

Analisis Studi IRNSS (*Indian Regional Navigation Satellite System*), Sebagai Referensi Pengembangan RNSS Di Indonesia

Rudi Gultom¹, Aris Poniman¹, Syachrul Arief^{1,2}

¹Universitas Pertahanan Republik Indonesia

²Badan Informasi Geospasial

Penulis Korespondensi: Syachrul Arief

Email: syachrul.arief@big.go.id

Abstrak — Regional navigasi satelit sistem (RNSS) adalah suatu sistem navigasi yang daya jangkauannya bersifat regional. Pemanfaatannya semakin hari semakin banyak orang menggunakan bahkan berbagai bidang hampir semuanya membutuhkan informasi navigasi. Penelitian ini mencoba mengeksplorasi sistem navigasi pada negara India yang skala jangkauannya regional. Metoda penelitian yang digunakan adalah metode penelitian studi literatur, literatur diperoleh dari berbagai referensi yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Hasil yang diperoleh, bahwa sejarah pembangunan RNSS India bukan dibuat dalam waktu yang singkat, namun diperlukan berbagai persiapan yang membutuhkan waktu tidak sebentar. Mulai dari kajian segmen IRNSS, baik segmen darat, segmen ruang angkasa dan segmen pengguna, dipersiapkan secara mendetil dan sebaik mungkin. Berikutnya sistem referensi juga menjadi perhatian, referensi yang menentukan tata koordinat untuk keperluan koreksi atau acuan dalam berbagai aplikasi RNSS. Berikutnya masalah konstelasi satelit, berdasar kebutuhan dan kondisi akan mempengaruhi berapa jumlah satelit yang diperlukan untuk dapat mencakup area se Indonesia. Oleh karena hal tersebut analisis studi ini menjadi suatu referensi dalam rangka membangun suatu sistem navigasi yang mandiri, terlebih lagi jika dikaitkan dengan kebutuhan pertahanan dan keamanan.

Kata Kunci: IRNSS, navigasi, satelit, Indonesia

PENDAHULUAN

Global Navigation Satellite System (GNSS) merupakan sistem penentuan posisi berbasis antariksa yang terdiri dari satu atau lebih konstelasi satelit dan infrastruktur augmentasi yang diperlukan untuk mendukung tujuan kegiatan berupa posisi, navigasi dan waktu dan tersedia selama 24 jam dimanapun pengguna berada di seluruh permukaan bumi (Hofmann dan Wellenhof, 2008). Saat ini pemanfaatan teknologi ini telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti transportasi, pemetaan, survei, pertambangan dan lain-lain. GNSS telah banyak diaplikasikan, terutama di Amerika Utara, Eropa, Australia

dan Jepang untuk aktivitas dan kegiatan yang khususnya memerlukan informasi mengenai posisi, navigasi dan waktu. Saat ini satelit navigasi juga mulai banyak digunakan di Asia, Amerika Latin dan Afrika, termasuk juga di Indonesia (Abidin, 2007). Kolaborasi multi konstelasi GNSS/RNSS juga berkembang (Rizos, C., 2008). Sudah saatnya Indonesia memanfaatkan kesempatan ini untuk mengembangkan RNSS untuk tujuan militer dan non militer, mengingat perkembangan geostrategis dan geopolitik saat ini dan yang akan datang. Penggunaan GNSS untuk penentuan posisi, survei, dan pemetaan

di Indonesia dimulai sekitar akhir tahun 1988. Setelah itu, penggunaan GNSS mulai berkembang meliputi berbagai bidang seperti pemantauan deformasi, studi geodinamika bumi, administrasi tanah, serta bidang transportasi (Abidin et al., 2012). Selain itu GNSS juga dapat digunakan untuk berbagai bidang seperti pertanian diantaranya untuk navigasi kendaraan pertanian, pemetaan kawasan dan lahan pertanian (Abidin, 2007). Untuk beberapa keperluan yang membutuhkan ketelitian yang tinggi, dibutuhkan stasiun referensi tambahan, sehingga performance satelit navigasi dapat ditingkatkan. Beberapa lembaga pemerintah yang telah membangun stasiun referensi, antara lain Badan Informasi Geospasial (BIG), Badan Pertanahan Nasional (BPN), Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) dan Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Pemanfaatan GNSS yang semakin meningkat serta pembangunan jaringan stasiun GNSS di Indonesia yang dibangun oleh

berbagai lembaga pemerintah, Perguruan tinggi/universitas dan swasta yang terus berkembang memiliki kesempatan yang sangat besar untuk mencakup seluruh area di Indonesia dan meningkatkan perekonomian bangsa. Perkembangan tersebut tentu harus menjadi perhatian bagi pemerintah dalam membuat sebuah kebijakan terkait GNSS, yang digunakan sebagai landasan resmi penyelenggaraan teknologi GNSS agar lebih optimal. Beberapa negara di dunia juga telah banyak memanfaatkan teknologi GNSS yang sifatnya global maupun RNSS yang jangkauannya regional untuk berbagai keperluan, dan telah berdampak signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi dan pertahanan negara tersebut. Oleh karena itu dalam penelitian ini mengkaji salah satu negara yang mempunyai sistem RNSS yaitu negara India sebagai referensi untuk kepentingan pertahanan, dengan harapan menjadi dokumen secara konseptual RNSS yang ideal untuk pertahanan di Indonesia.

