

Review tentang Mekanisme Prosedur Kerja Berbagai Sistem Navigasi Satelit

¹Alvin Pratama, ²Amrita Margaretha Situmorang, ³Erlina Teresia Sihombing, ⁴Nora Sriyanti

¹Jurusan Pendidikan Geografi
Universitas Negeri Medan
alvnpmt21@gmail.com

²Jurusan Pendidikan Geografi
Universitas Negeri Medan

³Jurusan Pendidikan Geografi
Universitas Negeri Medan

⁴Jurusan Pendidikan Geografi
Universitas Negeri Medan

Article history:

Received June 18, 2024

Accepted June 30, 2024

Abstract

Satellite navigation has become an integral part of the global infrastructure for a variety of applications, from transportation navigation to earth observation and national security. Satellite navigation systems have become an important part of modern life. This system is used for various purposes, such as vehicle navigation, asset tracking, and communication. Each system has different working mechanisms and procedures. This research aims to identify the working procedures of various satellite navigation systems in the world. The research method used is a qualitative descriptive method through literature study sourced from journals, scientific articles, books and other relevant sources. The results of this research show that satellite navigation systems, such as GPS, use radio signals to determine location on the earth's surface. GPS consists of three main parts, namely control, space, and user. GPS satellites send signals that are used to determine position, speed, direction, and time. GPS has wide-ranging uses, including in ship navigation, object tracking, and management of agricultural to military supply chains.

Keywords: mechanism, navigation, satellite, information, GPS

Pendahuluan

Navigasi satelit telah menjadi bagian integral dari infrastruktur global untuk berbagai aplikasi, mulai dari navigasi transportasi hingga pengamatan bumi dan keamanan nasional. Sistem navigasi satelit telah menjadi bagian penting dari kehidupan modern. Sistem ini digunakan untuk berbagai keperluan, seperti navigasi kendaraan, pelacakan aset, dan komunikasi [1]. Di dunia, terdapat berbagai sistem navigasi satelit yang dioperasikan oleh negara-negara berbeda. Masing-masing sistem memiliki mekanisme dan prosedur kerja yang berbeda. Setiap sistem navigasi satelit dikembangkan oleh negara atau konsorsium negara dengan tujuan yang berbeda-beda [2]. Misalnya, GPS dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat dengan fokus awal pada kebutuhan militer, sementara Galileo yang dikembangkan oleh Uni Eropa lebih berorientasi pada pelayanan sipil dan independensi dari sistem navigasi satelit lainnya.

Perbedaan dalam mekanisme prosedur kerja sistem navigasi satelit juga mencakup infrastruktur dan teknologi yang digunakan. GPS, sebagai sistem navigasi satelit tertua, menggunakan konstelasi satelit yang dikelola oleh Angkatan Udara AS dengan kontrol dan pemeliharaan yang ketat. Sementara itu, GLONASS yang dikembangkan oleh Rusia, menawarkan infrastruktur yang berbeda dengan pengaturan satelit yang lebih padat [3]. Penggunaan sistem navigasi satelit tidak hanya terbatas pada navigasi kendaraan bermotor dan pesawat udara, tetapi juga luas di bidang perbankan, telekomunikasi, dan industri energi. Konsistensi dan akurasi dari mekanisme prosedur kerja sistem navigasi satelit menjadi krusial untuk mendukung keberlanjutan dan efisiensi operasional di berbagai sektor ini.

Meskipun kemajuan dalam teknologi satelit dan sistem navigasi, integrasi antara berbagai sistem navigasi satelit sering kali menimbulkan tantangan. Ini mencakup kompatibilitas sinyal, interoperabilitas, dan masalah regulasi yang mempengaruhi penggunaan lintas batas. Maini dan Agrawal menyatakan bahwa pengembangan sistem navigasi satelit terus berlanjut dengan penambahan kapasitas, peningkatan akurasi, dan peningkatan layanan [4]. Inovasi seperti penggunaan pengolahan sinyal yang lebih canggih dan penggunaan konstelasi satelit yang lebih besar menjadi fokus untuk memenuhi tuntutan yang semakin meningkat dari berbagai aplikasi global. Artikel ini me-review tentang mekanisme prosedur kerja berbagai sistem navigasi satelit.

