



PENYUSUNAN STANDAR SURVEI TERESTRIAL DALAM RANGKA AKSELERASI PEMETAAN DASAR SKALA BESAR UNTUK Mendukung Pembangunan Nasional

**Winhard Tampubolon¹, Fakhruddin Mustofa¹, Garri Martha Kusuma Wardhana¹, Hayu Rianasari¹,
Akhmad Yulianto Basuki²**

¹Pusat Standardisasi dan Kelembagaan Informasi Geospasial-Badan Informasi Geospasial
Jl. Raya Jakarta-Bogor KM.46, Cibinong-16911 Telp./Faks: (021) 8759481, e-mail: winhard.r@big.go.id

²Pusat Jaring Kontrol Geodesi dan Geodinamika-Badan Informasi Geospasial
Jl. Raya Jakarta-Bogor KM.46, Cibinong-16911 Telp./Faks: (021) 8759481, e-mail: winhard.r@big.go.id

ABSTRAK

Penyelenggaraan Informasi Geospasial Skala Besar untuk wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia dengan cakupan area daratan seluas 5 kali wilayah Republik Federal Jerman tentunya membutuhkan strategi terobosan namun tetap memprioritaskan aspek kualitas produk geospasial yang dihasilkan. Salah satu langkah yang ditempuh adalah melalui penyelenggaraan Informasi Geospasial (IG) melalui proses percepatan (akselerasi) yang inovatif dengan tetap mempertimbangkan faktor efisiensi biaya produksi terutama terkait kesiapan Sumber Daya Manusia (SDM) bidang Informasi IG sebagai motor penggerak utamanya. Sebagai perbandingan, Republik Federal Jerman memiliki unit teknis pemetaan dasar skala besar yang dilengkapi perangkat peralatan mutakhir termasuk SDM bidang IG dengan kompetensi teknis meliputi proses akuisisi data, pemrosesan geospasial serta penyajian dan pemutakhiran data geospasial (geodata) di setiap wilayah 16 negara bagian.

Dalam implementasinya, survei terestrial muncul sebagai salah satu alternatif teknologi pemetaan dasar skala besar, terutama bila dikaitkan dengan semakin tingginya resolusi data geospasial yang dihasilkan dengan tingkat akurasi tertinggi. Sebagaimana kita ketahui, teknologi pemetaan lain pada umumnya terkendala oleh berbagai faktor khususnya terkait tutupan awan yang senantiasa menjadi kendala utama dalam proses akuisisi data geospasial skala besar di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia. Namun demikian, tetap dibutuhkan suatu standar pelaksanaan survei terestrial yang dapat diacu oleh para pemangku kepentingan. Selain kebutuhan akan teknologi dan metodologi yang terstandar secara baik, tentunya dibutuhkan tenaga profesional tersertifikasi dengan kualifikasi pengetahuan, ketrampilan, dan/atau keahlian serta sikap kerja yang relevan dengan pelaksanaan tugas dan syarat jabatannya dalam apa yang disebut sebagai Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI). Selain SKKNI, standar kompetensi juga dapat mengacu pada standar internasional atau standar khusus. Standar kompetensi menjadi persyaratan dasar utama dalam kegiatan penyelenggaraan IG nasional. Berdasarkan analisis kebutuhan SDM nasional, dapat dilakukan identifikasi kualifikasi yang membutuhkan kajian secara spesifik terkait proses bisnis dan industri IG, baik ditinjau dari segi kualifikasi nasional/internasional maupun secara spesifik dalam industri sebagaimana dimaksud.

Pada akhirnya, tulisan ini mengkaji dan merumuskan standar survei terestrial yang dapat digunakan oleh para pemangku kepentingan yang terlibat dalam proses penyelenggaraan IG nasional baik ditinjau dari aspek peraturan/regulasi maupun perkembangan teknologi geospasial terkini. Standar survei terestrial ini menjadi sangat fundamental dan esensial peranannya, terutama dalam situasi di mana begitu beragamnya teknologi dan metode pemrosesan yang tersedia di tengah-tengah masyarakat dan/atau industri IG nasional. Dalam hal ini, penetapan ketentuan sertifikasi profesi yang memiliki kesesuaian dengan standar teknis survei terestrial akan diterapkan secara konsisten dan kontinu. Hal tersebut, selain akan mengakselerasi terwujudnya SDM bidang IG unggul sebagai salah satu faktor penentu terwujudnya penyelenggaraan Data dan Informasi Geospasial (DG/IG), juga akan mendukung penyelenggaraan Informasi Geospasial Dasar (IGD) yang dapat dipertanggungjawabkan kualitasnya khususnya untuk kegiatan perencanaan pembangunan nasional.