1. Metode Penelitian

Metode dalam penelitian ini menggunakan pendekatan dengan studi literatur. Studi Literatur adalah cara untuk menyelesaikan persoalan dengan menelusuri sumber-sumber tulisan yang pernah dibuat sebelumnya. Dengan kata lain, istilah Studi Literatur ini juga sangat familiar dengan sebutan studi pustaka. Sumber-sumber yang diteliti pun tidak sembarangan. Sebab tidak semua hasil penelitian bisa dijadikan acuan. Beberapa yang umum dan layak digunakan adalah buku-buku karya pengarang terpercaya, jurnal-jurnal ilmiah terakreditasi, dan hasil-hasil penelitian mahasiswa dalam berbagai bentuk misalnya skripsi, tesis, disertasi, laporan praktikum, dan sebagainya.

Teori-teori yang mendasari masalah dan bidang yang akan diteliti dapat ditemukan dengan melakukan studi kepustakaan. Selain itu dalam penelitian studi Pustaka dapat diperoleh informasi tentang penelitian-penelitian sejenis atau yang ada kaitannya dengan penelitiannya. Dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dengan melakukan studi kepustakaan, bisa memanfaatkan semua informasi dan pemikiran-pemikiran yang relevan dengan penelitiannya.

1.1. Metode Penelitian Studi Literatur

Metode penelitian studi literatur membolehkan kita mencari referensi penelitian lain dari berbagai sumber terpercaya. Ada beberapa metode yang dapat dilakukan untuk melakukan Studi Literatur, diantaranya seperti:

a. Pencarian kata kunci

Cari kata kunci yang relevan dalam katalog, indeks, mesin pencari, dan sumber teks lengkap. Ini berguna baik untuk mempersempit pencarian ke judul subjek tertentu dan untuk menemukan sumber yang tidak ditangkap di bawah judul subjek yang relevan. Untuk mencari basis data secara efektif, mulailah dengan pencarian Kata Kunci, temukan catatan yang relevan, dan kemudian temukan Judul Subjek yang relevan. Di mesin pencari, sertakan banyak kata kunci untuk mempersempit pencarian dan hati-hati mengevaluasi apa yang kamu temukan.

b. Pencarian subjek

Judul Subjek (kadang-kadang disebut Penjelas) adalah istilah atau frasa khusus yang digunakan secara konsisten oleh indeks online atau cetak untuk menggambarkan tentang buku atau artikel jurnal. Ini berlaku untuk Katalog perpustakaan serta banyak basis data perpustakaan lainnya.

c. Cari buku dan artikel ilmiah terkini

Dalam katalog dan basis data, urutkan berdasarkan tanggal terbaru dan cari buku-buku dari majalah ilmiah dan artikel dari jurnal ilmiah. Semakin baru sumbernya, semakin banyak referensi dan kutipan terbaru.

d. Pencarian kutipan dalam sumber-sumber ilmiah

Lacak referensi, catatan kaki, catatan akhir, kutipan, dll dalam bacaan yang relevan. Cari buku atau jurnal tertentu di Katalog perpustakaan. Teknik ini membantu kamu menjadi bagian dari percakapan ilmiah tentang topik tertentu.

e. Pencarian melalui bibliografi yang diterbitkan (termasuk set catatan kaki dalam dokumen subjek yang relevan)

Daftar pustaka yang diterbitkan tentang subjek-subjek tertentu sering kali mencantumkan sumber yang terlewatkan melalui jenis pencarian lainnya. Bibliografi adalah judul subjek dalam Katalog, jadi pencarian yang dipandu dengan Bibliografi sebagai subjek dan topik Anda sebagai kata kunci akan membantu Anda menemukannya.

f. Mencari melalui sumber orang (baik melalui kontak verbal, email, dan lain-lain). Tidak hanya melalui buku dan internet, kamu bisa mencari sumber studi literatur dari orang lain. Orang-orang tersebut misalnya profesor atau pustakawan dengan pengetahuan yang relevan.

g. Penjelajahan sistematis, terutamanya sumber teks lengkap yang diatur dalam pengelompokan subjek yang dapat diprediksi. Perpustakaan mengatur buku berdasarkan subjek, dengan buku-buku serupa disimpan bersama. Menjelajahi tumpukan adalah cara yang baik untuk menemukan buku yang serupa; namun, di perpustakaan besar, beberapa buku tidak berada di tumpukan utama, jadi katalog buku bisa digunakan juga.