Metode Penelitian

Desain dan pendekatan penelitian. Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif yaitu penelitian yang dimaksudkan untuk menggambarkan (mendeskripsikan) mengenai suatu masalah. Pendekatan kualitatif merupakan pendekatan yang lebih menekankan pada makna dan proses daripada hasil suatu aktivitas. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan untuk memahami dan menganalisis secara mendalam mekanisme prosedur kerja berbagai sistem navigasi satelit di dunia. Penelitian ini akan menggunakan metode tinjauan pustaka untuk mengumpulkan data. Analisis kualitatif terhadap literatur yang dikumpulkan untuk memahami konsep, teori, dan metode yang digunakan dalam mekanisme prosedur kerja berbagai sistem navigasi satelit di dunia.

Teknik pengumpulan data. Teknik pengumpulan data merupakan bagian yang sangat urgen dari penelitian itu sendiri. Prosedur pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur. Studi literatur merupakan metode penelitian yang penting dalam mendapatkan pemahaman yang komprehensif tentang topik tertentu melalui tinjauan terhadap karya-karya yang telah diterbitkan sebelumnya. Dalam penelitian ini, studi literatur dapat memberikan wawasan yang berharga tentang konsep, teori, aplikasi, dan implikasi teknologi tersebut.

Teknik ini akan digunakan untuk mengumpulkan informasi dari berbagai sumber pustaka, seperti jurnal ilmiah, buku, laporan pemerintah, dan situs web organisasi internasional. Informasi yang dikumpulkan akan mencakup berbagai jenis sistem navigasi satelit di dunia, sejarah perkembangannya, hingga prosedur kerja yang diterapkan sehingga dapat berjalan dengan optimal.

Teknik pengolahan dan analisis data. Pengolahan dan analisis data akan dilakukan secara kualitatif. Metode penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang digunakan untuk meneliti pada kondisi obyek yang alamiah dimana peneliti adalah sebagai instrumen kunci, teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulasi (gabungan), analisis data bersifat induktif dan hasil penelitian kualitatif lebih menekankan makna dari pada generalisasi.

Pengumpulan data (data collection) – merupakan data keseluruhan yang diambil untuk memecah data menjadi bagian, lalu memilah data yang akan diambil untuk dijadikan bahan dari penelitian yang sedang berlangsung. Pengumpulan data merupakan data yang diperoleh dari studi pustaka.

Reduksi data (data condensation) – merupakan suatu bentuk analisis untuk mempertajam, memilih, memfokuskan, membuang, dan menyusun data untuk menghasilkan kesimpulan akhir.

Penyajian data (display data) – merupakan kegiatan penyusunan secara sistematis untuk menghasilkan kesimpulan dan pengambilan tindakan. Penyajian data yang diambil yaitu dari kata-kata, kalimat, teks, dan lain sebagainya, dari data tersebut maka dapat diambil kesimpulannya.

Data kesimpulan (conclusion/verification) – merupakan bagian yang tidak terpisah dari bagian analisis. Teknik yang peneliti gunakan untuk menganalisis semua data yang didapatkan dari data yang terkumpul melalui pencarian literatur yang akan disajikan dalam bentuk data naratif serta ditarik kesimpulan dari data tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Mekanisme dasar prosedur kerja berbagai sistem navigasi satelit. Sistem navigasi satelit di dunia menggunakan prinsip dasar yang sama, yaitu dengan mengukur jarak antara perangkat penerima di bumi dan satelit yang mengorbit. Berdasarkan pengukuran jarak ini, posisi perangkat penerima di bumi dapat ditentukan dengan akurat. Berikut adalah penjelasan lebih detail mengenai mekanisme dasar prosedur kerja sistem navigasi satelit.