Kata kunci : Terestrial, Survei, Akurasi, Geospasial, Sertifikasi, Standar

ABSTRACT

The provision of Large-Scale Geospatial Information (GI) for the whole nation of Republic Indonesia with a land area approximately five times of the Federal Republic of German requires strategy by keeping prioritizing the quality aspect of produced geospatial product. One important step is by preparing the Geospatial Information (GI) in an accelerated innovative process that also consider the cost efficiency especially related with the GI human resources availability as the primary booster. In a comparison, each state under the jurisdiction of the Federal Republic of German has its own technical base mapping unit

fully supported by sophisticated equipment along with the corresponding human resources capital in the context of geodata acquisition, processing, updating and utilization.

In the implementation, terrestrial survey comes as an alternative large-scale topographic mapping especially due to the higher resolution aligned with its geometrical accuracy. On the other hand, the certification and accreditation in GI are still mandatory especially in conjunction with technological improvements and weather situation (cloud coverage) as the main constraints to be considered for the geodata acquisition in Indonesia. This process includes knowledges, skills and/or advancements as well as working behaviour relevant with the tasks and conditions in a so-called Competency Working Standards of Indonesia (SKKNI). In addition to the SKKNI, competency standards can also use relevant international standards or specific standards as a reference. Competency standards are the basic requirements for any activities related with the national GI provision. Based on analysis of the national interests, the qualification identifications can be performed by specific study in the context of business process and GI industry from the scope of above mentioned national/international view as well as particular (GI) industry. The main objective of this paper is to test the impact of the alignment of solutions for national GNSS networks to the global International Terrestrial Reference Frame (ITRF) in a case where an inappropriate procedure applies. It is important to identify how the certain standard must be defined in order to be adopted fairly in practice.

Finally, this paper discusses and formulates the terrestrial survey standards and GI empowerments that can be used by corresponding stakeholders involved in the national GI provision starting from the actual regulation to the technological/industrial perspectives. The standards related with GI provision are essential especially in a situation where there are various technology and method available in the public as well as GI industry. For this purpose, the proper professional certification of terrestrial survey must be carefully regulated in order to prepare excellent GI human resources as the primary component for the provision of reliable GI data and information in favour of the LSTM acceleration.

Keywords : Terrestrial, Survey, Accuracy, Geospatial, Certification, Standard

1. PENDAHULUAN

Undang-undang (UU) No.4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial yang telah diubah melalui UU No.11 Tahun 2020 tentang Cipta Kerja khususnya pada Pasal 18 ayat 2 memberikan prioritas penyelenggaraan Peta Rupabumi Indonesia sebagai komponen Informasi Geospasial Dasar (IGD) skala besar hingga skala 1:1.000 (sesuai kebutuhan). Adapun Peta Rupabumi Indonesia dalam skala besar tersebut hingga saat ini hanya dapat dihasilkan dengan teknologi dan metodologi yang terbatas dengan tingkat produktivitas yang rendah namun membutuhkan biaya yang relatif mahal (Tampubolon, Reinhardt, 2014). Selain itu, untuk mengakselerasi pemenuhan IGD skala besar dibutuhkan tenaga *surveyor* yang berkompeten dan tersertifikasi.

Fungsi detail *surveyor* (FIG, 2008) adalah melakukan akuisisi dan pemanfaatan informasi spasial secara jarak dekat (*close range*), pemotretan udara (aerial) dan citra satelit berikut proses otomasinya. Pada tataran inilah tugas besar seorang *surveyor* dalam rangka memenuhi unsur penyelenggaraan IG yaitu pengumpulan dan pengolahan data, terutama untuk memenuhi skala 1:1.000 yang umumnya diperoleh dari survei terestrial. Selain itu secara kerekayasaan (engineering), fotogrametri terestrial didefinisikan sebagai cabang/bagian dari ilmu/bidang fotogrametri. Fotogrametri terestrial terkait pada pemotretan yang diambil oleh kamera yang ditempatkan pada permukaan