1.2. Teknik Pengumpulan Data Studi Literatur

Dalam proses pengumpulan data studi literatur dibutuhkan 3 proses penting, yaitu:

Editing: pemeriksaan kembali data yang diperoleh terutama dari segi kelengkapan, kejelasan makna dan keselarasan makna antara yang satu dengan yang lain;

Organizing: mengorganisir data yang diperoleh dengan kerangka yang sudah diperlukan;

Finding: melakukan analisis lanjutan terhadap hasil pengorganisasian data dengan menggunakan kaidah-kaidah, teori dan metode yang telah ditentukan sehingga ditemukan kesimpulan yang merupakan hasil jawaban dari rumusan masalah. Untuk

memperoleh kredibilitas yang tinggi, dokumen/ naskah-naskah itu harus otentik. Setidaknya harus memenuhi syarat berikut ini:

- Pengumpulan data dilakukan dengan tanpa mengganggu objek atau suasana penelitian.
- Pengumpulan data didukung dengan pendokumentasian, diantaranya melalui: foto, video, USB, dsb. Dokumentasi ini akan berguna untuk mengecek data yang telah terkumpul.
- Pengumpulan data dilakukan secara bertahap dan sebanyak mungkin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

2.1. Sejarah IRNSS

Selama Perang Kargil pada tahun 1999, pasukan India mengandalkan data GPS sebagai aplikasi pelacakan dan penentuan waktu zona perang. Pemosisian yang akurat tidak memungkinkan karena selective availability (SA) satelit GPS yang ada. Hal ini dan gagasan bahwa GNSS milik asing akan ditolak secara lokal selama masa krisis mendorong pentingnya sistem navigasi berbasis satelit milik lokal. Aplikasi militer dan konsumen yang utamanya menggunakan navigasi berbasis GNSS dan informasi penentuan waktu akan mendapatkan suatu keuntungan secara signifikan dari sistem navigasi regional ini. Program Luar Angkasa India (Indian Space Program) direncanakan, dirancang, dan dikembangkan oleh Organisasi Penelitian Luar Angkasa India (Indian Space Research Organization/ISRO). Dari perspektif navigasi, sistem penguatan berbasis satelit; SBAS; sistem navigasi regional telah disiapkan oleh ISRO selama dekade terakhir. Hasilnya adalah sistem operasional GPS

Aided Geo Augmented Navigation (GAGAN) dan Sistem Navigasi Satelit Regional India (Indian Regional Navigation Satellite System); IRNSS;. Sistem Navigasi Satelit Regional India disetujui oleh Pemerintah India pada bulan Mei tahun 2006 dan direncanakan akan beroperasi penuh pada tahun 2016. Baru-baru ini, IRNSS telah berganti nama menjadi NAVIC (Navigation with Indian Constellation). Lihat Gambar 3.1 (Nair, G.M., 2006). NAVIC adalah sistem navigasi regional otonom yang dirancang untuk menyediakan layanan lokasi dan waktu nyata yang akurat di India dan hingga 1.500 km (930 mil) di seluruh negeri, yang ditetapkan sebagai area cakupan utama (ISRO, 2016). Tujuan utamanya adalah untuk memiliki akurasi posisi pengguna frekuensi ganda seluas 20 m (2σ) pada volume layanan utama. Area layanan yang diperluas terletak di antara area layanan utama dan area yang dikelilingi oleh persegi panjang dengan garis lintang 30 S. hingga 50 U. dan garis bujur 30 T. hingga 130 B., seperti yang ditunjukkan

pada Gambar 3.2. NAVIC, seperti sistem GNSS lainnya, bertujuan untuk mendukung aplikasi seperti: (ISRO, 2016b): Pelacakan Kendaraan Penanggulangan Bencana Darat, Udara, Laut dan Integrasi Manajemen Kendaraan dengan Ponsel Pemetaan Berwaktu Akurat dan Pengumpulan Data Geografis Visual dan navigasi suara untuk bantuan navigasi darat pendaki dan pengemudi wisatawan. Arsitektur sistem NAVIC terdiri dari tiga

komponen: ruang, kontrol, dan segmen pengguna. Segmen ruang angkasa, seperti GNSS lainnya, terdiri dari satelit navigasi. Pemeliharaan dan layanan segmen ruang angkasa dilakukan oleh segmen kontrol. Sinyal dari satelit diperoleh, dilacak, dan diproses oleh penerima untuk memberikan solusi navigasi segmen pengguna (Gowrisankar D. and Kibe S.V, 2016)

