

KOMPARASI KELEMBAGAAN GNSS DI INDONESIA DAN AUSTRALIA

Abdullah Jamil

Pusat Pengkajian dan Informasi Kedirgantaraan,
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
E-mail : abdullah.jamil@lapan.go.id

ABSTRACT

The function of Global Navigation Satellite System (GNSS) is determine information about position, navigation and timing, and has been widely used in several countries. Australia is the one of countries that have increased economic benefits with the utilization of GNSS technology. In Indonesia, GNSS technology has been widely used by various government agencies for positioning, disaster mitigation, land use planning and space weather research. This study aims to find out the institutional implementation of GNSS in Australia, and compare with its application in Indonesia. The methodology that used in this study is descriptive which describes the institutional system of GNSS in Australia as well as compares between institutions in Indonesia and Australia. The results shows that Australia's space policy mandate to establish an institution as a coordinator and in charge of the GNSS infrastructure and services while in Indonesia, there is no institution has been appointed by the government to be responsible for the GNSS infrastructure and services.

Keywords : Space, Global Navigation Satellite System, Institutional.

ABSTRAK

Sistem Satelit Navigasi Global (GNSS) berfungsi untuk menentukan informasi mengenai posisi, navigasi dan waktu, dan telah banyak digunakan di beberapa negara. Salah satu negara yang telah meningkatkan keuntungan di bidang ekonomi dengan memanfaatkan teknologi GNSS ialah Australia. Di Indonesia teknologi GNSS telah banyak digunakan oleh berbagai lembaga pemerintah untuk penentuan posisi, mitigasi bencana, perencanaan pertanahan maupun penelitian cuaca antariksa. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui pelaksanaan kelembagaan GNSS di Australia dan dibandingkan dengan penerapannya di Indonesia. Metodologi yang digunakan dalam kajian ini adalah deskriptif yang menggambarkan sistem kelembagaan GNSS di Australia serta komparatif yang membandingkan antara kelembagaan di Indonesia dan Australia. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kebijakan pemanfaatan satelit Australia mengamankan untuk menetapkan salah satu lembaga sebagai koordinator dan penanggung jawab dalam infrastruktur dan layanan GNSS untuk meningkatkan pemanfaatan GNSS di negara tersebut. Sedangkan di Indonesia sampai dengan saat ini belum ada lembaga yang ditunjuk pemerintah untuk bertanggung jawab terhadap infrastruktur dan layanan GNSS.

Kata Kunci : Keantariksaan, Sistem Satelit Navigasi Global, Kelembagaan.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Undang-undang Republik Indonesia (RI) Nomor 21 tahun 2013 tentang keantariksaan telah menjadi landasan dan kepastian hukum penyelenggaraan keantariksaan di Indonesia. Penyelenggaraan keantariksaan dalam Undang-Undang tersebut mencakup setiap kegiatan eksplorasi dan pemanfaatan antariksa yang dilakukan, baik di dan dari bumi, ruang udara dan antariksa (Kementerian Sekretariat Negara, 2013). Salah satu bentuk penyelenggaraan keantariksaan adalah pengembangan dan pemanfaatan satelit navigasi atau yang sering dikenal sebagai GNSS (*Global Navigation Satellite System*). GNSS berfungsi untuk menentukan informasi mengenai posisi, navigasi dan waktu (PNT) berbasis satelit dan digunakan untuk berbagai keperluan seperti transportasi, pertambangan, pertanian, survei, dan meteorologi. 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).

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 dan rekreasi. BIG (Badan Informasi Geospasial) secara bertahap telah melakukan survei GNSS untuk memperbaiki dan mengembangkan jaring kontrol geodetik nasional di Indonesia dengan membangun stasiun bumi (CORS) di seluruh wilayah Indonesia. Selain BIG, BPN (Badan Pertanahan Nasional), LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) juga mengembangkan jaringan stasiun GNSS milik mereka sendiri. LIPI berkolaborasi dengan *California Institute of Technology* (Caltech) dan *Earth Observing Station of Singapore* (EOS) telah membangun jaringan CORS di Sumatera bernama SUGAR (*Sumatera GPS Array*) yang bertujuan untuk mempelajari potensi gempa di Pulau Sumatera. Selain lembaga pemerintah, terdapat beberapa perguruan tinggi yang telah membangun stasiun GNSS untuk mendukung penelitian ilmiah, seperti ITB (5 stasiun), UGM (2 stasiun) dan ITS (1 stasiun) sedangkan untuk sektor swasta tidak dapat diketahui (Abidin, dkk, 2012). LAPAN sudah membangun lima stasiun GNSS di seluruh Indonesia untuk memantau cuaca antariksa yang dikenal dengan GISTM (*GPS Ionospheric Scintillation and TEC Monitor*).

Penggunaan jaringan stasiun GNSS di Indonesia yang dibangun oleh berbagai lembaga pemerintah, Perguruan tinggi/universitas dan swasta terus berkembang dan memiliki kesempatan yang sangat besar untuk mencakup seluruh area di Indonesia (Azmi, 2012). Perkembangan tersebut tentu harus menjadi perhatian bagi pemerintah dalam membuat sebuah kebijakan untuk meningkatkan pemanfaatan stasiun tersebut serta sinergi antar berbagai lembaga agar tidak terjadi *overlap* pembangunan infrastruktur dan dapat memaksimalkan pemanfaatan stasiun GNSS.

Salah satu negara yang telah berhasil memaksimalkan penggunaan teknologi GNSS dalam berbagai sektor adalah Australia. Teknologi GNSS yang digunakan Australia telah banyak mendukung peningkatan produktivitas dalam berbagai bidang industri seperti transportasi, pertanian, pertambangan dan konstruksi. Dengan membangun banyak stasiun GNSS untuk meningkatkan *performance* satelit navigasi, Australia mendapatkan

keuntungan baik secara ekonomi maupun sosial. Pada tahun 2012, dengan penerapan sistem GBAS (*Ground Based Augmentation System*), Produk Domestik Bruto (PDB) Australia meningkat sekitar 3 Miliar Dollar, dan diperkirakan pada tahun 2020 peningkatan PDB Australia akan mencapai 14 Miliar Dollar (Allen, 2013).

Status Australia dan Indonesia saat ini hanya sebagai pengguna aplikasi, dan bukan sebagai pemilik (*provider*) satelit GNSS. Akan tetapi, dibandingkan dengan negara pemilik satelit navigasi seperti Amerika dan Eropa, secara geografis posisi Australia dan Indonesia yang berada di wilayah Asia Pasifik, sangat diuntungkan karena akan mampu “melihat” lebih dari 30 satelit dalam waktu yang sama yang dapat memperbaiki *performance* sinyal GNSS (Suhermanto, 2015). Kesamaan lain kedua negara adalah persebaran penduduk yang tidak merata di semua wilayah, jika di Indonesia penduduk lebih banyak terpusat di pulau Jawa, di Australia persebaran penduduk lebih banyak di wilayah pesisir bagian selatan.

1.2 Permasalahan

Dengan mengacu pada latar belakang di atas, maka yang menjadi permasalahan atau pertanyaan penelitian ialah bagaimana pelaksanaan kelembagaan GNSS di Australia dan perbandingan penerapan kelembagaan GNSS tersebut dengan Indonesia?

1.3 Tujuan

Dari permasalahan tersebut, maka kajian ini bertujuan untuk mengetahui pelaksanaan kelembagaan GNSS di Australia dan membandingkan penerapan kelembagaannya dengan di Indonesia.

1.4 Metodologi

Metode pengumpulan data pada kajian ini dilakukan melalui studi literatur baik media cetak seperti buku maupun dari internet untuk mendapatkan literatur terkait satelit navigasi (GNSS), pemanfaatannya serta kelembagaan GNSS di Australia dan Indonesia. Pengumpulan data dimulai dari mengidentifikasi pemanfaatan GNSS di Australia, kemudian kebijakan-kebijakan yang telah diambil Australia untuk mengoptimalkan pemanfaatan tersebut kemudian mengidentifikasi lembaga-lembaga yang terlibat dalam pemanfaatan dan kebijakan GNSS. Setelah itu, dilakukan studi literatur untuk mengidentifikasi lembaga-lembaga yang memanfaatkan GNSS di Indonesia. Sedangkan metode analisis dilakukan melalui pendekatan deskriptif komparatif, dengan menjabarkan kondisi kelembagaan GNSS di Australia dan Indonesia kemudian membandingkan antara keduanya.

2. GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM (GNSS)

2.1 Konstelasi GNSS

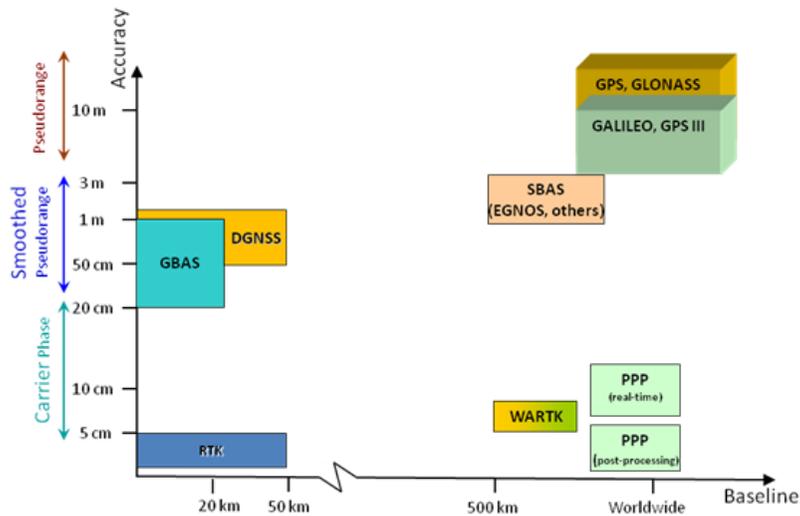
GNSS merupakan sistem penentuan posisi berbasis antariksa yang terdiri dari satu atau lebih konstelasi satelit dan infrastruktur augmentasi yang diperlukan untuk mendukung tujuan kegiatan berupa posisi, navigasi dan waktu dan tersedia selama 24 jam dimanapun pengguna berada diseluruh permukaan bumi (Wallenhof et al, 2008). Saat ini terdapat enam konstelasi satelit GNSS yaitu:

- a. Sistem satelit navigasi GPS (*Global Positioning System*) milik Amerika Serikat merupakan yang paling terkenal dan saat ini telah beroperasi penuh;
- b. GLONASS merupakan sistem satelit navigasi yang diluncurkan oleh Rusia yang dimulai pada tahun 1982 dan pada bulan Oktober 2011 telah beroperasi penuh pada skala global;
- c. Satelit navigasi GALILEO milik Eropa yang mulai dikembangkan sistem dan yang terakhir;
- d. Beidou milik Tiongkok. Selain itu, terdapat beberapa negara yang mengembangkan konstelasi yang bersifat regional;
- e. India dengan IRNSS (*Indian Regional Navigation Satellite System*); dan
- f. Jepang dengan QZSS (*Quasi-Zenith Satellite System*). Pada tahun 2020, direncanakan seluruh satelit navigasi ini akan beroperasi secara penuh (*Full Operational Capability* atau *FOC*).