bumi seperti diposisikan secara mandiri oleh tangan manusia (*handheld*), didirikan di atas tripod, di atas menara atau perangkat khusus (Wolf, 2014). Berdasarkan definisi-definisi tersebut jelas bahwa terminologi terestrial dekat dengan *close-range* dan dikonfirmasi oleh istilah *Terrestrial Photogrammetry*. Jadi definisi terestrial artinya obyek yang diukur berjarak relatif dekat dengan sensor dan secara jelas akuisisi aerial (pengukuran udara) tidak termasuk di dalamnya.

Tabel 1. Inventarisasi Sumber Data Geospasial Dasar (Tampubolon, 2020)

Data Sources	Coverage	Notes	Administrative aspect
Optical satellite-based	Global	Cloud coverage constraint	National license
Radar satellite-based		Weather independent	Exclusive license
Airborne InSAR	Regional	Ineffective on heavy rain	Security clearance
Airborne LiDAR		Cloud coverage constraint	
Aerial metric camera	Small area	Quick response to DM	
UAV/drone		Low productivity	
Terrestrial survey			Survey permit

Dengan semakin meningkatnya tantangan penyediaan data dan informasi geospasial dasar skala besar baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang seiring pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, maka dibutuhkan pengembangan metodologi akuisisi dan pemrosesan data geospasial skala besar yang semakin variatif. Sebagaimana tercantum dalam Tabel 1, survei terrestrial merupakan salah satu pilihan yang diperhitungkan dan dipertimbangkan khususnya untuk mendukung akselerasi kegiatan produksi IGD skala besar nasional.

2. PENDEKATAN TEKNIS DAN METODOLOGI

International Terrestrial Reference System (ITRS) merupakan suatu sistem referensi global yang dapat digunakan sebagai acuan seiring perputaran bumi. Pengimplementasiannya di lapangan terwujud melalui kerangka *International Terrestrial Reference Frames (ITRF)* yang terdiri atas pasangan koordinat Titik-titik Kontrol di permukaan bumi.

2.1 Maksud dan Tujuan

Kerangka sebagaimana tersebut di atas dapat digunakan untuk menggambarkan lempeng-lempeng tektonik, pergerakan atau pergeseran tanah regional maupun global ataupun untuk merepresentasikan bumi berikut komponen rotasinya seiring waktu. ITRF dikelola dalam suatu sistem observasi geodetik dan jaringan titik-titik GPS (GNSS) berskala internasional. Dengan demikian ITRF dapat dianggap sebagai kerangka acuan terakurat dan terkini sistem referensi dunia pada umumnya dan khususnya untuk kepentingan survei terestris. Sebagai contoh *World Geodetic System (WGS) 1984* juga mengacu pada ITRF dalam level operasionalnya di lapangan.

Perkembangan teknologi digital dan sensor sebagaimana dijumpai pada peralatan *Terrestrial Laser Scanner (TLS)* menjadi salah satu contoh yang aktual saat ini. Salah satu aspek penting dan penentu kesuksesan operasional pengukuran menggunakan TLS adalah identifikasi pemilihan target (obyek) yang masih menjadi rahasia pabrikan (*blackbox*) terkait persaingan dagang termasuk perlakuan pemilihan target (objek) tersebut dalam perangkat lunak pemrosesannya. Lebih jauh, algoritma pemilihan target tersebut termasuk titik pusat penyiaran sensor sejauh ini belum terdefinisi secara pasti. Hal tersebut mengakibatkan kesulitan bagi para pengguna untuk membandingkan perangkat TLS berikut perangkat lunak pemrosesannya secara objektif di antara produk-produk yang tersedia di pasaran. Hal

tersebut tentunya membutuhkan kajian tim penyusun untuk dapat menentukan kriteria aspek administratif dan teknis secara selektif dikaitkan pada keterbatasan waktu, namun dengan tetap mempertahankan objektivitas hasil keluaran akhir yang diharapkan.

Dengan demikian, standar survei terrestrial yang tersusun ini diharapkan dapat menjadi acuan produsen, maupun masyarakat pengguna dalam rangka menghasilkan data dan informasi geospasial skala besar yang handal dan dapat dipertanggungjawabkan serta memadai sesuai tingkat akurasi yang dipersyaratkan. Sebagai tambahan, tentunya standar survei terrestrial ini dapat menjadi acuan independen terlepas dari kepentingan pabrikan peralatan maupun perangkat lunak pemrosesan yang digunakan.