2.2. Segmen IRNSS

2.2.1 Segmen darat

Segmen darat IRNSS bertanggung jawab atas pemeliharaan dan pengoperasian konstelasi. Hal ini termasuk pembuatan dan transmisi parameter navigasi, kontrol satelit, jangkauan, dan pemantauan integritas serta penentuan waktu. Segmen darat meliputi: (ISRO, 2016b):

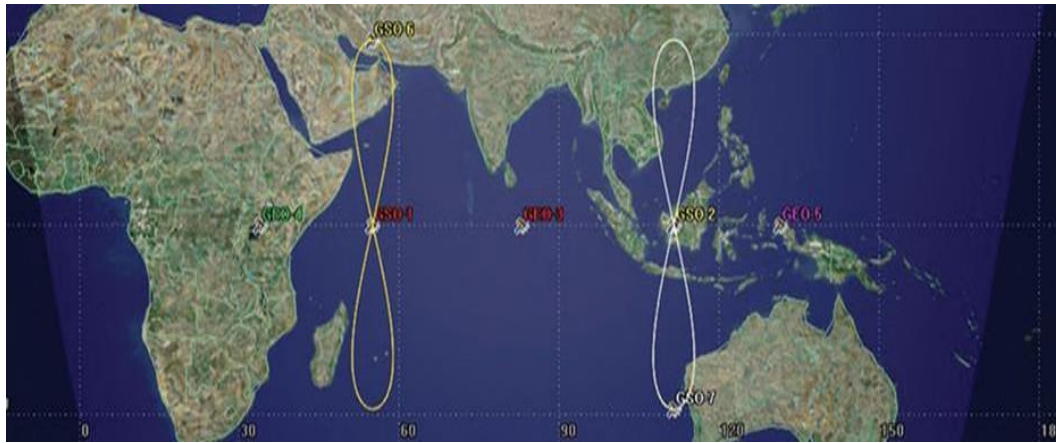
- IRNSS Range and Integrity Monitoring Stations (IRIMSs)
- ISRO Navigation Centre (INC)
- IRNSS TTC and Unlinking Station (IRTTC)
- IRNSS Spacecraft Control Facility (IRSCF)

- IRNSS Network Timing Centre (IRNWT)
- IRNSS CDMA Ranging Station (IRCDR)
- Laser Ranging Stations (ILRSs)
- Data Communication Network (IRDCN) 17 situs IRIMS tersebar di seluruh negeri, berperan dalam menentukan orbit dan memodelkan ionosfer (ISRO, 2016a). Empat stasiun jangkauan yang dipisahkan oleh garis lebar dan panjang menentukan jangkauan CDMA dua arah (Ganeshan, A.S, 2012).

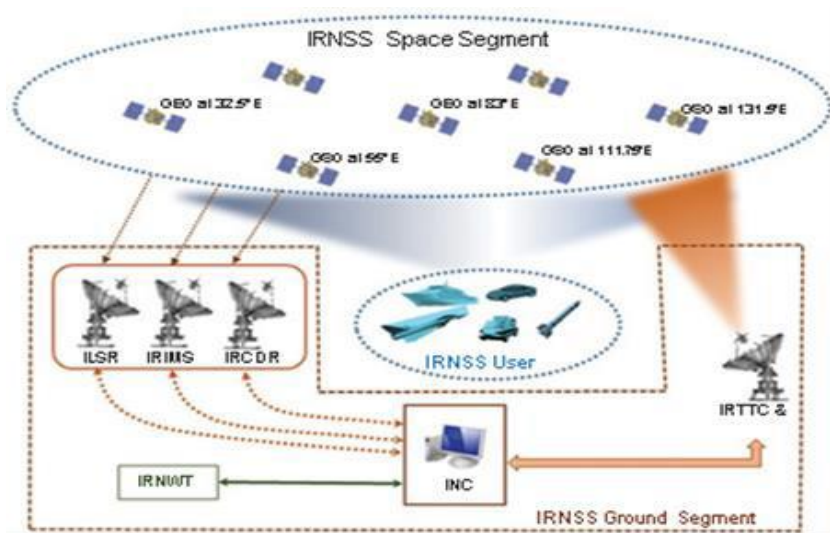
2.2.2 Segmen ruang angkasa

Segmen ruang angkasa NAVIC terdiri dari tujuh satelit dalam konfigurasi penuhnya, dengan tiga satelit di orbit geostasioner dan empat di orbit geosinkron. Saat ini, tujuh satelit telah dikerahkan dan sedang dalam tahap akhir pengujian. Selain itu, ada proposal untuk memperluas NAVIC ke konstelasi 11-satelit (The Indian Express, 2017) untuk meningkatkan ketersediaan dan akurasi navigasi dalam volume layanan utama

(ISRO, 2016c). Satelit pertama yang akan dikembangkan (IRNSS -1A) diluncurkan pada 1 Juli 2013 dari landasan peluncuran pertama (first launch pad/FLP) Satish Dhawan Space Center (SDSC) Sriharikota ke Indian Polar Satellite Launcher (PSLV - C22) (ISRO, 2013) dan diluncurkan. PSLV versi "XL" digunakan. Ini adalah roket yang sama yang digunakan dalam misi Chandrayaan-1 di India. Satelit IRNSS kedua diluncurkan pada 4 April 2014.