(a) *Jaringan satelit* – Setiap sistem navigasi satelit memiliki konstelasi satelitnya sendiri yang

mengorbit bumi pada ketinggian tertentu. Menurut Octavia & Fuad, satelit-satelit ini dilengkapi dengan jam atom yang sangat presisi dan pemancar sinyal radio [5]. Sinyal radio ini berisi informasi tentang posisi satelit, waktu, dan data lainnya.

(b) *Sinyal radio* – Satelit secara berkala memancarkan sinyal radio ke bumi. Sinyal ini diterima oleh perangkat penerima, seperti GPS receiver, di smartphone, mobil, atau pesawat. Sinyal radio ini mengandung informasi tentang beberapa hal, di antaranya sebagai berikut: (i) posisi satelit yang diketahui dengan presisi tinggi menggunakan jam atom dan sistem pelacakan di bumi, (ii) waktu yang disinkronkan dengan jam atom di satelit, dan (iii) data lainnya mencakup informasi ephemeris yang berisi detail orbit satelit dan parameter koreksi untuk meningkatkan akurasi posisi.

(c) *Pengukuran jarak* – Perangkat penerima menghitung jarak ke setiap satelit yang terlihat dengan mengukur waktu yang dibutuhkan sinyal radio untuk mencapai perangkat. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Hanafi, bahwa perhitungan ini menggunakan prinsip triangulasi, di mana jarak dihitung berdasarkan selisih waktu antara penerimaan sinyal dari beberapa satelit [6].

(d) *Triangulasi dan perhitungan posisi* – Perangkat penerima menggunakan informasi jarak yang diukur dari beberapa satelit dan data ephemeris untuk menghitung posisinya di bumi. Perhitungan ini melibatkan persamaan geometri dan algoritma matematika yang kompleks.

(e) *Faktor yang mempengaruhi akurasi* – Akurasi posisi yang ditentukan oleh sistem navigasi satelit dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti: (i) geometri satelit– posisi satelit di langit relative terhadap perangkat penerima, (ii) gangguan sinyal– interferensi dari faktor eksternal seperti bangunan tinggi atau medan magnet bumi, (iii) kesalahan jam– ketidakakuratan jam di satelit atau perangkat penerima, (iv) multipath– sinyal radio yang dipantulkan dari permukaan bumi, menyebabkan distorsi dan penurunan akurasi.

Sistem navigasi satelit (SNS) adalah teknologi yang menggunakan satelit buatan manusia untuk memberikan posisi dan waktu yang akurat. Selain itu adapun prinsip kerja SNS menggunakan prinsip triangulasi, di mana posisi suatu objek diprediksi berdasarkan jarak dan sudut antara objek tersebut dengan beberapa titik referensi. Dalam SNS, titik referensi adalah satelit yang diposisikan secara strategis di orbit Bumi. Komponen Sistem SNS terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu yang pertama Satelit, Satelit SNS diposisikan di orbit Bumi dan dilengkapi dengan perangkat yang dapat menerima dan mengirimkan sinyal. Satelit ini berfungsi sebagai titik referensi untuk menghitung posisi objek yang ingin dikenali.

Lalu yang kedua adalah penerima sinyal. Penerima sinyal adalah perangkat yang dipasang di Bumi dan berfungsi menerima sinyal dari satelit. Penerima sinyal ini kemudian menghitung jarak dan sudut antara objek dengan satelit untuk menghitung posisi objek. Lalu yang ketiga adalah pengolah data. Pengolah data adalah perangkat yang berfungsi mengolah data yang diterima dari penerima sinyal untuk menghitung posisi objek yang ingin dikenali. Berikut adalah prosedur kerja SNS:

- Penerimaan sinyal. Penerima sinyal menerima sinyal dari satelit dan menghitung jarak dan sudut antara objek dengan satelit.
- Penghitungan posisi. Penghitungan posisi dilakukan dengan menggunakan data jarak dan sudut yang diterima dari penerima sinyal. Posisi objek diprediksi berdasarkan jarak dan sudut antara objek dengan beberapa titik referensi (satelit).
- Pengolahan data. Pengolah data mengolah data yang diterima dari penerima sinyal untuk menghitung posisi objek yang ingin dikenali.