Sebagai tambahan, faktor penentu yang dapat dibutuhkan dalam mendukung implementasi SNI Survei Terrestrial adalah proses sertifikasi yang bersifat terbuka dan transparan seiring perkembangan teknologi *crowdsourcing* (Harrison, 2013). Sertifikasi kompetensi umumnya didesain berdasarkan dua aspek utama yaitu keterlibatan SDM IG professional dan kontribusi terhadap pengembangan kompetensi terkait. Dengan demikian, pada akhirnya setiap SDM IG tersertifikasi dapat berkontribusi secara teknis dan melakukan publikasi terkait aktivitas teknisnya untuk dapat dikaji lebih lanjut (QGIS, 2021).

2.2 Sasaran

Adapun sasaran kegiatan penyusunan standar survei terrestrial ini adalah:

1. Tersusunnya standar survei terrestrial yang mutakhir dengan mengikuti perkembangan teknologi namun tetap memiliki kelayakan untuk dapat diterapkan sesuai kepentingan penyelenggaraan IGD nasional.
2. Lingkup pekerjaan penyusunan standar survei terrestrial, yang meliputi namun dapat diperluas sesuai tingkat urgensi dan kebutuhan adalah sebagai berikut:
 - a. Survei Titik Kontrol Tanah (GCP)
 - b. Survei Kadastral
 - c. Survei Topografi (Sipat Datar)
 - d. Survei/pemetaan situasi
 - e. Survei Utilitas
3. Pelaksanaan uji implementasi standar survei terestris yang meliputi:
 - a. Persiapan perencanaan survei.
 - b. Penyusunan kebutuhan peralatan.
 - c. Penentuan metodologi pemrosesan data.

- d. Penentuan unsur rupabumi terseleksi yang akan diujisurveikan misal bangunan, titikkontrol tanah
- e. Analisis keluaran dan hasil.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsiderasi yang penting dalam operasionalisasi survei terestrial dengan mengacu pada ITRS adalah berdasarkan resolusi International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) No.2 (Vienna, 1991) adalah:

1. Sistem referensi yang digunakan adalah sistem terpusat bumi (non berotasi) dengan pusat massa terdefinisi untuk seluruh permukaan bumi termasuk samudera dan atmosfer.
2. Satuan pengukuran adalah dalam sistem metrik.
3. Pergerakan horisontal lempeng bumi hendaknya diperhitungkan.

Adapun epok waktu referensi pada umumnya mengacu pada orientasi Bureau International de l'Heure (BIH) pada tahun 1984.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka peranan Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI) menjadi sangat fundamental dan esensial, khususnya guna mencapai tingkat akurasi produk IG skala besar yang dipersyaratkan sesuai peraturan perundangan yang berlaku. Dalam hal ini, setiap kegiatan survei terestris diwajibkan untuk mengacu, memperhitungkan dan menggunakan SRGI dalam setiap tahapan kegiatan yang terkait.

Pada dasarnya, survei terestris sangat erat kaitannya dengan survei geodesi yang dilaksanakan untuk menghasilkan kerangka kontrol dasar acuan dengan tingkat akurasi terbaik dan memenuhi kaidah-kaidah pemetaan skala besar (Tampubolon, 2020). Kerangka survei geodetik dapat diimplementasikan berdasarkan penggunaan titik-titik (monumen) yang terangkai dalam apa yang disebut sebagai Jaring Kerangka Horisontal dan Vertikal Nasional (JKHN/JKVN) dengan mengacu pada SRGI.

3.1 Survei GNSS

CORS adalah titik kontrol yang menggunakan perangkat peralatan GNSS tipe geodetik dan beroperasi secara kontinu selama 24 jam penuh. Infrastruktur ini terdiri atas GNSS receiver berikut antena GNSS (GNSS antenna) sebagai perangkat utamanya, perangkat sistem daya, sensor meteorologi yang terhubung ke jaringan telekomunikasi untuk transfer dan komunikasi datanya. CORS menghasilkan data GNSS yang disimpan, diolah, dan dimanfaatkan untuk berbagai

kebutuhan terkait penentuan posisi baik secara seketika (*real time*) maupun melalui pemrosesan geospasial tertentu di kemudian waktu (*post processing*).