Sinyal-sinyal yang ditransmisikan oleh satelit GNSS tersebut masih memiliki kesalahan dan tidak selalu sesuai dengan kenyataan yang ada. Sehingga harus dilakukan monitoring akurasi, ketersediaan, kontinuitas, dan integritas dari sinyal-sinyal tersebut menggunakan titik-titik referensi yang terdapat di permukaan bumi (Azmi, 2012).

2.2 Infrastruktur Augmentasi

Augmentasi dari sistem GNSS adalah sebuah metode untuk meningkatkan *performance* dari sistem navigasi seperti memperbaiki integritas, keberlangsungan, akurasi dan ketersediaan dengan penggunaan informasi eksternal yang disisipkan kedalam sistem GNSS untuk dikirimkan ke pengguna. Sistem augmentasi GNSS dibedakan kedalam dua bagian, yaitu sistem augmentasi yang berbasis satelit (*Satellite Based Augmentation system*) dan sistem augmentasi berbasis bumi (*Ground Based Augmentation system*). Dua hal yang menjadi fokus utama penggunaan sistem augmentasi ini yaitu integritas dan akurasi. Untuk meningkatkan akurasi, kombinasi infrastruktur augmentasi dengan metode penentuan posisi akan dapat menghasilkan akurasi yang sangat teliti (mencapai cm), metode-metode penentuan posisi itu antara lain *Differential GNSS* (DGNSS), *Real time kinematic* (RTK) maupun dengan metode *Precise Point Positioning* (PPP) yang membutuhkan lebih sedikit infrastruktur sistem Augmentasi. Selain itu, perhitungan informasi yang dihasilkan oleh infrastruktur augmentasi juga akan berbeda, misalnya jika data tersebut diterima pengguna secara *realtime* tanpa proses perhitungan di pusat pengolah data (GMV, 2011). Perbedaan akurasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 2-1.



Sumber: GMV, 2011

Gambar 2-1: Akurasi yang dapat dihasilkan sistem augmentasi

Infrastruktur augmentasi yang saat ini banyak digunakan ialah *Continuously Operating Reference Station (CORS)*. CORS adalah sebuah alat yang dapat menerima sinyal-sinyal GPS tanpa adanya gangguan. CORS harus dapat menyimpan data dan dalam keadaan tertentu melakukan pengolahan data dan kemudian mengirimkan data tersebut ke *rover* untuk kepentingan pengguna. Sistem CORS ini digunakan untuk berbagai macam aplikasi berbasis GNSS seperti *Network RTK*, *Differential GPS* maupun *post-processing positioning* (Azmi, 2012).

2.3 Metode Penentuan Posisi GNSS

Jaringan CORS dapat digunakan untuk berbagai macam metode penentuan posisi secara *real-time* maupun *post-processing*. Metode yang digunakan dalam penentuan posisi tersebut erat kaitannya dengan kebutuhan pada aplikasi penggunaan jaringan CORS. Adapun metode yang digunakan tersebut, antara lain:

- Sistem *Differential GPS (DGPS)* ialah suatu sistem penentuan posisi *real-time* secara diferensial menggunakan data pseudorange. Sistem ini umumnya digunakan untuk penentuan objek-objek yang bergerak. Stasiun referensi harus mengirimkan koreksi diferensial ke pengguna secara *real-time* menggunakan sistem komunikasi data tertentu. Ketelitian tipikal posisi yang diberikan oleh sistem DGPS adalah berkisar sekitar 1 sampai 3 m, sehingga umumnya sistem DGPS ini digunakan pada survei-survei kelautan (Abidin, 2007).
- Sistem RTK (*Real time kinematic*) ialah suatu sistem penentuan posisi *real time* secara diferensial menggunakan data fase. Dalam hubungannya untuk memberikan data *real time*, stasiun referensi harus mengirimkan data fase dan *pseudorange* kepada pengguna secara *realtime* menggunakan sistem komunikasi data. Stasiun referensi dan pengguna harus dilengkapi dengan suatu sistem pemancar dan penerima data yang dapat

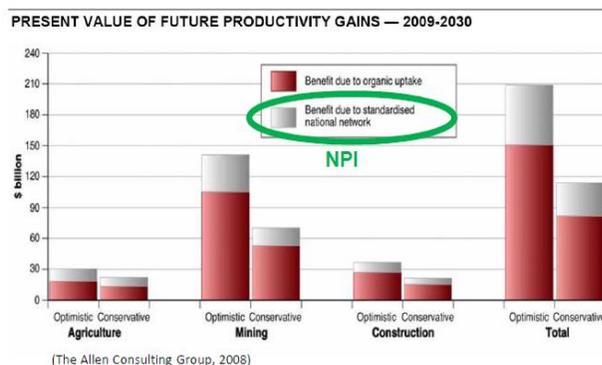
berfungsi dengan baik sehingga komunikasi data dapat berjalan dengan baik. Ketelitian posisi yang diberikan oleh sistem RTK sekitar 1-5 cm (Abidin, 2007).

- c. Metode lain ialah *post-processing*, hal yang paling utama dalam metode ini adalah *user* dapat men-*download* data pengamatan dari stasiun CORS dalam bentuk format *file* tertentu dan melakukan pengolahan data menggunakan *software* yang tersedia untuk masing-masing *user*. Metode *post-processing* ini digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan tingkat akurasi yang tinggi, karena pada metode ini, koordinat yang didapatkan akan lebih baik dibandingkan dengan metode penentuan posisi secara *real-time* (Azmi, 2012).

3. GNSS DI AUSTRALIA

3.1 Pemanfaatan GNSS

Australia merupakan salah satu Negara yang sukses mengadopsi teknologi GNSS untuk kemajuan ekonomi. Layanan augmentasi GNSS telah berdampak nyata terhadap keuntungan ekonomi dengan meningkatnya produktifitas industri dan efisiensi sumber daya. Pada tahun 2012 produk domestik bruto (PDB) Australia meningkat antara 2.3 – 3.7 Miliar Dolar lebih tinggi dengan penggunaan layanan augmentasi GNSS. Diperkirakan pada tahun 2020 peningkatan pendapatan Australia mencapai 13.7 Miliar Dolar. Beberapa sektor yang paling banyak menyumbang pendapatan negara dengan penggunaan layanan augmentasi GNSS adalah sektor pertanian, pertambangan, konstruksi, transportasi dan survei pemetaan (Allen, 2013). Grafik pendapatan tiap sektor ditunjukkan pada Gambar 3-1.



Sumber: Allen Consulting, 2013

Gambar 3-1: Keuntungan ekonomi pemanfaatan GNSS di Australia

Informasi Posisi, navigasi dan waktu (PNT) mendukung banyak aktifitas ekonomi modern termasuk pendidikan, penelitian, fungsi bisnis, layanan pemerintah, sistem transportasi, layanan berbasis lokasi, keamanan nasional, sistem keuangan dan sistem meteorologi. Wilayah Australia yang luas berdampak pada jumlah CORS yang besar untuk dapat mencakup seluruh wilayahnya (Hausler dan Collier, 2013). Pembangunan stasiun GNSS di Australia banyak dilakukan baik oleh pemerintah (pemerintah pusat dan negara bagian) maupun Industri. Masing-masih *provider* pada awalnya membangun

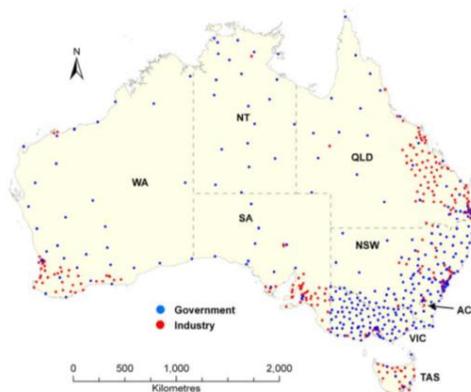
infrastruktur tersebut untuk memenuhi kebutuhan lembaganya sendiri. Pemerintah pusat mempunyai infrastruktur yang dikenal dengan nama *Australian Regional GNSS Network (ARGN)* dan *AuScope* yang bertujuan untuk menyediakan kerangka geodesi serta mendukung penelitian geodesi dan kebumihan. Sedangkan untuk negara bagian, mereka mempunyai infrastruktur sendiri, seperti negara bagian Victoria yang mempunyai 104 CORS yang tersebar dan telah memenuhi seluruh wilayah negara bagian tersebut, begitu juga dengan New South Wales yang mempunyai 102 CORS, dan negara-negara bagian lainnya yang membangun infrastruktur sendiri. Rincian infrastruktur yang dimiliki pemerintah Australia ditunjukkan pada Tabel 3-1

Tabel 3-1: Infrastruktur GNSS pemerintah Australia

Jurisdiction	ARGN	AuScope		Responsible Authority (RA)	Other CORS	Total CORS
		GA	RA			
Victoria (VIC)	1	4	6	DEPI	93*	104*
New South Wales (NSW)	2	6	7	DFS - LPI	97*	112*
Australian Capital Territory (ACT)	2	0	0	ESDD - PLA	1	3
Queensland (QLD)	2	11	9	DNRM	11	33
Northern Territory (NT)	3	8	9	DLP	0	20
Western Australia (WA)	7	14	14	Landgate	0	35
South Australia (SA)	2	9	1	DPTI - LSG	0	12
Tasmania (TAS)	2	4	0	DPIPWE	0	6
Total Government CORS	21	56	46		202	325

Sumber: Hausler, 2014

Selain infrastruktur yang dimiliki dan dioperasikan oleh pemerintah, investasi swasta juga telah terjadi terutama di wilayah yang tidak tercakup oleh pemerintah, seperti Australia Barat, Australia Selatan dan Queensland. Namun, dikarenakan peningkatan permintaan konsumen di wilayah Victoria dan NSW, mendorong investasi swasta yang digunakan untuk meningkatkan *performance* cakupan wilayah dari infrastruktur pemerintah yang ada dan menawarkan layanan posisi dengan kemampuan yang bersaing (Hausler dan Collier, 2013). Sebaran infrastruktur GNSS ditunjukkan pada Gambar 3-2.