Penggunaan SNS memiliki kelebihan dalam hal akurasi dan ketersediaan. *Akurasi tinggi*– SNS dapat memberikan posisi yang sangat akurat, sehingga sangat berguna dalam aplikasi seperti navigasi udara dan laut. *Ketersediaan*– SNS dapat diakses dari mana saja di Bumi, sehingga sangat berguna dalam aplikasi seperti navigasi darat.

SNS memiliki beberapa kekurangan, terutama dalam hal biaya dan interferensi. SNS memerlukan biaya yang relatif tinggi untuk pengembangan dan operasionalnya. Sementara itu SNS dapat terganggu oleh interferensi dari sumber lain, seperti sinyal radio dan radar.

Sistem navigasi satelit telah menjadi teknologi yang sangat penting dalam kehidupan modern, dengan berbagai aplikasi dalam navigasi, pemetaan, pelacakan, dan banyak lagi. Menurut R. S. H. Hidayat, kemampuannya untuk memberikan informasi posisi yang akurat dan real-time telah merevolusi berbagai industri dan membuka peluang baru untuk berbagai aplikasi [7].

Integrasi antara berbagai sistem navigasi satelit dalam aplikasi global. Integrasi antara berbagai sistem navigasi satelit dalam aplikasi global telah menjadi penting untuk meningkatkan akurasi, kehandalan, dan ketersediaan informasi navigasi. Berikut adalah beberapa contoh integrasi yang telah dilakukan:

(a) *Integrasi sistem navigasi satelit global (GNSS)* – Sistem navigasi satelit global (GNSS) seperti GPS, GLONASS, Galileo, Beidou, dan IRNSS telah dikembangkan untuk memberikan posisi dan waktu yang akurat. Integrasi antara berbagai sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengakses informasi navigasi yang lebih akurat dan lebih luas. Misalnya, pengguna dapat menggunakan GPS untuk menentukan posisi di darat, sedangkan GLONASS digunakan untuk menentukan posisi di laut dan udara. Menurut Bhaskara et al., Galileo dan Beidou digunakan untuk menentukan posisi di darat dan udara, serta untuk aplikasi yang memerlukan akurasi tinggi seperti navigasi udara dan laut [12]. IRNSS digunakan untuk menentukan posisi di darat dan laut, serta untuk aplikasi yang memerlukan akurasi tinggi seperti navigasi darat dan laut.

(b) *Integrasi dengan teknologi EO* – Teknologi EO (Earth Observation) membantu meningkatkan kinerja GNSS dengan memantau perubahan lingkungan dan memberikan respons cepat dalam situasi darurat. Menurut Pertiwi et al., integrasi antara GNSS dan EO memungkinkan pengguna untuk memantau keadaan dan evolusi lingkungan, serta memberikan respons cepat dalam situasi darurat seperti peristiwa cuaca ekstrem atau situasi konflik [8].

(c) *Integrasi dengan sistem penambahan berbasis satelit (SBAS)* – SBAS meningkatkan akurasi dan kehandalan informasi GNSS dengan memperbaiki kesalahan pengukuran sinyal dan memberikan informasi tentang akurasi, integritas, kontinuitas, dan ketersediaan sinyalnya. Integrasi antara GNSS dan SBAS memungkinkan pengguna untuk mendapatkan informasi navigasi yang lebih akurat dan lebih reliabel. Misalnya, SBAS dapat digunakan untuk meningkatkan akurasi posisi dan kecepatan dalam aplikasi seperti navigasi udara dan laut.