Fungsi utama CORS pada awal pembangunannya di Indonesia adalah untuk mendefinisikan dan memelihara sistem pemetaan nasional, yang saat ini merupakan sistem referensi tunggal SRGI2013 (Sistem Referensi Geospasial Indonesia 2013). Pemanfaatan CORS kemudian berkembang untuk berbagai aplikasi penentuan posisi pada kegiatan survei dan pemetaan menuju penerapan Kebijakan Satu Peta, seperti pemetaan topografi, survei batas wilayah, survei penyusunan rencana tata ruang wilayah, survei kelautan, fotogrametri, dan survei kadaster. Selain itu, CORS juga mendukung percepatan survei dan pemetaan dasar skala besar yang akurat dan *real time*, mendukung manajemen kebencanaan, pemantauan deformasi, mendukung survei kerekayasaan, dan eksplorasi pertambangan.

Di Indonesia, jaring CORS yang dikelola oleh Badan Informasi Geospasial diberi nama Ina-CORS. Ina-CORS dapat dimanfaatkan oleh pemerintah dan swasta melalui beberapa jenis layanan antara lain layanan data RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*), layanan koreksi RTK-NTRIP (*Real Time Kinematic – Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*), dan pengolahan data GNSS secara *online*.

Semakin meningkatnya kebutuhan CORS untuk mendukung kegiatan survei, pemetaan, mitigasi bencana, serta penelitian kebumihutan, maka penyusunan SNI Prosedur Pembangunan CORS yang disusun secara paralel menjadi acuan teknis esensial. Dalam hal ini, data survei berbasis GNSS yang dihasilkan dengan mengacu pada Ina-CORS dapat dimanfaatkan dengan baik secara terintegrasi.

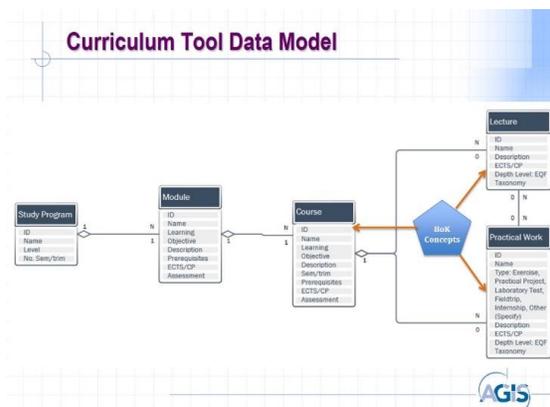
Keberadaan SNI Survei Terestrial berbasis metode GNSS juga diperlukan untuk mendukung pemetaan dasar skala besar terutama untuk realisasi jaring kontrol horizontal sesuai spesifikasi ITRF. Pengukuran titik kontrol horizontal bisa dilakukan menggunakan metode statik singkat (*rapid static*) dengan GNSS. Pengukuran statik singkat merupakan metode survei GNSS yang dilakukan secara statis (tidak bergerak) terhadap suatu objek dalam periode waktu relatif singkat (15-20 menit) dengan mengacu pada titik referensi dan menggunakan minimum satu *receiver* tipe geodetik.

3.2 Standar Kompetensi Surveyor

Seiring perkembangan teknologi IG yang semakin pesat dalam era teknologi informasi ini, BIG meningkatkan peranannya sebagai instansi pemerintah tunggal (pusat) pembina SDM bidang IG yang menjamin pelaksanaan dan penyelenggaraan IG melalui ketersediaan tenaga profesional yang kompeten dan bersertifikat sesuai pasal 56 UU No.4 tahun 2011.

Selain itu, berdasarkan Undang-Undang No.20 tahun 2014 tentang Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian, kegiatan penilaian kesesuaian diterapkan dalam proses assessment Barang, Jasa, Sistem, Proses, atau Personel terhadap persyaratan acuan/referensi.

