture Radar),” *Pros. Semin. Nas. Sains Teknol. dan Inov. Indones.*, vol. 3, no. November, pp. 41–52, 2021, doi: 10.54706/senastindo.v3.2021.122.
- [7] A. P. SUKISMANTORO, “Pemanfaatan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Dilengkapi Global Positioning System (Gps) Metode Post Processing Kinematic Untuk Pembuatan Peta Dasar Pertanahan Skripsi,” p. 2, 2006.
- [8] M. Smartphone and X. Mi, “Perbandingan Ketelitian Posisi Static Dan Kinematic Menggunakan Smartphone Xiaomi Mi 9 (Studi Kasus : Kota Malang, Jawa Timur),” vol. 9, 2024.
- [9] S. Ramadhon, “Pengaruh Lingkungan Pengamatan pada Ketelitian Horisontal GNSS dengan Metode RTK-NTRIP,” *J. Nas. Pengelolaan Energi MigasZoom*, vol. 2, no. 1 SE-Articles, pp. 27–35, Aug. 2020, doi: 10.37525/mz/2020-1/249.
- [10] D. A. Verdianto, “Pengertian, Fungsi, Cara Kerja, dan Contoh Penggunaan,” *Teknogram*. [Online]. Available: <https://teknogram.id/kamus/gps/>
- [11] Lucyhuang, “E-Glass Strand: Manfaat, Penggunaan, dan Perbedaan Utama,” *Silicapro*. [Online]. Available: <https://silicapro.com/e-glass-strand-benefits-uses-and-key-differences/>
- [12] Mcicarbon, “Mengenal Apa itu Serat Karbon dan Aplikasinya dalam Kehidupan,” *Karyatama*. [Online]. Available: <https://www.karyatamacarbon.com/2023/08/16/mengenal-apa-itu-serat-karbon-dan-aplikasinya-dalam-kehidupan/>
- [13] Achmad, “Pengertian Powerbank – Cara Kerja Power Bank & Prinsip Kerja Rangkaian,” *Fulusnesia*. [Online]. Available: <https://fulusnesia.com/pengertian-powerbank-cara-kerja-power-bank-prinsip-kerja-rangkaian/>
- [14] C. S. Young, “Chapter 11 - Closed Circuit Television,” C. S. B. T.-T. S. and T. of C. Young, Ed., Boston: Butterworth-Heinemann, 2015, pp. 359–418. doi: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-420056-2.00011-7>.
- [15] B.-H. Q. Bay *et al.*, “Understanding DOP (Dilution of Precision) Quality / Accuracy Values Provided by your GPS . Participating in the 2010 PATON and Bridge Program .,” pp. 1–7, 2010.