(d) *Integrasi dengan teknologi radar* – Teknologi radar dapat digunakan untuk meningkatkan kinerja GNSS dengan memantau energi yang diterima dari Bumi akibat pantulan dan penyerapan energi Matahari oleh permukaan atau atmosfer Bumi. Integrasi antara GNSS dan teknologi radar memungkinkan pengguna untuk memantau siang dan malam selama semua kondisi cuaca, serta untuk aplikasi yang memerlukan akurasi tinggi seperti navigasi udara dan laut [9].

(e) *Integrasi dengan sistem pemantauan Bumi* – Sistem pemantauan Bumi seperti Copernicus memungkinkan pengguna untuk memantau keadaan dan evolusi lingkungan di darat, laut, dan udara. Integrasi antara GNSS dan sistem pemantauan Bumi memungkinkan pengguna untuk memantau perubahan lingkungan dan memberikan respons cepat dalam situasi darurat seperti peristiwa cuaca ekstrem atau situasi konflik.

Manfaat sistem navigasi satelit dalam kehidupan. Sistem navigasi satelit (SNS) telah menjadi bagian integral dalam kehidupan sehari-hari, memberikan berbagai manfaat yang signifikan. Beberapa contoh manfaat SNS, diantaranya adalah sebagai berikut.

(a) *Navigasi yang akurat* – SNS memungkinkan pengguna untuk menentukan posisi dan arah dengan akurasi tinggi. Dengan menggunakan teknologi GPS, pengguna dapat mengetahui lokasi mereka di

bumi dan mengoptimalkan rute perjalanan. Hal ini sangat berguna dalam berbagai aplikasi, seperti navigasi darat, laut, dan udara.

(b) *Pemantauan aktivitas*. SNS digunakan dalam perangkat pelacakan aktivitas seperti jam tangan pintar dan perangkat kebugaran. Ini memungkinkan pengguna untuk melacak jarak yang mereka tempuh, kecepatan, rute, dan statistik kesehatan lainnya. Hal ini sangat berguna dalam meningkatkan kesehatan dan kebugaran individu.

(c) *Pemantauan kendaraan dan flota*. SNS digunakan dalam bisnis yang memiliki armada kendaraan untuk melacak pergerakan dan lokasi kendaraan, mengoptimalkan rute, dan meningkatkan efisiensi operasional. Hal ini sangat berguna dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi transportasi.

(d) *Pemantauan bencana alam, hewan liar, lingkungan, dan kebakaran hutan*. SNS dapat digunakan untuk memantau pergerakan lempeng tektonik dan potensi bencana alam seperti gempa bumi dan letusan gunung berapi. Hal ini sangat berguna dalam meningkatkan kesadaran dan siaga terhadap bencana alam. SNS digunakan dalam penelitian hewan liar untuk memantau pergerakan dan aktivitas hewan. Hal ini sangat berguna dalam meningkatkan pengetahuan dan konservasi hewan liar.

Tak hanya itu, SNS juga digunakan dalam penelitian lingkungan untuk memantau perubahan dalam vegetasi, pola cuaca, dan perubahan iklim. Hal ini sangat berguna dalam meningkatkan pengetahuan dan konservasi lingkungan. SNS pun dapat digunakan untuk memantau kebakaran hutan dengan menggunakan sensor VIIRS dan MODIS pada satelit polar. Hal ini sangat berguna dalam meningkatkan kesadaran dan siaga terhadap kebakaran hutan [10].

(e) *Militer*. Dalam bidang militer SNS juga sangat dibutuhkan karena SNS adalah sebagai salah satu bentuk pertahanan. Misalnya, suatu negara menggunakan SNS untuk pemantauan wilayah musuh. Menurut Saraswati et al. [11], SNS juga dapat digunakan untuk mengirim data dan informasi terkait musuh yang terpantau di udara.