Lebih detail, sertifikasi adalah serangkaian kegiatan penilaian kesesuaian yang terkait terhadap pemberian jaminan secara tertulis bahwa suatu Barang, Jasa, Sistem, Proses atau Personel telah dinyatakan memenuhi Standar dan/atau peraturan perundangan yang berlaku (Khan, 2016). Kebijakan tersebut diperkuat oleh Undang-Undang No. 13 tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan yang menyatakan bahwa salah satu bentuk pengakuan kompetensi SDM adalah melalui penerbitan sertifikat kompetensi.



Gambar 1. Pendekatan *Body of Knowledge* (BoK) dalam penyusunan Standar Kompetensi Profesional (Reinhardt, 2017)

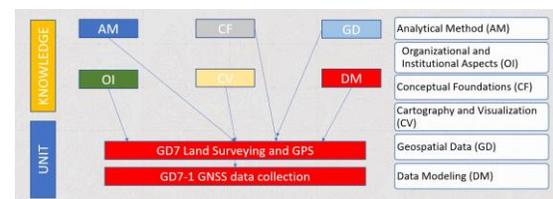
Pada dasarnya survei terrestrial masih dipahami oleh masyarakat umum sebagai metodologi pemetaan yang sangat tradisional dengan tingkat produktivitas yang rendah namun cukup murah untuk area pengukuran yang spesifik. Sebagaimana diketahui, untuk area pengukuran terbatas seperti misalnya berbasis persil tanah, survei terrestrial dapat langsung dilakukan dengan tingkat akurasi terbaik. Sementara di sisi lain perkembangan teknologi sensor survei tanah (*ground survey*) mengalami perkembangan yang sangat pesat seiring dengan teknologi informasi dan

infrastruktur pendukung seperti *Continuously Operating Reference Station* (CORS).

Sebagaimana dijelaskan dalam Reinhardt, 2014, penyusunan Standar Kompetensi berbasis penerapan metode *use case*, ekstensi BoK IG direncanakan dengan terlebih dahulu mengidentifikasi Area Pengetahuan (*Knowledge Area*) berikut Unit Kompetensi (UK) terkait. Konsiderasi peraturan, standar, teknologi, iniatif, kebijakan dan integrasi di bidang IG dan bidang lain menggambarkan urgensi SKKNI yang seyogyanya diterapkan dalam ekstensi sebagaimana tersebut di atas. Berdasarkan SKKNI terbaru, UK berikut disarankan untuk dapat ditambahkan sesuai dengan Standar Kompetensi Internasional (UCGIS, 2006) Geospasial Data (GD7 *Land Surveying* and GPS):

1. M.71IGN00.001.1: Perencanaan Survei Terrestrial
2. M.71IGN00.002.1: *Survey planimetric* (GNSS dan Total Station)
3. M.71IGN00.003.1: Pengukuran Sipat Datar
4. M.71IGN00.004.1: Pemrosesan data survei Jaring Kontrol Geodetik
5. M.71IGN00.005.1: Pemrosesan data GNSS (RTK dan Statik singkat)
6. M.71IGN00.006.1: Produksi, Kompilasi dan Penyajian data Survei Terrestrial

Semua UK tersebut dikembangkan sebagai bagian integral dari Standar Kompetensi Survei Terrestrial (Gambar 2). Dalam implementasinya, berbagai penyesuaian dan modifikasi juga dapat dimungkinkan dengan mengikuti perkembangan situasi dan kondisi terkini (GIN2K, 2016).



Gambar 2. Model konseptual penyusunan Unit Kompetensi

Oleh karena itu, penyusunan standar survei terestris ini diawali dengan studi literatur yang komprehensif untuk menghasilkan kajian kebutuhan dengan mengacu pada kepentingan penyelenggaraan IGD nasional. Selanjutnya sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, tahapan uji implementasi akan menentukan sejauh mana standar ini dapat digunakan dan diterapkan di lapangan dengan mengacu pada data dan informasi geospasial referensi yang telah teruji kualitasnya.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Tersusunnya SNI Survei Terrestrial Skala 1:1.000 Bagian 1: Berbasis GNSS dan Instrumen Optik menjadi momentum yang penting dalam proses akselerasi Penyelenggaraan IG Skala Besar di Indonesia. Industri geospasial nasional akan dapat mengacu pada SNI tersebut untuk menghasilkan IG yang berkualitas dan dapat dipertanggungjawabkan dalam rangka mendukung penyelenggaraan pembangunan nasional berkelanjutan.