Sumber: Hausler, 2014

Gambar 3-2: Lokasi CORS Australia (Pemerintah dan Swasta)

Manajemen dan operasional infrastruktur yang tidak terkoordinasi di Australia membuat tantangan secara teknis, organisasional dan ekonomi yang diperburuk oleh kurangnya standar infrastruktur resmi. Tidak adanya keseragaman dan prosedur yang bisa dilacak untuk mengembangkan, memonitor, melaporkan dan memperbaiki layanan operasional adalah salah satu bentuknya. Pemerintah, Industri dan komunitas penelitian kemudian mempunyai inisiatif untuk membuat solusi *positioning* nasional yang innovative yang memastikan manfaat yang penuh terhadap masa depan GNSS yang *dicapture* dan dibuat untuk masyarakat. Untuk mengatasi tantangan-tantangan koordinasi dalam hal operasional serta manajemen infrastruktur yang baik, Australia membuat sebuah kebijakan yang dikenal dengan *National Positioning Infrastructure* (NPI). NPI akan mendukung tantangan perbedaan kebijakan, bisnis dan pelayanan di seluruh Australia dengan membangun infrastruktur *positioning* yang modern berdasar pada standar dan kontijensi yang melindungi terhadap ketergantungan infrastruktur kritis pada GNSS (Hausler dan Collier, 2013).

NPI merupakan kebijakan yang berfokus pada penggelaran infrastruktur CORS/GNSS nasional yang kompatibel untuk mendukung akuisisi, pengolahan dan distribusi data Multi-GNSS. Kebijakan ini mengakui bahwa NPI ialah penggabungan antara sejumlah teknologi penentu posisi tradisional dan teknologi yang berkembang saat ini mulai dari infrastruktur antariksa dan sistem augmentasi berbasis GNSS ditambah perangkat penentu posisi non-GNSS untuk memenuhi kebutuhan pengguna yang beragam (ANZLIC, 2010). Tujuan awal diidentifikasi dalam kebijakan ini untuk mengembangkan rencana nasional yang mengidentifikasi lokasi yang ada dan perencanaan infrastruktur dan peralatan, dan lokasi pilihan untuk infrastruktur di masa mendatang (Hausler dan Collier, 2013).

3.2 Kelembagaan GNSS

a. *Geoscience Australia* (GA)

Geoscience Australia adalah lembaga pemerintah yang tergabung dalam departemen Industri dan Sains Australia. Peran *Geoscience Australia* yang paling penting adalah memberikan informasi *geoscience*, layanan dan kemampuan untuk Pemerintah Australia, industri dan pemangku kepentingan lainnya. *Geoscience Australia* saat ini mempunyai tanggung jawab yang luas dalam memenuhi kebutuhan *geoscience* pemerintah Australia. Pada tahun 2010, pemerintah Australia memberikan mandat kepada *Space Policy Unit* (SPU) untuk membuat sebuah kebijakan keantariksaan Australia, akhirnya pada 9 april 2013 dikeluarkan sebuah kebijakan keantariksaan yang dikenal dengan *Australia's Satellite Utilitation Policy*. Kebijakan ini fokus pada aplikasi space yang berdampak signifikan secara nasional seperti Observasi bumi, telekomunikasi dan Navigasi. Dalam kebijakan tersebut, ditunjuk lembaga yang bertanggung jawab dalam kegiatan keantariksaan tersebut, dan *Geoscience Australia (GA)* ditunjuk sebagai penanggung jawab dan koordinator infrastruktur serta layanan NPI. Selain itu, salah satu tanggung jawab GA adalah membuat sebuah *NPI Plan* yang bertujuan meneliti infrastruktur nasional yang dapat memberikan informasi akurat dan dapat diandalkan di seluruh Australia (*Australian Government*, 2013).

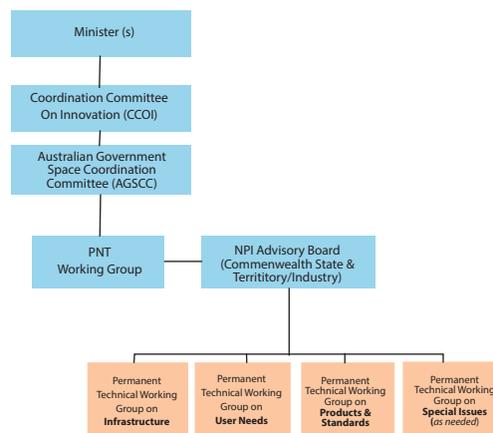
Pada tingkat pemerintah pusat, *Geoscience Australia (GA)* bertanggung jawab untuk mengelola kerangka geodetik nasional, atau *Geospatial Reference System (GRS)*, terutama melalui *Australian Regional GPS Network (ARGN)*. *ARGN* menetapkan

jaringan geodetik untuk infrastruktur data spasial di Australia, yang memfasilitasi pengukuran dan pemantauan proses bumi termasuk gerakan kerak dan kenaikan permukaan air laut (GA, 2012). Jaringan saat ini berisi 35 CORS geodesi, 21 di antaranya berada di daratan Australia, tiga di Antartika, satu di Pulau Macquarie dan sepuluh lainnya tersebar di pulau-pulau Pasifik Selatan. Selain itu sebuah inisiatif federal yang dikenal sebagai AuScope juga menjadi tanggung jawab GA untuk dikelola. AuScope mengalokasikan dana pada tahun 2006 untuk pembentukan sekitar 100 tambahan situs CORS mendasar di Australia untuk mendukung ilmu bumi dan penelitian positioning. Pendanaan federal dialokasikan di bawah Strategi Infrastruktur Collaborative Riset Nasional (NCRIS) untuk menyebarkan situs AuScope pada jarak antar-stasiun nominal 200 km di seluruh negeri (Hausler dan Collier, 2013).

Pada tahun 2012, sebuah konsorsium spasial Australia atau dikenal dengan Australian Spatial Consortium (ASC) mengeluarkan sebuah kebijakan yang dinamakan Strategic plan for GNSS. Kebijakan ini memberikan rekomendasi tentang bagaimana Australia dapat menjalankan kepemimpinan dalam aplikasi GNSS serta memaksimalkan manfaat sosial dan ekonomi di era multi-GNSS (ASC, 2012). Salah satu peran GA dalam kebijakan ini adalah:

- Memimpin pengembangan rencana NPI (*NPI Plan*) yang strategis untuk meningkatkan kemampuan PNT Australia
- Memastikan pengelolaan Infrastruktur dan layanan GNSS yang efektif
- Membangun prinsip-prinsip penggunaan CORS yang seragam
- Melakukan komunikasi dengan stakeholder dalam membangun kepedulian terhadap aktifitas dan kemampuan GNSS

Dalam kebijakan pemanfaatan satelit Australia, pemerintah Australia menunjuk GA sebagai penanggung jawab kegiatan PNT di Australia. Salah satu tugasnya adalah membuat sebuah rencana NPI (*NPI Plan*) (Australian Government, 2011). Secara lengkap skema kelembagaan dalam *NPI Plan* ditunjukkan pada Gambar 3-3.



Sumber: Geoscience Australia, 2013

Gambar 3-3: Skema kelembagaan dalam *NPI Plan*

b. *The Intergovernmental Committee on Surveiing and Mapping (ICSM)*

Fungsi inti dari ICSM adalah untuk mengkoordinasikan dan mempromosikan pengembangan dan pemeliharaan data fundamental yang mencakup geodesi, topografi, kadaster, pasang surut permukaan laut dan geografis. ICSM membentuk *strategic plan* untuk jangka waktu 5 tahun dan dievaluasi setiap dua tahun, *strategic plan* ini bertujuan untuk memastikan bahwa kegiatan yang dilakukan sesuai dengan keadaan dan kebutuhan masyarakat spasial Australia dan Selandia Baru. ICSM beranggotakan perwakilan dari pemerintah, Negara bagian dan pertahanan yang berhubungan dengan kegiatan survei dan pemetaan, Selandia baru diwakili oleh masyarakat spasial sipil dan militer. Dalam pemanfaatan GNSS di Australia ICSM mempunyai beberapa peran sebagai berikut:

- 1) membuat standar, pedoman dan rekomendasi praktis dalam membangun dan mengoperasikan layanan GNSS CORS,
- 2) merealisasikan penggunaan frame referensi (datum) Nasional yang tunggal,
- 3) meminimalkan duplikasi infrastruktur CORS,
- 4) mengembangkan standar industri data yang sesuai dengan berbagai aplikasi GNSS CORS.

c. *ANZLIC*

Untuk dapat menerapkan standar dan pedoman pemanfaatan GNSS di seluruh wilayah Australia, dibutuhkan sebuah kebijakan yang dapat diterima oleh pemerintah pusat, negara bagian dan industri. Sebuah kebijakan NPI merupakan solusi yang dikembangkan pada tahun 2010 untuk memfasilitasi permasalahan tersebut. Lembaga yang telah mengembangkan kebijakan ini adalah ANZLIC.