Kesimpulan

Sistem navigasi dalam satelit, seperti GPS, menggunakan sinyal radio untuk menentukan lokasi di permukaan bumi. GPS, dikembangkan oleh Departemen Pertahanan AS, terdiri dari tiga bagian utama: kontrol, angkasa, dan pengguna. Satelit GPS mengirim sinyal yang digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan, arah, dan waktu. GPS memiliki manfaat luas, termasuk dalam navigasi kapal, pelacakan objek, dan pengelolaan rantai pasokan pertanian hingga militer. Di sisi lain, diharapkan setiap negara terus berkolaborasi dalam pengembangan teknologi dan standar operasional yang lebih efisien. Langkah ini akan meningkatkan akurasi dan keandalan layanan navigasi global, serta mengurangi ketergantungan pada satu sistem tunggal. Selain itu, investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi navigasi satelit, serta pelatihan bagi tenaga ahli, perlu ditingkatkan untuk memastikan sistem ini dapat terus beradaptasi dengan kebutuhan masa depan.

Daftar Pustaka

- [1] Rahman, A., & Triharjanto, R. H. 2013. *Pengembangan Teknologi Satelit di Indonesia: Sistem, Subsystem, dan Misi Operasi*. IPB Press.
- [2] Hidayat, A. 2019. *Misteri Satelit di Luar Angkasa*. CV. Kaaffah Learning Center.
- [3] Yusuf, D. 2017. *Penginderaan Jauh*. Universitas Negeri Gorontalo.
- [4] Maini, A. K., & Agrawal, V. 2015. *Satellite Technology Principles and Applications*. Thomson Digital.
- [5] Octavia, R., & Fuad, Y. 2017. Analisis Kestabilan Sistem Dinamik Satelit Pengamat Bumi. *Jurnal Ilmiah Matematika*, 3(6), 158–165.
- [6] Hanafi, I. H. 2011. Aktifitas Penginderaan Jauh Melalui Satelit Di Indonesia Dan Pengaturannya Dalam Hukum Ruang Angkasa. *Sasi*, 17(2), 73. <https://doi.org/10.47268/sasi.v17i2.355>

- [7] Hidayat, R. S. H. 2010. Pemetaan Wilayah Dan Pengambilan Data Satelit Sumber Alam Bumi Dari Satelit Ditinjau Dari Hukum Dirgantara. *Jurnal Analisis Dan Informasi Kedirgantaraan*, 30–42.
http://103.16.223.27/index.php/jurnal_ansis/article/view/515
- [8] Pertiwi, R. D., Marisa, T., Firmansyah, W., Handayani, K. N., & Rusdiyana, E. 2023. Komparasi Peta Citra Satelit dengan Hasil Pemetaan Desa Gendayakan melalui Program Data Desa Presisi. *Warta LPM*, 26(1), 40–50.
<https://doi.org/10.23917/warta.v26i1.1276>
- [9] Khomsin, Anjasmara, I. M., & Ristanto, W. 2020. Analisis Perbandingan Ketelitian Posisi Hasil Pengukuran Gnss Dari Kombinasi Satelit Gps, Glonass, Dan Beidou. *Geoid*, 15(1), 97.
<https://doi.org/10.12962/j24423998.v15i1.3913>
- [10] Suwargana, N. 2013. Temporal Dan Spektral Pada Citra Satelit Landsat, Spot Dan Ikonos. *Jurnal Ilmiah Widya*, 1(2), 167–174.
- [11] Saraswati, P., Mardijah, & Kamiran. 2017. Analisis dan Kontrol Optimal Sistem Gerak Satelit Menggunakan Prinsip Minimum Pontryagin. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 6(2), 45–50.
- [12] Bhaskara, W. W., Sulaiman, M. A., & Eriyandi. 2024. Analisis Penggunaan Teknologi Multi-Constellation GNSS dalam Sistem Navigasi Udara. *Jurnal Manajemen Dirgantara*, 17(1), 29–37.