Gambar 3.1 pusat satelit NAVIC. Sumber: https://www.isro.gov.in/sites/default/files/article-files/node/4470/banner_1.jpg.



Gambar 3.2 Arsitektur sistem NAVIC.

PSLV-C24 (ISRO, 2014a). Baik IRNSS -1A maupun IRNSS -1B (ditunjukkan pada Gambar 3.3) diluncurkan ke orbit geosinkron. Satelit ketiga (IRNSS-1C) diluncurkan oleh PSLV-C26 pada tanggal 15 Oktober tahun yang sama dan ditempatkan di orbit geosinkron (ISRO, 2014b). Setelahnya, satelit keempat (IRNSS -1D) berhasil diluncurkan pada 28 Maret 2015 (ISRO 2016d). Satelit keempat ditempatkan di orbit geosinkron. Tiga satelit terakhir (IRNSS 1E, 1F, dan 1G) diluncurkan pada tahun 2016 untuk melengkapi konstelasi tujuh satelit (ISRO, 2016e; ISRO, 2016f dan. ISRO, 2016g). Rinciannya dirangkum dalam Tabel 1. Fitur

husus satelit NAVIC termasuk dua panel surya yang terdiri dari sel surya ultra triple junction yang menghasilkan daya sekitar 1.660 W serta sensor matahari dan bintang dengan giroskop yang memberikan referensi arah ke satelit. Sudah termasuk. Skema kontrol termal yang dirancang khusus diimplementasikan pada elemen penting seperti jam atom. Sistem penggeraknya terdiri dari liquid apogee motor (LAM) dan pendorong (Directory "IRNSS", 2016 dan Ganeshan, A.S., et al, 2015).

Gambaran Muatan NAVIC. Ketujuh satelit NAVIC dilengkapi dengan navigasi dan payload range. Payload navigasi membawa

sinyal yang mendukung penggunaan ganda, yaitu layanan pemosisian standar untuk penggunaan sipil (SPS) dan layanan terbatas untuk penggunaan militer (RS). Payload juga beroperasi pada pita L5 (1176,42 MHz) dan S (2492,028 MHz). Beberapa jam atom rubidium yang sangat akurat merupakan bagian dari payload navigasi satelit. Payload range-nya adalah transponder pita C (uplink:

6.700 -6.725 MHz, polarisasi melingkar searah jarum jam (RHCP), downlink 3.400-3.425 MHz) yang dapat secara akurat menentukan jarak ke satelit menggunakan retroreflector sudut kubus, LHCP). Untuk pengukuran jarak laser. Gambar 3.4 menunjukkan tampilan yang diperbesar dari pesawat ruang angkasa NAVIC (Directory“IRNSS”, 2016).

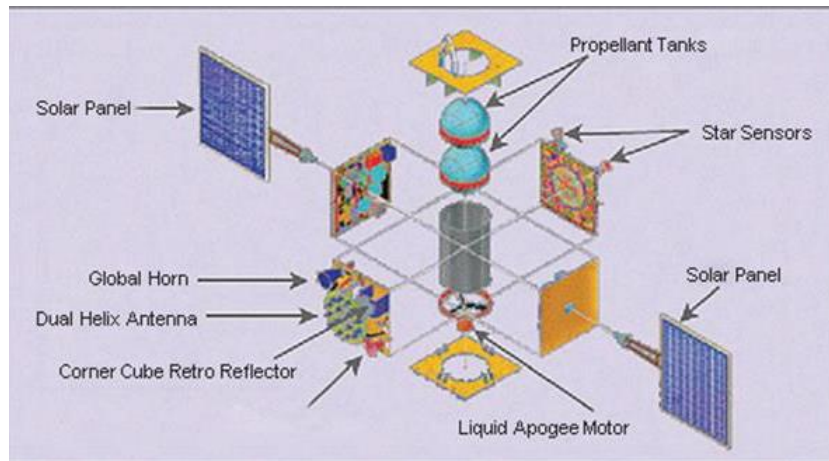


Gambar 3.3 Satelit IRNSS1B pada landasan peluncuran (ISRO2014c dan ISRO, 2014d).