ANZLIC adalah organisasi antar pemerintah yang menyediakan kepemimpinan dalam pengumpulan, pengelolaan dan penggunaan informasi spasial di Australia dan Selandia Baru. Peran ANZLIC adalah untuk memfasilitasi kemudahan dan biaya akses yang efektif untuk kekayaan data dan layanan spasial yang disediakan oleh berbagai organisasi di sektor publik dan swasta. Selain itu lembaga ini juga berperan mengembangkan kebijakan dan strategi untuk mempromosikan aksesibilitas dan kegunaan dari informasi spasial. ANZLIC terdiri dari sepuluh perwakilan dari pemerintah Australia dan Selandia Baru. Mereka umumnya bertanggung jawab dalam yurisdiksi mereka untuk mengkoordinasikan kebijakan informasi spasial dan masalah operasional. Departemen Komunikasi saat ini memimpin ANZLIC sebagai anggota independen. ANZLIC bertemu tiga kali per tahun. Dalam pemanfaatan GNSS di Australia ANZLIC mempunyai beberapa peran, sebagai berikut:

- 1) merupakan organisasi antar department yang memimpin dalam pengelolaan, pengumpulan dan penggunaan data spasial termasuk data dari teknologi GNSS,
- 2) membuat kebijakan dalam *National Positioning Infrastructure (NPI Policy)*,
- 3) bertanggung jawab terhadap Kebijakan NPI serta meninjau kebijakan tersebut secara teratur.

d. *Cooperative Research Centre For Spatial Information (CRCSI)*

Salah satu tujuan dibentuknya *NPI Policy* adalah membangun rencana nasional yang dapat mengidentifikasi lokasi infrastruktur GNSS saat ini dan yang telah

direncanakan. NGCI merupakan aplikasi yang dibangun untuk mengakomodir tujuan NPI tersebut, aplikasi berbasis web ini dibangun oleh CRCSI.

CRCSI merupakan pusat penelitian dan pengembangan internasional yang didirikan pada tahun 2003, lembaga ini melakukan penelitian informasi spasial berbasis pengguna yang membahas isu-isu kepentingan nasional serta melakukan proyek riset. CRCSI mempunyai dampak yang besar terkait penelitian kolaboratif yang mengarah kedalam percepatan pertumbuhan industri yang tinggi, meningkatkan kesejahteraan sosial dan lingkungan yang berkelanjutan. Kegiatan CRCSI dilakukan di Australia dan Selandia Baru. Cabang dan mitra lainnya dapat ditambahkan di masa depan. Salah satu penelitian yang dilakukan oleh CRCSI adalah mengenai *positioning* (penentuan posisi menggunakan GNSS). Penelitian ini melibatkan peneliti GNSS bekerja sama dengan industri dan lembaga pemerintah dan swasta, untuk merancang, membangun dan mengaplikasikan infrastruktur GNSS dalam wilayah yang luas dengan akurasi tinggi dan *real-time*. Dunia saat ini telah memasuki era baru dalam perkembangan GNSS, sistem satelit navigasi akan terdiri dari beberapa konstelasi, dan NPI akan mengambil keuntungan dari kemajuan ini dengan disesuaikan dengan kebutuhan Australia dan Selandia Baru. Beberapa penelitian yang dilakukan CRCSI dalam pengembangan GNSS (CRCSI, 2015), sebagai berikut:

- 1) *Precise positioning*. Penelitian ini bersifat unik karena berusaha mengkombinasikan seluruh ahli GNSS Australia dalam metode ambiguitas fase gelombang pembawa, sehingga dapat dihasilkan posisi yang lebih presisi. Penelitian ini juga berusaha menggabungkan satelit navigasi GPS dengan Beidou untuk mendapatkan *availability* yang lebih baik sehingga dapat meningkatkan kemampuan *positioning* di lingkungan perkotaan maupun pertambangan.
- 2) *Positioning Using the Japanese QZSS*. QZSS merupakan satelit navigasi regional milik Jepang. Selain mentransmisikan sinyal konvensional GNSS, QZSS juga mentransmisikan sinyal augmentasi yang disebut LEX (*L-band Experimental Signal*). Penelitian ini akan mengamati penggunaan sinyal LEX untuk memberikan akurasi posisi yang tinggi (terutama RTK-PPP) secara nasional untuk mendukung NPI.
- 3) *GNSS Measurement & Quality Control*. Proyek ini sedang mengembangkan sistem yang dapat digunakan untuk mengukur dan memvalidasi kinerja *real-time positioning* sistem GNSS dalam menentukan "*fit-ness for purpose*". (*Project 1.04 | Development of a Test Facility for GNSS Positioning System Validation and Certification*)

Selain beberapa penelitian yang telah dijelaskan, CRCSI saat ini bekerjasama dengan *University of Melbourne* untuk mengembangkan *National GNSS CORS Infrastructure (NGCI) webmap*. *NGCI web map* telah dikembangkan sebagai aplikasi *online* interaktif untuk memvisualisasikan dan meninjau berbagai lokasi infrastruktur secara detail. *NGCI web map* menggabungkan berbagai metadata yang disediakan oleh operator pemerintah dan komersial jasa CORS dan menawarkan format standar untuk menampilkan CORS metadata. Operator CORS memiliki kewajiban untuk mempublikasikan lokasi infrastruktur mereka. Penyedia layanan publik dan swasta dapat menggunakan aplikasi ini untuk memandu penyebaran atau upgrade infrastruktur mereka sendiri dengan mengidentifikasi infrastruktur daerah mana yang membutuhkan pengembangan.

e. *Australian Spatial Consortium (ASC)*

ASC merupakan sebuah organisasi yang terdiri dari berbagai sektor (lembaga) yang mempunyai kepentingan dengan informasi spasial di Australia, seperti pemerintah, industri. Lembaga dimaksud antara lain Dewan Informasi Spasial Australia (ANZLIC), *PSMA Australia Limited*, *Geomatic Technologies Pty Ltd*. Secara umum ASC bertugas membantu Australia mengatasi isu-isu melalui kemitraan di seluruh sektor, dalam kerangka kerja institusional dan untuk kepentingan nasional. Lembaga ini dirancang untuk memberikan nilai tambah untuk organisasi tata ruang yang ada di Australia dengan tidak menghambat keberhasilan yang dilakukan oleh organisasi-organisasi tata ruang yang dilakukan saat ini (ASC, 2012). Dalam pemanfaatan GNSS di Australia, ASC mempunyai peran yang signifikan diantaranya:

- 1) memitigasi resiko ketergantungan terhadap GNSS,
- 2) mengidentifikasi dan mempertahankan keunggulan Australia dalam pemanfaatan GNSS baik Industri maupun pemerintah,
- 3) menumbuhkan sektor pendidikan dan penelitian untuk menambah insinyur dan peneliti GNSS,
- 4) membantu negara tetangga dalam mengadopsi dan memanfaatkan keuntungan multi-GNSS,
- 5) membuat *Strategic Plan for GNSS*.

f. *Australian Communications and Media Authority (ACMA)*

Pemanfaatan GNSS di Australia yang semakin banyak dilakukan dalam berbagai sektor ekonomi, berdampak pada ketergantungan terhadap teknologi ini semakin tinggi. Salah satu kerentanan dalam GNSS adalah ketersediaan sinyal yang menjadi sumber daya yang paling penting. Regulasi dalam pemanfaatan sinyal ini dibutuhkan untuk memastikan kualitas sinyal GNSS, dan yang bertanggung jawab terhadap masalah ini adalah *Australian Communications and Media Authority (ACMA)*.

ACMA adalah lembaga pemerintah yang bertugas sebagai regulator *broadcasting*, internet, radio komunikasi dan telekomunikasi. Tujuannya adalah memastikan seluruh media dan komunikasi berjalan di Australia. ACMA memfasilitasi akses terhadap spektrum GNSS termasuk GPS (Amerika Serikat), Galileo (Eropa), GLONASS (Rusia) dan QZSS (Jepang), termasuk membuat kebijakan terhadap penggunaan sinyal GNSS yang mengacu pada peraturan internasional dan kebijakan dan kerangka kerja domestik, serta memeriksa spesifikasi teknis yang terkait dengan contoh terbaru dari GNSS. Selain itu, ACMA bertujuan memaksimalkan penggunaan spektrum, dengan memastikan alokasi yang efisien dalam pemanfaatan spektrum yang bermanfaat untuk publik (Seneta and Mark, 2006).

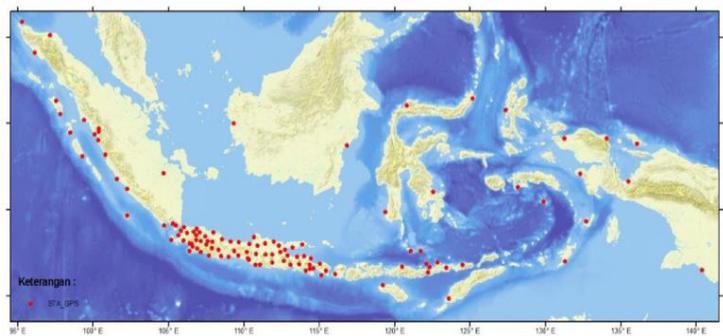
Ketergantungan yang semakin tinggi terhadap GNSS, mengakibatkan setiap gangguan terhadap sinyal GNSS dapat berdampak signifikan terhadap keselamatan publik dan keamanan nasional. Sinyal GNSS sangat lemah dan penerimaan mereka dapat dengan mudah terganggu baik sengaja maupun tidak sengaja, menyebabkan waktu yang salah atau posisi yang diperoleh pengguna atau layanan ditolak. Sumber gangguan yang tidak disengaja termasuk sebaran emisi dari peralatan listrik/elektronik lainnya yang beroperasi pada frekuensi yang berbeda dari sinyal GNSS, tapi menghasilkan beberapa kekuatan sinyal pada pita frekuensi GNSS (misalnya harmonik, bandwidth spill-over). ACMA memungkinkan untuk penegakan sanksi terhadap pengguna peralatan yang menghasilkan

gangguan tidak disengaja. Hal ini dapat dicapai dalam beberapa cara termasuk perisai elektromagnetik dan/atau RF penyaringan (Sinnot, 2005). Untuk gangguan sinyal yang disengaja, ACMA menyatakan *radionavigation-satellite service (RNSS) jammers* dilarang dan dimuat dalam *declaration 2004*. Larangan ini dimaksudkan untuk mendukung kualitas RNSS dengan meminimalkan potensi gangguan komunikasi radio. Akan tetapi, deklarasi RNSS *Jammer* tidak berlaku untuk kementerian pertahanan (Seneta and Mark, 2006).