Dengan wilayah area daratan hampir sebesar 5 kali luas wilayah Jerman, penyelenggaraan IG di Indonesia membutuhkan strategi akselerasi inovatif dengan tetap mempertimbangkan faktor-faktor terkait terutama kesiapan SDM sebagai komponen utamanya. Proses sertifikasi dan akreditasi bidang IG tetap menjadi prioritas utama penyelenggaraan IG, terutama bila dikaitkan dengan perkembangan teknologi dan cuaca yang senantiasa menjadi kendala utama dalam proses akusisi data geospasial di wilayah NKRI.

Standar Kompetensi *Surveyor* menjadi sangat fundamental, terutama dalam situasi di mana begitu bervariasinya teknologi dan metode pemrosesan yang tersedia di tengah-tengah masyarakat dan/atau industri pemetaan. Dalam hal ini, penetapan ketentuan sertifikasi profesi yang sesuai menjadi sangat esensial guna mempersiapkan SDM IG unggul sebagai salah satu sumber penyelenggaraan Data dan Informasi Geospasial (DG/IG) yang andal dan dapat dipertanggungjawabkan khususnya untuk kegiatan pemetaan dan pemutakhiran peta skala besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan apresiasi disampaikan kepada *Working Group on GI* (AGIS) di University of Bundeswehr Munich (UniBw) atas pemberian akses terhadap Perangkat Modifikasi Kurikulum SDM IG.

DAFTAR PUSTAKA

- Tampubolon, W., 2020. *Investigations for an Improved Large Scale Topographic Mapping in Indonesia*, Dissertation, Geoinformatics, Faculty of Informatics, University of Bundeswehr Munich, Germany.
- Khan, T.U.R., Davis, P., Behr, F.-J., 2016. A Framework for An Open Source Geospatial Certification Model. *ISPRS-International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* Volume XLI-B6, 57–64.
- GIN2K, 2016. GIN2K: “Geographic Information – Need to Know“. <http://www.gi-n2k.eu/> (accessed October 30, 2021)
- Reinhardt, W. and Toppen, F., 2008. *The UCGIS Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge – Some thoughts from a European Perspective*. GIScience 2008-Fifth International Conference on Geographic Information Science. Park City, Utah, USA.
- Reinhardt, W., 2011. *Geoinformatics education in different disciplines-Challenges, approaches and experiences*. In: Proceedings LeGIO workshop on GI education.
- Reinhardt, W., 2014. Zur Bedeutung eines “Body of Knowledge“ für die Geoinformatik. Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation, Band 23, Potsdam, SEYFERT, E., GÜLCH, E., HEIPKE, C., SCHIEWE, J., SESTER, M. (Hrsg.), Beitrag 133.
- Reinhardt, W., Hossain, I., 2017. Nutzung eines Body of Knowledge für das Curriculum Design. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF in Würzburg – Publikationen der DGPF, Band 26, 342–349.
- Wolf, Paul R., 2014. *Elements of Photogrammetry with Applications in GIS*, Fourth Edition, McGraw-Hill Education, ISBN: 9780071761123.
- Tampubolon, W., and Reinhardt, W., 2014. *Automatic Large Scale Topographical Map Updating using Open Street Map (OSM) Data within NoSQL Database Platform*. In 7th Applied Geoinformatics for Society and Environment (AGSE), International Summer School and Conference, Stuttgart, Germany.
- DiBiase, D., DeMers, M., Johnson, A., Kemp, K., Luck, A.T., Plewe, B., Wentz, E., 2007. *Introducing the First Edition of Geographic Information Science and Technology Body of Knowledge*. Cartography and Geographic Information Science, Vol. 34, No. 2, 2007, pp. 113-120.
- QGIS, 2021. *QGIS is a GIS open source processing software*. QGIS-project. <https://issues.qgis.org/projects/qgis/wiki/Certification> (accessed October 30, 2021)
- Harrison, J., 2013. *Using NoSQL & HTML5 Libraries to rapidly generate interactive web visualizations of high-volume spatiotemporal data*. In Free and Open Source Software for Geospatial (FOSS4G) annual meeting, Nottingham, UK.
- UCGIS, 2006. *UCGIS GI S&T Body of Knowledge*. <https://gistbok.ucgis.org/bok-basic-page/welcome-gist-body-knowledge> (accessed October 30, 2021).