Sumber: <http://www.isro.gov.in/irnss-programme/pslv-c22-irnss-1a-gallery>

Tabel 1 Rincian tanggal peluncuran satelit NAVIC

Satellite	Launch vehicle	Launch date	Orbit
IRNSS-1A	PSLV-C22	1 July 2013	Geosynchronous (55 E longitude, 29 elevation)
IRNSS-1B	PSLV-C24	4 April 2014	Geosynchronous (55 E longitude, 29 elevation)
IRNSS-1C	PSLV-C26	15 October 2014	Geostationary (83 E longitude)
IRNSS-1D	PSLV-C27	28 March 2015	Geosynchronous (111.75 E longitude, 30.5 elevation)
IRNSS-1E	PSLV-C31	20 January 2016	Geosynchronous (111.75 E longitude, 28.1 elevation)
IRNSS-1F	PSLV-C32	10 March 2016	Geostationary (32.5 E longitude)
IRNSS-1G	PSLV-C33	28 April 2016	Geostationary (131.5 E longitude)



Gambar 3.4 Komponen pesawat ruang angkasa IRNSS

2.2.3 Segmen pengguna

Segmen pengguna utamanya terdiri dari:

Penerima IRNSS frekuensi tunggal yang mampu memproses sinyal SPS pada frekuensi pita L5 atau S. Penerima IRNSS frekuensi ganda yang mampu menerima frekuensi pita L5 dan S. Penerima GNSS multikonstelasi yang

kompatibel dengan IRNSS dan konstelasi GNSS lainnya IRNSS multi konstelasi (frekuensi ganda) + GPS + SBAS yang dikembangkan oleh Accord Software dan Systems Pvt sebagai contoh. Ltd., Bangalore, India,



Gambar 3.5. Penerima Pengguna IRNSS

2.3. Sistem Referensi IRNSS

2.3.1. Referensi Geodesi IRNSS

IRNSS menggunakan sistem koordinat WGS-84 untuk menghitung solusi navigasi.

2.3.2. Referensi waktu IRNSS

Waktu sistem IRNSS dinyatakan sebagai nomor minggu (week number/WN) dan hitungan waktu (TOWC), sama seperti konstelasi global lainnya. Setiap subrangka data navigasi memiliki panjang 12 detik, jadi kalikan TOWC dengan 12 untuk mendapatkan waktu (TOW) dalam detik. Awal waktu sistem IRNSS adalah 00:00 UT pada tanggal 22 Agustus 1999 (tengah malam dari tanggal 21 hingga 22 Agustus). Pada waktu awal, waktu sistem IRNSS adalah 13 detik lebih cepat dari UTC. Selanjutnya, koreksi UTC untuk waktu sistem IRNSS diterapkan sesuai dengan waktu sistem GPS. Waktu yang ditandai dengan TOWC dan WN dalam pesan navigasi diukur relatif terhadap tepi terdepan chip pertama dalam urutan chord pertama dari simbol subrangka pertama. Waktu untuk mengirim

pesan navigasi yang disediakan oleh TOWC disinkronkan dengan waktu sistem IRNSS (ISRO, 2017). Waktu sistem IRNSS dikelola oleh stasiun bumi INC. Hal ini ditentukan oleh ansembl jam standar atom maser cesium dan hidrogen stasiun bumi INC. Seperti UTC, waktu sistem IRNSS adalah waktu rata-rata tertimbang, tetapi ada dua perbedaan penting. Waktu dihitung secara nyata dan berlanjut tanpa detik kabisat. Satelit IRNSS membawa standar frekuensi atom rubidium yang dipantau dan dikendalikan oleh stasiun bumi INC. Penyimpangan antara waktu sistem IRNSS dan jam satelit dimodelkan. Penyimpangan ini adalah fungsi kuadrat dari waktu. Parameter model ini dihitung dan dikirim sebagai bagian dari pesan navigasi siaran IRNSS (Majithiya, P et al, 2011).

2.4. Konstelasi satelit IRNSS

Perhatian utama desain konstelasi satelit adalah ketersediaan satelit dalam volume layanan dan dampak bentuk satelit terhadap akurasi navigasi. Geometrinya diukur dengan parameter Position Dilution of Precision (PDOP). Karena IRNSS adalah sistem navigasi regional, visibilitas semua satelit dalam area cakupan utama harus dipastikan. Konstelasi satelit dengan satelit geostasioner dirancang sesuai dengan persyaratan utama untuk ketersediaan dan akurasi navigasi setinggi mungkin. Pertimbangan desain lainnya adalah observabilitas sejalar dari semua satelit ke stasiun bumi. Orbit geosinkron dan desain konstelasi orbit geostasioner membuka jalan bagi semua satelit untuk selalu menyediakan observabilitas garis penglihatan berkelanjutan. Hal ini menjamin paman tauan area dan integritas yang konstan. Tabel 2 merangkum parameter konstelasi nominal.