4. KELEMBAGAAN GNSS DI INDONESIA

4.1 Badan Informasi Geospasial (BIG)

Pembentukan jaringan Station permanen GPS dimulai pada tahun 1996 dan terdiri dari tiga CORS. Ada stasiun BAKO (Jawa Barat), stasiun SAMP (Sumatera Utara) dan stasiun PARE (Sulawesi Selatan) (Matindas dan Subarya, 2009). Setelah itu diikuti pemasangan stasiun GPS lainnya di berbagai bidang seperti Biak (2002), Kupang (2002), dan Toli-toli. Pada Maret 1998 stasiun GPS BAKO telah terdaftar IGS (Matindas dan Subarya, 2009) dan data dapat akses gratis internasional di kerak Dynamics Sistem Informasi Data di <http://cddis.gsfc.nasa.gov>. Dengan dukungan dari APBN dan Hazard Program Mitigasi, BIG berhasil mengembangkan GPS stasiun permanen dengan sistem online hingga 118 stasiun seperti digambarkan titik-titik berwarna merah pada Gambar 4-1 (BIG, 2012). Sampai saat ini BIG beroperasi 124, terdiri 102 stasiun didanai dari APBN, 19 stasiun didanai dari Kerjasama Indonesia-Jerman (dengan cara program Sistem Peringatan Jerman Indonesia Tsunami Early), dan 3 stasiun didanai (sejak 1996) dari Delft University of Technology (TU Delft) untuk stasiun GPS operasional di Palu, Watatu, dan Toboli (pulau Sulawesi) (Aditya, 2014).



Sumber: Aditya, 2014

Gambar 4-1: Sebaran stasiun CORS BIG

Pada tahun 2011, Pemerintah Indonesia menetapkan UU RI Nomor 4 tahun 2011 tentang Informasi Geospasial. Salah satu urgensinya untuk mendorong penyediaan dan penggunaan satu referensi peta. Infrastruktur dalam mendukung satu peta ini adalah tersedianya jaring kontrol geodesi nasional dalam bentuk CORS. Menurut undang-undang ini, BIG didorong untuk menyediakan dan mengoptimalkan penggunaan data dan informasi geospasial dasar yang berkaitan dengan kegiatan konstruksi.

Tujuan utama dari CORS adalah untuk mempertahankan kerangka acuan geodesi akurat dan tepat di atas wilayah Indonesia, dan juga untuk mendukung berbagai aplikasi ilmiah dan praktis seperti geodinamika dan pemantauan deformasi, meteorologi dan studi ionosfer dan kebutuhan lainnya dalam rangka survei dan pemetaan (Abidin, dkk, 2010). Jaringan CORS yang dikelola oleh BIG direncanakan dapat melayani aplikasi *real time* dan *post processing* untuk berbagai aplikasi dan kebutuhan baik itu dari BIG sendiri maupun masyarakat luas. Pada kenyataannya, jaringan CORS BIG saat ini hanya dapat melayani layanan *real time* dengan format data RTCM pada 4 stasiun CORS secara bersamaan, 4 stasiun ini dapat ditentukan secara bebas lokasinya, karena tidak memiliki perangkat lunak yang mendukung layanan tersebut. Saat ini 4 stasiun yang dapat digunakan untuk layanan *real time* tersebut berada di wilayah Jakarta dan sekitarnya. Sementara untuk aplikasi *post processing*, data tersedia dalam format data RINEX yang dapat diambil langsung ke kantor BIG. Walaupun begitu, tidak semua stasiun dapat menyediakan format data tersebut, karena masih terdapat beberapa stasiun yang tidak dapat mengirimkan datanya ke pusat pengolahan data karena masalah komunikasi data ataupun masalah infrastruktur stasiun itu sendiri. Beberapa aplikasi penggunaan jaringan CORS BIG (Azmi, 2012) antara lain:

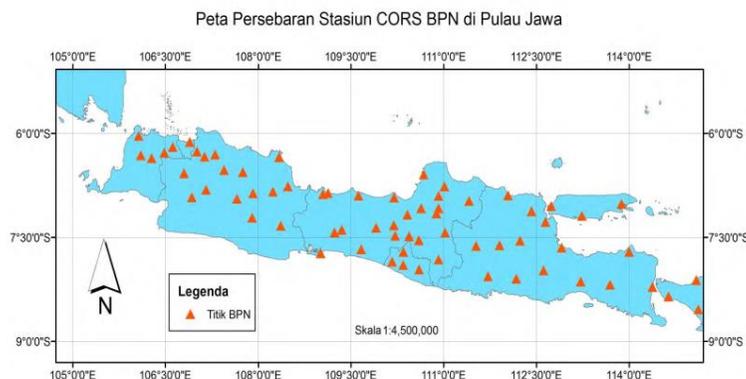
- a. Jaringan CORS IPGSN Sebagai Jaring Kontrol Geodetik Nasional
Indonesia sebagai negara yang terletak pada pertemuan lempeng tektonik besar yang aktif bergerak mengakibatkan datum geodetik yang digunakan di Indonesia mengalami pergeseran sejalannya waktu. Dengan adanya jaringan CORS IPGSN, maka koordinat dari tiap-tiap titik yang ada pada stasiun – stasiun CORS akan terus dihitung dan stasiun – stasiun tetap tersebut akan menjadi jaring orde 0 dari kerangka geodetik nasional, yaitu sebagai jaring fidusial nasional yang merupakan jaring kerangka paling teliti di Indonesia. Untuk menjadi kerangka dasar geodetik orde-0, stasiun – stasiun CORS harus dikatkan ke kerangka ITRF yang diwakili oleh stasiun – stasiun CORS IGS, yang tersebar di dunia. Dalam konteks realisasi kerangka dasar geodetik berorde lebih rendah, jaringan CORS dapat menjadi acuan untuk jaring kontrol geodetik orde-1 dan lebih rendah. Penggunaan CORS akan menghemat biaya yang besar dalam kaitannya dengan pembaruan jaring kontrol geodetik nasional yang mana jaring kontrol tersebut tidak perlu dihitung dengan menggunakan penggunaan pengukuran terestris.
 - b. Jaringan CORS IPGSN Untuk Aplikasi Pemodelan *Total Electron Content* (TEC) di Indonesia.
Model periodik dari TEC didapatkan dari data 10 stasiun CORS yang berada di dalam dan disekitar wilayah Indonesia, yaitu 6 stasiun CORS (SAMP, BAKO, KOEP, TOLI, PARN dan BIKL) dan 4 stasiun IGS (NTUS, COCO, DARW, dan PIMO). Selain itu, data yang didapatkan untuk pemodelan TEC tersebut dapat juga digunakan sebagai salah satu *warning* untuk gempa bumi.
3. Jaringan CORS BIG sebagai bagian dari InaTEWS
Beberapa stasiun CORS IPGSN juga menjadi bagian dari *Indonesia Tsunami Early Warning System* (InaTEWS) yang saat ini sedang dibangun oleh pemerintah Indonesia. Sensor–sensor yang terdapat di ITEWS sendiri meliputi *seismometers*, instrumen GPS, stasiun pasut, dan pelampung dan juga sensor tekanan bawah laut, dimana keseluruhan sistem tersebut ditunjukkan pada gambar. Stasiun CORS pada ITEWS berperan penting, karena jika terjadi gempa bumi yang berpotensi terjadi tsunami, maka lokasi dari gempa dapat diperkirakan dengan adanya stasiun CORS. saat ini seluruh pengolahan

data dilakukan di Pusat Geodesi dan Geodinamika, BIG Cibinong. Kegiatan pengolahan data masih dilakukan bersama dengan kegiatan lain.

4.2 Badan Pertanahan Nasional (BPN)

Dalam penjelasan PP No. 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah disebutkan guna menjamin kepastian hukum di bidang penguasaan dan pemilikan tanah, faktor kepastian letak dan batas bidang tanah tidak dapat diabaikan. Untuk mendapatkan kepastian letak dan batas bidang tanah tersebut tidak terlepas dari kegiatan pengukuran maupun pemetaan. Kemudian dalam pasal 24 PMNA/KBPN No.3 Tahun 1997 tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 Tentang Pendaftaran Tanah disebutkan, “pengukuran bidang tanah dilaksanakan dengan cara terrestrial, fotogrametrik, atau metode lainnya.” Yang dimaksud dengan “metode lainnya” adalah metode pengukuran yang mengikuti perkembangan teknologi pengukuran dan pemetaan yang tidak lagi terbatas pada metode terrestrial dan fotogrametrik, namun juga telah berkembang sangat pesat terutama untuk teknologi yang berbasis satelit GNSS (BPN, 2013)

Untuk mempercepat proses administrasi pertanahan di Indonesia, BPN mulai membangun GPS CORS yang terdiri dari kelas A dan kelas B. Tiga stasiun di sekitar Jakarta yaitu Tangerang, Bekasi dan Bogor telah dibangun dan diuji pada tahun 2009 (Abidin, 2010). Dan hingga saat ini, BPN telah membangun lebih dari 200 GPS CORS yang tersebar di seluruh kantor BPN di daerah (Rahmawaty, 2014). JRSP merupakan sebuah sistem jaringan stasiun referensi yang bekerja secara kontinu selama 24 jam nonstop. JRSP merupakan pengembangan teknologi CORS atau teknologi untuk menentukan posisi secara global menggunakan GNSS. Pada prinsipnya, penggunaan GNSS (khususnya GPS) untuk pengukuran bidang tanah dapat dilakukan dengan dua metode pengukuran yaitu metode langsung dan *post processing*. Metode langsung hanya didasarkan pada pengukuran *Differensial* GNSS, khususnya yang ditujukan untuk bidang tanah yang relatif terbuka, sedangkan untuk beberapa wilayah yang padat yang memungkinkannya adanya multipath dari rumah pengukuran secara tidak langsung (*post processing*) harus dilakukan (Abidin, dkk, 2012). Sebaran CORS BPN ditunjukkan pada Gambar 4-2.



Sumber: Azmi, 2012

Gambar 4-2: Persebaran Stasiun CORS di Pulau Jawa

Jika dibandingkan dengan CORS milik BIG yang memiliki beberapa jenis stasiun CORS berdasarkan komunikasi data yang digunakan, maka BPN hanya memiliki satu jenis stasiun CORS yang dibangun di kantor-kantor BPN yang tersebar diseluruh wilayah Indonesia. Stasiun-stasiun ini mengirimkan data ke data center yang berada di Jakarta untuk dilakukan pengorganisasian dan pengolahan data. Pada dasarnya layanan yang terdapat pada jaringan CORS BPN diutamakan untuk aplikasi-aplikasi yang berhubungan dengan administrasi pertanahan di Indonesia, akan tetapi saat ini BPN sedang mengembangkan layanan penentuan posisi berbayar yang dapat diakses melalui situs <http://www.bpnri.cors.net/spiderweb> (Azmi, 2012). Beberapa keuntungan penggunaan CORS dalam pengukuran tanah (Mudita, 2011) sebagai berikut:

- a. Peningkatan ketelitian pengukuran akan berdampak positif bagi tumpang tindihnya pemetaan bidang tanah.
- b. Dengan kecepatan pengukuran yang tinggi tingkat pelayanan serta produktivitas layanan kepada masyarakat meningkat.
- c. Proses pemeliharaan relatif lebih mudah.
- d. Biaya operasionalnya lebih rendah sehingga dapat menekan biaya yang dibebankan masyarakat.
- e. Meningkatkan kapabilitas Sumber Daya Manusia (SDM) dalam hal IT dan teknologi komunikasi data.

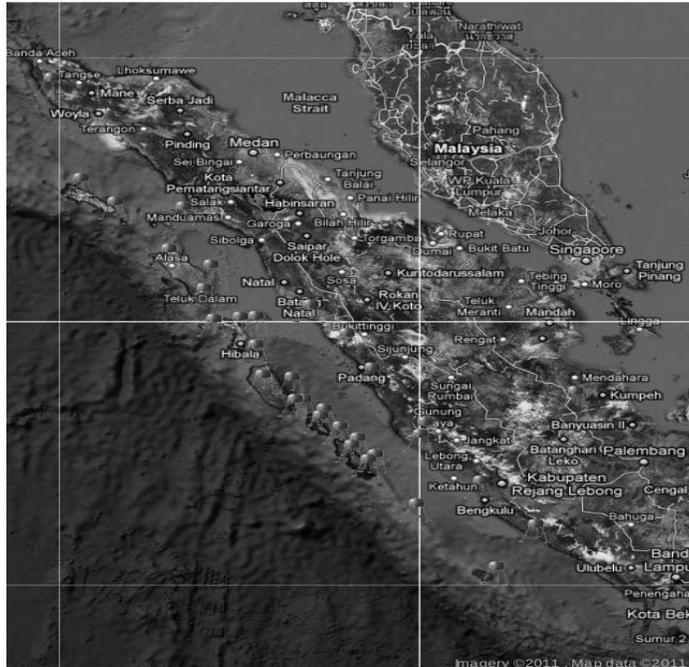
Dalam pelaksanaannya banyak yang harus diperbaiki, terutama SDM yang harus dilatih dan komunikasi data yang baik. Masalah yang seringkali dialami untuk pengukuran daerah di wilayah yang terpencil adalah komunikasi data dari alat penerima dengan stasiun CORS, sehingga seringkali masih menggunakan rover konvensional dan bahkan menggunakan metode pengukuran lain yang membutuhkan biaya tambahan seperti pembelian alat pengukuran *real time precise point positioning* (studi BPN Sleman).

4.3 Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)

Sumatran GPS Array (SuGAR) merupakan jaringan stasiun pemantau GPS kontinu yang dioperasikan oleh LIPI dan *Earth Observatory of Singapore (EOS) – Nanyang Technological University*. SuGAR ini dimulai dengan memasang 6 buah stasiun cGPS (*Continued GPS*) pada tahun 2002. Dari waktu ke waktu, SuGAR mengalami penambahan jumlah stasiun dan peningkatan dalam segi teknologi peralatan GPS, termasuk sistem telemetri data dari jaringan ini. Hingga tahun 2008, SuGAR telah memiliki stasiun sebanyak 33 buah tersebar dari wilayah Bengkulu Utara dan Aceh (Hanief, 2012). Sebaran stasiun GNSS SuGAR ditunjukkan pada Gambar 4-3.

SuGAR digagas oleh Professor Kerry Sieh dan rekan-rekannya di *California Institute of Technology (Caltech)* Tektonik Obsevatory pada tahun 2002. Selama tahun itu Stasiun GPS dibangun di sepanjang lempeng sumatera. Tsunami aceh pada tahun 2004 yang menewaskan ribuan orang diseluruh Samudera Hindia memberikan dorongan untuk terus memantau dan mempelajari daerah ini. Pada saat stasiun GPS di seluruh wilayah sumatera terhubung dengan stasiun bumi (*ground station*) yang berada di Batam dan telah melakukan pemantauan gempa bumi yang terjadi pada tahun 2005, 2007, 2008, 2009 dan 2010 di wilayah Sumatera. Dari awal dibangunnya, komunikasi data stasiun ini menggunakan satelit dikarenakan lokasinya yang jauh dari pemukiman dan jangkauan

GPRS maupun GSM, hanya ada satu stasiun yang terletak beberapa kilometer dari jaringan telepon terrestrial. Oleh karena itu, SuGAR memanfaatkan satelit geostasioner garuda-1 (McLoughlin, dkk, 2011).



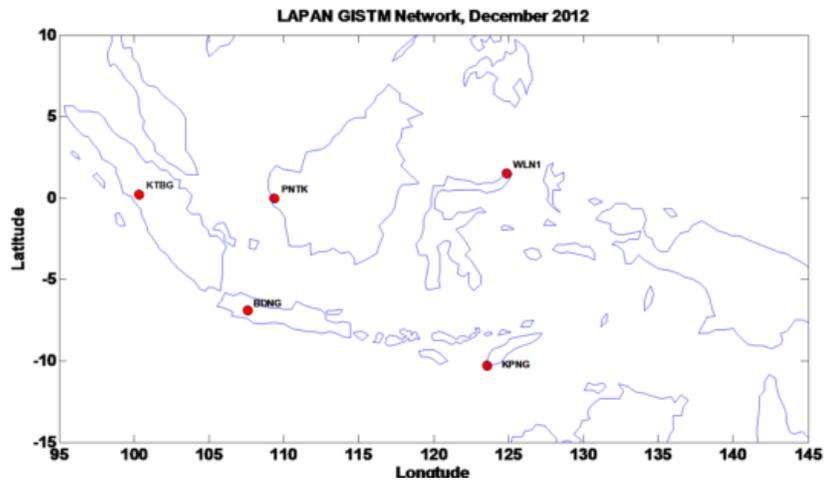
Sumber: McLoughlin, dkk, 2011

Gambar 4-3: Sebaran stasiun SuGAR di Sumatera

4.4 Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

Salah satu kegiatan LAPAN yang diamanatkan oleh Undang-Undang RI Nomor 21 tahun 2013 tentang Keantariksaan adalah melakukan penelitian sains antariksa, meliputi cuaca antariksa, lingkungan antariksa dan astrofisika (Kementerian Sekretariat Negara RI, 2013). Penelitian yang dilakukan terkait cuaca antariksa antara lain *Total Electron Content* (TEC) dan sintilasi ionosfer (Effendy dan Supriadi, 2010). Ionosfer mempengaruhi gelombang elektromagnetik yang menjalar melalui lapisan tersebut berupa tambahan waktu tunda propagasi, besar pengaruh tersebut ditentukan oleh TEC (Muslim, dkk, 2006). Sedangkan Sintilasi ionosfer secara sederhana dapat didefinisikan sebagai fluktuasi yang cepat dari fasa dan amplitude sinyal frekuensi radio. Kejadian sintilasi ionosfer hampir sama dengan kejadian kerlap kerlip bintang pada malam hari yang diakibatkan ketidakaturan ionosfer (Ekawati, 2010).

Salah satu infrastruktur yang digunakan untuk pengamatan cuaca antariksa seperti yang telah dijelaskan di atas adalah stasiun GNSS. Saat ini LAPAN telah mengoperasikan lima Stasiun GNSS untuk penelitian cuaca antariksa yang dikenal dengan GPS GISTM (Muslim et.al, 2013). Beberapa Lokasi GISTM yang digunakan untuk memantau cuaca antariksa (ionosfer) diantaranya adalah Kototabang Sumatra Barat, Bandung, Pontianak, Manado, dan Kupang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4-4.



Sumber: Muslim et.al, 2013

Gambar 4-4: Lokasi Stasiun GNSS LAPAN

4.5 Lembaga Lain

Selain empat lembaga yang telah dijelaskan sebelumnya, terdapat perguruan tinggi/ universitas yang telah membangun dan mengelola stasiun GNSS sendiri untuk kebutuhan penelitian, seperti UGM, ITB dan ITS (Abidin, dkk, 2012).