Segmen ruang angkasa secara luas dapat dikategorikan berdasarkan kontribusinya sebagai sistem atau subsistem. Karakteristik tingkat sistem meliputi ketersediaan, akurasi, keandalan, dan integritas. Namun, segmen subsistem terutama berfokus pada fitur khusus satelit, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.4. Berdasarkan literatur terbuka tentang IRNSS, parameter ketersediaan dan subsistem dijelaskan dalam prasyarat yang diperlukan. Dari berbagai parameter desain, ketersediaan adalah persyaratan utama GNSS dan bahkan lebih penting dalam sistem navigasi regional. Evaluasi awal karakteristik sinyal, ketersediaan yang berdiri sendiri, dan akurasi yang dapat dicapai sangat penting ketika mengumumkan konstelasi baru.

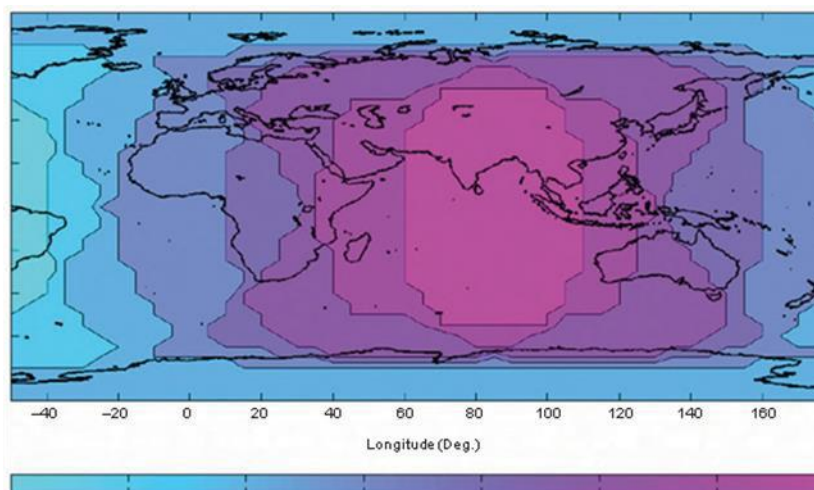
Tabel 2. Ringkasan karakteristik konstelasi nominal

Table 2. Summary of nominal constellation characteristics

Total number of satellites	7 (will be extended to 11)
Orbital Altitude(km)	35000
Number of orbital planes	Geostationary orbit (GEO) and 2 geosynchronous orbit (GSO) planes
Number of satellites per plane	2 satellites each in GSO planes and 3 satellites in GEO plane
Inclination (°)	5° (for GEO satellites) 29 (for GSOsatellites)

Ketersediaan didefinisikan sebagai lamanya suatu sistem tersedia atau kemampuan sistem untuk memberi kan solusi di suatu wilayah tertentu. Karena IRNSS adalah sistem regional, ketersediaan perlu diopti malkan secara signifikan dari perspektif operasional. Ketersediaan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.6, menjamin visibilitas pengguna dari ketujuh satelit negara India (Guru Rao, V, et.al, 2011 and Guru Rao, V, 2012). Dalam

kasus IRNSS, satelit dalam orbit geosin kron selalu terlihat oleh pengguna India ketika cuaca bagus. Keuntungan satelit geostasioner adalah area cakupan sinyal yang lebih luas dicapai dengan jumlah satelit sedikit. Namun, untuk memperkirakan ketersediaan total satelit, perlu untuk memperkirakan visibilitas satelit dari orbit geostasioner ke... Analisis statistik rinci keandalan konstelasi IRNSS ditunjukkan pada (Guru Rao, V, et.al, 2011).



Gambar 3.6 Ketersediaan satelit IRNSS di Indian subcontinent.

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, ada beberapa catatan yang menjadi kesimpulan dalam rangka menyiapkan secara mendasar pembangunan RNSS di Indonesia yang jangkauannya regional. Pertama, terkait dengan segmen RNSS, segmen yang sangat mungkin untuk dilakukan identifikasi terlebih dahulu adalah segmen yang ada di darat. Setelah melakukan identifikasi tahap berikutnya adalah bagaimana bisa mengakses jika sudah ada atau membangun ranangan secara