5. ANALISIS

Dalam analisis ini akan dikomparasikan kelembagaan GNSS Australia dan Indonesia, dengan tujuh variabel pembanding sebagaimana dimuat dalam Tabel 5-1.

Tabel 5-1: Komparasi Kelembagaan GNSS di Australia dan Indonesia

No	Varibel Kelembagaan	Australia	Indonesia	Keterangan
1	2	3	4	5
1	Pemilik dan pengelola jaringan infrastruktur GNSS	<ul style="list-style-type: none"> • GA (Pemerintah Pusat) • Negara bagian • Industri (Swasta) 	<ul style="list-style-type: none"> • BIG • BPN • LIPI • LAPAN • Universitas • Industri 	
2	Penanggung jawab terhadap infrastruktur dan layanan GNSS	Geoscience Australia (GA)	Belum ada	Secara fungsi, GA mirip dengan BIG (sektor geospasial)

1	2	3	4	5
3	Standarisasi data GNSS	ICSM	Belum ada	
4	Penelitian dan pengembangan layanan GNSS	CRCSI	Masing-masing lembaga	
5	Pengembangan sumber daya manusia	ASC	Masing-masing lembaga	
6	Strategi pemanfaatan multi GNSS	ASC	Belum ada	
7	Pengaturan penggunaan sinyal GNSS dan isu-isu kerentanannya	ACMA	Belum ada	Secara fungsi, ACMA mirip dengan Kemkominfo

Kondisi jaringan CORS di Indonesia yang terfokus di wilayah Pulau Jawa, tidak berbeda dengan Australia yang banyak didominasi di wilayah pesisir. Banyaknya lembaga baik pemerintah maupun swasta yang mengelola infrastruktur GNSS di Australia (seperti halnya juga Indonesia saat ini) menuntut pemerintah Australia untuk segera membuat sebuah kebijakan agar pemanfaatan GNSS menjadi lebih optimal. Selain itu, pemerintah Australia juga telah menunjuk salah satu lembaga (Gescience Australia) yang bertanggung jawab dan sekaligus sebagai koordinator dalam layanan dan infrastruktur GNSS di negara tersebut. Dalam analisis ini akan dikomparasikan kelembagaan GNSS Indonesia dan Australia, sebagai berikut:

a. Penanggung Jawab Infrastruktur dan layanan GNSS

Di Australia, infrastruktur GNSS dibangun oleh tiga lembaga yaitu pemerintah pusat (federal), negara bagian dan swasta (industri). Infrastruktur pemerintah pusat dikelola oleh satu lembaga yaitu Geoscience Australia. Lembaga ini bertanggung terhadap terhadap dua jenis infrastruktur yang dibangun yaitu ARGN dan Auscope. Infrastruktur Auscope didanai bersama antara pemerintah pusat dan negara bagian, dan dapat digunakan untuk kepentingan bersama. Infrastruktur GNSS di Australia juga banyak dibangun oleh negara bagian masing-masing, dan pengelolaannya dilakukan secara bersama. Adanya koordinasi antar lembaga (baik pemerintah pusat dan negara bagian yang lain) dalam pemeliharaan jaringan GNSS tersebut sangat efisien dan efektif sehingga akan dapat menguntungkan semua pihak karena dapat mengakses data secara gratis.

Di Indonesia, infrastruktur GNSS ternyata juga sudah banyak dibangun dan dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Infrastruktur GNSS yang berhasil dibangun dan dikelola oleh berbagai lembaga pemerintah non kementerian (LPNK) seperti BIG, BPN, LIPI dan LAPAN. Dengan sumber dana yang ada (Pemerintah pusat), maka lembaga-lembaga ini berhasil membangun infrastruktur secara terpisah untuk memenuhi kebutuhan lembaga masing-masing. Meskipun inisiasi kerjasama antara BIG dan BPN telah dibangun, akan tetapi sampai saat ini belum ada kesepakatan dalam menentukan lembaga mana yang harus bertanggungjawab dan mengelola infrastruktur tersebut. Selain itu, kerjasama yang dilakukan masih bersifat antar dua

lembaga (BIG dan BPN) dan tidak dilakukan secara nasional. Kondisi ini memperlihatkan bahwa Indonesia belum adanya koordinasi nasional terkait tanggung jawab dan pengelola infrastruktur tersebut. Hal ini dapat mengakibatkan tumpang tindih pembangunan infrastruktur GNSS yang dilakukan oleh masing-masing lembaga, misalnya: BPN telah membangun infrastruktur GNSS di kantor BPN di Sleman, kemudian didaerah tersebut dibangun juga infrastruktur yang sama oleh BIG dengan radius kurang dari 30 km – radius ideal stasiun GNSS. Jadi hal ini berakibat pada pemborosan dana/ anggaran pemerintah mengingat infrastruktur yang dibangun tersebut tidak murah (sekitar 300 juta per stasiun). Selain itu, hal ini dapat mengakibatkan tidak meratanya pembangunan infrastruktur GNSS di setiap wilayah, karena masing-masing lembaga memfokuskan terhadap satu wilayah tertentu. Untuk itu jika dikomparasikan dengan pengelolaan infrastruktur GNSS di Australia, maka Indonesia perlu menunjuk satu lembaga yang bertanggung jawab dan sekaligus pengelola infrastruktur GNSS sehingga pengelolaannya terpusat dan tidak terjadi tumpang tindih. Koordinasi antar lembaga juga perlu ditingkatkan dalam upaya pemanfaatan fasilitas dan pengolahan datanya agar menjadi lebih optimal. Jadi lembaga ini akan berperan sebagai koordinator terhadap seluruh pemilik dan pengguna data GNSS.

b. Standarisasi Data

Infrastruktur GNSS (CORS) menurut rizos terbagi kedalam tiga tingkat, dari akurasi sangat tinggi sampai menengah. Dikarenakan perbedaan infrastruktur tersebut, ICSM, membuat pedoman standar untuk membangun dan mengoperasikan layanan infrastruktur GNSS di Australia. Hal ini berguna, agar seluruh infrastruktur dapat memberikan data yang sama, untuk memudahkan industri dalam menggunakan layanan GNSS. Infrastruktur yang dibangun di Indonesia saat ini juga berbeda, seperti antara infrastruktur milik BIG dengan infrastruktur LAPAN. Perbedaan tersebut terjadi karena kebutuhan data untuk kepentingan lembaga juga berbeda sesuai dengan tugas dan fungsi lembaganya. Ketidakseragaman data yang dihasilkan tersebut dapat menjadi kendala (kesulitan) bagi lembaga lain yang ingin mengolah data atau melakukan penelitian. Untuk itu pemerintah perlu membuat pedoman pengoperasian infrastruktur GNSS yang berstandar nasional, dengan melakukan koordinasi antar lembaga atau menunjuk langsung salah satu lembaga yang bertanggung jawab dalam standarisasi ini.

c. Penelitian dan pengembangan layanan GNSS

Teknologi GNSS yang semakin berkembang dapat memberikan keuntungan jika digunakan secara optimal. Teknologi yang pada awalnya hanya digunakan untuk pertahanan, kemudian studi geospasial, saat ini telah banyak digunakan di berbagai sektor termasuk transportasi, perbankan dan penginderaan jauh. Australia menunjuk CRCSI sebagai pimpinan dalam penelitian dan pengembangan layanan GNSS. Dengan adanya penelitian dan pengembangan khusus terkait layanan GNSS, Australia dapat terus mengoptimalkan pemanfaatan teknologi kearah yang lebih baik dan menguntungkan baik secara ekonomi maupun sosial untuk negara tersebut. Di Indonesia, Penelitian ini masih dilakukan oleh masing-masing lembaga, hanya digunakan untuk tugas dan fungsi lembaga tersebut dan tidak mengkhususkan terhadap pemanfaatan infrastruktur GNSS yang dibangun. Jika kita lihat di Australia,

Infrastruktur GNSS seperti yang telah dibangun di Indonesia telah dapat digunakan untuk berbagai sektor dan dapat memberikan pemasukan yang besar bagi negara, oleh karena itu Indonesia perlu serius dalam penelitian dan pengembangan layanan GNSS sehingga infrastruktur GNSS yang telah digunakan dapat lebih dioptimalkan dan tidak hanya digunakan untuk mendukung satu sektor saja seperti pemetaan, ionosfer dan pertanian. Melainkan juga untuk mendukung berbagai sektor lain secara nasional untuk transportasi, konstruksi, pertambangan dan lain-lain.

d. Pengembangan Sumber Daya Manusia (SDM)

Perkembangan infrastruktur dan layanan GNSS akan membutuhkan sumber daya manusia yang berkualitas. Australia menunjuk ASC sebagai lembaga yang bertanggung jawab dalam pengembangan SDM. Perkembangan jaringan stasiun GNSS di Indonesia juga harus didukung oleh SDM yang baik, saat ini pengembangan sumber daya dilakukan oleh lembaga masing-masing dan universitas.

e. Pemanfaatan Multi-GNSS

Ketika seluruh konstelasi satelit dunia beroperasi secara penuh (multi-GNSS) baik yang bersifat global maupun regional, Australia sebagai negara yang berada di wilayah Asia Oceania memiliki keuntungan besar, karena visibilitas satelit yang tinggi dalam waktu yang sama yang berakibat ketersediaan dan akurasi sinyal GNSS dapat meningkat. Kondisi ini dipahami Australia (khususnya *Australian Spatial Consortium*) dengan membentuk sebuah rencana strategis untuk memaksimalkan pemanfaatan sinyal GNSS. Salah satunya dengan membangun infrastruktur yang dapat menangkap seluruh sinyal GNSS (bukan hanya sinyal satelit GPS) serta melakukan penelitian-penelitian untuk meningkatkan pemanfaatan multi-GNSS ini. Selain itu, untuk menjamin ketersediaan sinyal GNSS, pemerintah Australia aktif dalam kerjasama internasional dengan negara *provider* dan ikut terlibat dalam kerjasama internasional lainnya untuk meningkatkan kemampuan dalam layanan GNSS melalui *International GNSS Services* (IGS). Indonesia sebagai negara dengan letak geografis yang sama dengan Australia (berada di wilayah Asia Oceania), mempunyai peluang yang sama dalam pemanfaatan Multi-GNSS. Oleh karena itu, perlu adanya sebuah penelitian khusus dalam pemanfaatan multi-GNSS karena tidak semua negara dapat mempunyai visibilitas satelit GNSS yang tinggi. Penelitian ini bisa dilakukan oleh lembaga khusus, maupun koordinasi antar lembaga yang berkepentingan terhadap pemanfaatan multi-GNSS. Kerjasama internasional dalam isu-isu GNSS juga perlu ditingkatkan untuk meningkatkan posisi tawar Indonesia di dunia Internasional. Sebagai contoh, keterlibatan aktif Indonesia di forum ICG (*International Committee of GNSS*) dan forum-forum multi-GNSS Asia Oceania yang diadakan setiap tahun.