teknis. Kedua, mengenai sistem referensi perlu ditindak lanjuti kepada instansi yang mengelola dan mengatur referensi nasional yaitu Badan Informasi Geospasial (BIG) Ketiga, untuk konstelasi perlu melibatkan instansi yang mempunyai otoritas terkait slot orbit dalam ruang angkasa seperti Kementerian Komunikasi dan Informasi serta BRIN cq. Organisasi Riset Penerbangan dan Antariksa yang dulunya bernama LAPAN.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, H.Z., Tony S. Haroen., Imam Mudita., and Farid H. Adiyanto., 2012, *Implementation of GPS CORS for Cadastral Survei and Mapping in Indonesia: Status, Constraints dan Opportunities*, FIG Working Week Proceedings, TS06E - GNSS Infra stucture and Applications II, Italy, 6-10 May.
- Abidin, Hasanuddin Z. (2007). "Penentuan Posisi Dengan Mengguna kan GPS dan Aplikasinya PT Pradyan Paramita", Bandung
- Directory "IRNSS (Indian Regional Navigational Satellite System)," [Online]. Available:<https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/i/irNSS>.
- Ganeshan, A.S., "Overview of GNSS and Indian navigation program," ISRO Satellite Centre, Bangalore, 2012.
- Ganeshan, A.S., Ratnakara, S.C., Srinivasan, N., Raja Ram, B., Tirmal, N., and Anbalagan, K., "Successful Proof-of Concept Demnostration First Position Fix with IRNSS," *Inside GNSS*, pp. 49-52, July/August 2015.
- Gowrisankar D. and Kibe S.V. "India's Satellite Navigation Programme," 10 December 2008. [Online]. Available: http://www.space.mict.go.th/activity/doc/aprsaf15_17.
- Guru Rao, V., Lachapelle, G., and Bellad, S.V., "Analysis of IRNSS over Indian Subcontinent," in ION ITM 2011, San Diego, CA, 2011.
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H. and Wasse, E. (2008) *GNSS Global Navigation Satellite Systems; GPS, Glonass, Galileo & More*. Springer, Wien, New York, 501.
- ISRO (2013) "Brochure of PSLV-C22/ IRNSS-1A,". [Online]. Available: <http://www.isro.gov.in/sites/default/files/pdf/pslv-brochures/PSLVC22.pdf>.
- ISRO (2014)a "Brochure of PSLV-C24/IRNSS-1B,". [Online]. Available: <http://www.isro.gov.in/sites/default/files/pslv24-brochure.pdf>.
- ISRO (2014)b "Brochure of PSLC-C26/ IRNSS-1C,". [Online]. Available: <http://www.isro.gov.in/sites/default/files/pdf/pslv-brochures/PSLV-C26%20IRNSS-1C%20Mission.pdf>.
- ISRO (2014)c, "PSLV-C22/IRNSS-1A Gallery,"[Online]. Available: <http://www.isro.gov.in/sites/default/files/galleries/PSLV-%20C22%20Gallery/sat3.jpg>.
- ISRO (2014)d "PSLV-C24/IRNSS-1B Gallery," [Online]. Available: <http://www.isro.gov.in/sites/default/files/PSLV-C24%20Gallery/pslv-c24-13.jpg>.

- ISRO (2016)b “IRNSS—Indian Regional Navigation Satellite System,”. [Online]. Available: <http://www.sac.gov.in/navigation/irnss.jsp>.
- ISRO (2016)c. Organization, “Indian Regional Navigation Satellite System (IRNSS): NavIC,”. [Online]. Available: <http://www.isro.gov.in/irnss-programme>.
- ISRO (2016)d “Brochure of PSLV-C27/IRNSS-1D,”. [Online]. Available: www.isro.gov.in/irnss-programme/pslv-c27-irnss-1d-brochure.
- ISRO (2016)e “Brochure of PSLV-C31/IRNSS-1E,”. [Online]. Available: www.isro.gov.in/irnss-programme/pslv-c31-irnss-1e-brochure.
- ISRO (2016)f “Brochure of PSLV-C32/IRNSS-1F,”. [Online]. Available: http://www.isro.gov.in/sites/default/files/pslv_c32_final.pdf.
- ISRO (2016)g “Brochure of PSLV-C33/IRNSS-1G,”. [Online]. Available: www.isro.gov.in/irnss-programme/pslv-c33-irnss-1g-brochure.
- ISRO (2017) Satellite Centre “Indian Regional Navigation Satellite System Signal In Space ICD for Standar Positioning Service,” Indian Space Research Organization Bangalore India.
- ISRO. (2016)a “IRNSS-programme Towards-Self-RelianceNavigation-IRNSS,” [Online]. Available: <https://web.archive.org/web/20160310163951/http://www.isro.gov.in/irnssprogramme/towards-self-reliance-navigation-irnss>.
- Majithiya, P., Khatri, K., and Hota, J., “Indian Regional Navigation Satellite System - Correction Paramers and Timing Group Delays,” *Inside GNSS*, pp. 40-46, January/February 2011.
- Nair, G.M. (2006) “Satellites for Navigation,” Press Information Bureau of the Government of India, Bangalore.
- Rizos, C. (2008) Multi-constellation GNSS/RNSS from the perspective of high accuracy users in Australia, *Journal of Spatial Science*, 53:2, 29-63, DOI: 10.1080/14498596.2008.9635149
- The Indian Express, “Navigation Satellite Clocks Ticking, System To Be Expanded: ISRO,” 10 6 2017. [Online]. Available: <http://indianexpress.com/article/technology/science/navigation-satellite-clocks-ticking-system-to-beexpanded-says-isro-4697621/>