f. Regulasi Sinyal

Sinyal merupakan sumber daya paling utama dalam GNSS, sinyal ini dikenal sangat rentan terhadap gangguan baik disengaja ataupun tidak disengaja. Ketergantungan Australia terhadap GNSS membuat pemerintah harus menjaga sinyal GNSS agar tetap terjaga dan mampu memberikan informasi terbaik. Oleh karena itu pemerintah Australia menunjuk ACMA sebagai lembaga yang bertanggung jawab terhadap kualitas sinyal GNSS. Lembaga ini bertugas menjaga sinyal GNSS agar tidak terjadi

interferensi dan tindakan *jammer*. Di Indonesia sendiri, hingga saat ini belum ada lembaga yang bertanggung jawab terhadap ketersediaan sinyal satelit navigasi. Untuk itu, diharapkan pemerintah Indonesia menunjuk lembaga yang bertugas untuk melindungi sinyal GNSS agar tidak terjadi gangguan yang akan mengakibatkan kerugian negara.

4. KESIMPULAN

Dari analisis di atas dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- a. Kebijakan keantariksaan Australia yang tertuang dalam *Australia's satellite utilisation policy* telah menunjuk salah satu lembaga pemerintah, yakni *Geoscience Australia* sebagai penanggung jawab layanan dan infrastruktur GNSS, selain itu lembaga ini juga berperan sebagai koordinator kerjasama antar lembaga yang memanfaatkan GNSS. Sementara itu di Indonesia, lembaga-lembaga pemerintah, perguruan tinggi/universitas maupun swasta telah banyak memanfaatkan dan mengelola infrastruktur GNSS, akan tetapi masih bersifat parsial untuk memenuhi kebutuhan lembaga/organisasi tertentu. Kurangnya koordinasi antar lembaga membuat infrastruktur dan layanan GNSS di Indonesia belum maksimal.
- b. Australia mempunyai lembaga yang bertugas untuk menyelaraskan/standarisasi data terkait layanan GNSS yaitu ICSM, sehingga terdapat keseragaman data di seluruh wilayah Australia meskipun dari pemilik infrastruktur yang berbeda. Sedangkan Indonesia sampai saat ini belum ada lembaga yang bertanggung jawab untuk masalah ini, sehingga masih terdapat ketidak-seragaman data dari beberapa infrastruktur yang dimiliki oleh lembaga yang berbeda.
- c. Australia memiliki pusat penelitian dan pengembangan yang bersifat kolaboratif antar berbagai lembaga untuk kepentingan nasional yaitu CRCSI. Di Indonesia, penelitian dan pengembangan masih dilakukan oleh masing-masing lembaga.
- d. Kepemimpinan dalam pengembangan sumber daya manusia terkait pemanfaatan GNSS di Australia diperankan oleh ASC. Di Indonesia, pengembangan sumber daya manusia dilakukan oleh masing-masing lembaga.
- e. Australia memiliki ASC yang berperan mendorong penelitian untuk pemanfaatan maksimal multi-GNSS, sementara di Indonesia isu terkait multi-GNSS belum maksimal di kaji oleh lembaga-lembaga.
- f. Sinyal navigasi yang rentan terhadap gangguan, mendorong pemerintah Australia menunjuk lembaga yang bertanggung jawab terhadap isu tersebut yaitu ACMA. Di Indonesia, belum ada lembaga yang secara resmi ditunjuk untuk mengelola sinyal GNSS, namun tanggung jawab terkait sinyal dan frekuensi diperankan oleh Kemkominfo.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Igif G. Prihanto, M.Si atas bimbingannya dan Kepala Pusat Pengkajian dan Informasi Kedirgantaraan atas dukungan dan diijinkannya hasil penelitian ini untuk dipublikasikan.

DAFTAR ACUAN

- Abidin, H.Z., 2007, *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*, Pradya Paramitha, Jakarta.
- Abidin, H.Z., Cecep Subarya., Buldan Muslim., Farid H. Adiyanto., Irwan Meilano., Heri Andreas., and Irwan Gumilar., 2010, *The Applications Of GPS CORS in Indonesia: Status, Prospect and Limitation*, FIG Congress Proceeding, TS 4C – GNSS CORS Network – Infrastructure, Analysis and Application II, Sydney, Australia, 11 – 16 April.
- 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 Infrastructure and Applications II, Italy, 6-10 May.
- Aditya, Arif., Joni Efendi., and Arif Syafii., 2014, *InaCORS : Infrastructure of GNSS CORS in Indonesia*, FIG Congress Proceedings, TS 08A – Global Geodetic Reference Frame and CORS –3, Kuala Lumpur, Malaysia, 16-21 June.
- Allen, Acill Consulting, 2013, *The Value Of Augmented GNSS in Australia*, Acil Allen Pty Ltd., Melbourne, Australia.
- ANZLIC, 2010, *National Positioning Infrastructure (NPI) Policy*, Canberra, Australia.
- ASC, 2013, *Australian Strategic Plan For GNSS*, Australian Spatial Consortium, Australia.
- Azmi, Mohamad., 2012, *Sistem CORS (Continuously Operating Reference Station) di Indonesia dan Beberapa Negara Lainnya*, Skripsi, Program Studi Teknik Geodesi dan Geodinamika ITB, Bandung.
- BPN, 2011, *Buku Saku Pelaksanaan Pengukuran dan Pemetaan Bidang Tanah dengan CORS/JRS*, www.bpnri-cors.net, diunduh 08 September 2015.
- Effendy., dan Slamet Supriadi., 2010, *Sistem Informasi Degradasi Satelit Gps Untuk Deteksi Gangguan Navigasi Dan Komunikasi Satelit*, J. Sains MIPA, Agustus 2010, 16(2).
- Ekawati, Sri., 2010, *Efek Sintilasi Ionosfer terhadap gangguan komunikasi satelit*, Berita Dirgantara Vol. II No.4 Desember.
- GMV, 2011, *GNSS Augmentation*, http://navipedia.net/index.php/GNSS_Augmentation diunduh 5 Februari 2015.
- Hausler, Grant., and Philip Collier., 2013, *National Positioning Infrastructure: Where are we know?*, IGSS Symposium, Outtrigger Gold Coast, Australia 16-18 July.
- Hausler, Grant., 2014, *National Positioning Infrastructure: technical, institutional and economic criteria for coordinating access to Australia's GNSS CORS infrastructure*, PhD Thesis, University Of Melbourne, Australia.
- Hanief, Sarah Leila., 2012, *Analisis Data Time Series GPS Continu Di Daerah Sumatera, Studi Kasus: Data Continous GPS SuGAR (Sumatran GPS Array) tahun 2004-2007*, Skripsi Program Studi Geodesi dan Geomatika ITB, Bandung.
- Kementerian Sekretariat Negara RI, 2013, *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 21 Tahun 2013 Tentang Keantariksaan*, 6 Agustus 2013, Lembaran Negara Republik Indonesia tahun 2013 Nomor 133, Jakarta.
- McLoughlin, Ian Vince., Kai Juan Wong., and Su Lim Tan, 2011, *Data Collection, Communications and Processing in the Sumatran GPS Array (SuGAR)*, Proceedings of the World Congress on Engineering 2011 Volume II, July 6-8, London.

- Mudita, Imam., 2011, *GNSS-RTK Network Technology Impact Assessment for Land Surveeing at Badan Pertanahan Nasional Republik Indonesia (BPN RI) : A Report.*, Proceeding of 10th Annual Conference and Exhibition On Geospatial Information, Technology and Applications, Hotel Mulia Senayan, 17-19 Oktober, Jakarta.
- Muslim, Buldan., Hassanudin Z. Abidin., The How Liong., Wedyanto Kuntjoro., Cecep Surabaya., Herri Andreas., dan M. Gamal., 2006, *Pemodelan TEC Regional dari Data GPS Stasiun Tetap di Indonesia dan Sekitarnya*, PROC. ITB Sains & Tek., 38 (2).
- Muslim, Buldan., Jonni Effendi., and Jade Marton., 2013, *Status and Plans Of GNSS Application for Space Weather Monitoring In Indonesia*, UN Croatia Workshop on Application Of Global Navigation Sateliite System, Baska, Croatia, 21-25 April.
- Seneta, Alexandra., and Mark Elsegood, 2006., *Regulating GNSS – Present Strategy, Future Challenge.*, Proceeding of IGNSS Symposium 2006, Holiday Inn Surfers Paradise, Australia 17-21 July.
- Sinnot, Donald H., 2005, *GNSS Coordination at the National Level: the Australian Experience.*, Journal of Global Postioning Systems, 3(1).
- Suhermanto, 2015, *Rencana Pengembangan Persatelitan Nasional*, makalah disampaikan pada pertemuan ilmiah di Pusat Pengkajian dan Informasi Kedirgantaraan LAPAN, Jakarta, Tanggal 24 Februari.
- Wallenhof, Benhard Hoffiman., H. Lichtenegger., and Elmar Wasle., 2008, *GNSS-Global Navigation Satellite System: GPS, GLONASS, Galileo and more.*, Springer Wien, New York.