



PERATURAN BADAN INFORMASI GEOSPASIAL  
REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 18 TAHUN 2021  
TENTANG  
TATA CARA PENYELENGGARAAN INFORMASI GEOSPASIAL

DENGAN RAHMAT TUHAN YANG MAHA ESA

KEPALA BADAN INFORMASI GEOSPASIAL REPUBLIK INDONESIA,

Menimbang : bahwa untuk melaksanakan ketentuan Pasal 12 ayat (9), Pasal 17 ayat (4), Pasal 76, Pasal 108 ayat (3), Pasal 110 ayat (3), dan Pasal 117 Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial, perlu menetapkan Peraturan Badan Informasi Geospasial tentang Tata Cara Penyelenggaraan Informasi Geospasial;

Mengingat : 1. Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 55, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 6657);

2. Peraturan Presiden Nomor 94 Tahun 2011 tentang Badan Informasi Geospasial (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2011 Nomor 144) sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Presiden Nomor 127 Tahun 2015 tentang Perubahan atas Peraturan Presiden Nomor 94 Tahun 2011 tentang Badan Informasi Geospasial (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 255);
3. Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 4 Tahun 2020 tentang Organisasi dan Tata Kerja Badan Informasi Geospasial (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 827);

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : PERATURAN BADAN INFORMASI GEOSPASIAL TENTANG TATA CARA PENYELENGGARAAN INFORMASI GEOSPASIAL.

BAB I

KETENTUAN UMUM

Pasal 1

Dalam Peraturan Badan ini yang dimaksud dengan:

1. Data Geospasial yang selanjutnya disingkat DG adalah data tentang lokasi geografis, dimensi atau ukuran, dan/atau karakteristik objek alam dan/atau buatan manusia yang berada di bawah, pada, atau di atas permukaan bumi.
2. Informasi Geospasial yang selanjutnya disingkat IG adalah DG yang sudah diolah sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu dalam perumusan kebijakan, pengambilan keputusan, dan/atau pelaksanaan kegiatan yang berhubungan dengan ruang kebumihan.

3. Informasi Geospasial Dasar yang selanjutnya disingkat IGD adalah IG yang berisi tentang objek yang dapat dilihat secara langsung atau diukur dari kenampakan fisik di muka bumi dan yang tidak berubah dalam waktu yang relatif lama.
4. Informasi Geospasial Tematik yang selanjutnya disingkat IGT adalah IG yang menggambarkan satu atau lebih tema tertentu yang dibuat mengacu pada IGD.
5. Data Geospasial Dasar yang selanjutnya disebut DG Dasar adalah DG yang digunakan sebagai dasar dalam pembuatan IGD.
6. Data Geospasial Tematik yang selanjutnya disingkat DG Tematik adalah DG dengan tema tertentu yang digunakan dalam pembuatan peta tematik.
7. Jaring Kontrol Geodesi adalah sebaran titik kontrol geodesi yang terintegrasi dalam satu kerangka referensi.
8. Sistem Referensi Geospasial Indonesia yang selanjutnya disingkat SRGI adalah sistem referensi koordinat yang digunakan secara nasional dan konsisten untuk seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia serta kompatibel dengan sistem referensi geospasial global.
9. Peta Dasar adalah peta yang menampilkan informasi geospasial berupa permukaan bumi berikut objek-objek yang ada di atasnya yang tidak berubah dalam waktu lama sebagai acuan dalam pembuatan dan penyajian IGT.
10. Peta Rupabumi Indonesia yang selanjutnya disebut Peta RBI adalah Peta Dasar yang memberikan informasi yang mencakup wilayah darat, pantai, dan laut.
11. Wahana adalah sarana angkut yang dilengkapi dengan peralatan pengumpulan DG.
12. Pemutakhiran adalah pembaharuan data dan informasi.

13. Badan Informasi Geospasial yang selanjutnya disebut Badan adalah lembaga pemerintah nonkementerian yang mempunyai tugas, fungsi, dan kewenangan yang membidangi urusan tertentu dalam hal ini bidang penyelenggaraan IGD.
14. Instansi Pemerintah adalah kementerian dan lembaga pemerintah nonkementerian.
15. Pemerintah Daerah adalah kepala daerah sebagai unsur penyelenggara pemerintahan daerah yang memimpin pelaksanaan urusan pemerintahan yang menjadi kewenangan daerah otonom.
16. Badan Usaha adalah badan usaha milik negara, badan usaha milik daerah, atau badan usaha yang berbadan hukum.
17. Setiap Orang adalah orang perseorangan, kelompok orang, atau Badan Usaha.
18. Penyelenggara IGT adalah Instansi Pemerintah, Pemerintah Daerah, dan/atau Setiap Orang.
19. Metadata adalah data yang menjelaskan riwayat dan karakteristik DG Dasar dan IGD.
20. Hari adalah hari kerja sesuai dengan yang ditetapkan oleh Pemerintah Pusat.
21. *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disingkat GNSS adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
22. Pejabat Pimpinan Tinggi adalah pejabat pimpinan tinggi di Badan.

## Pasal 2

Jenis IG terdiri atas:

- a. IGD; dan
- b. IGT.

## BAB II PENYELENGGARAAN INFORMASI GEOSPASIAL DASAR

### Bagian Kesatu Umum

#### Pasal 3

- (1) IGD diselenggarakan oleh Badan.
- (2) IGD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
  - a. Jaring Kontrol Geodesi; dan
  - b. Peta Dasar.
- (3) Penyelenggaraan IGD sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilakukan melalui kegiatan:
  - a. pengumpulan DG Dasar;
  - b. pengolahan DG Dasar dan IGD;
  - c. penyimpanan dan pengamanan DG Dasar dan IGD;
  - d. penyebarluasan DG Dasar dan IGD; dan
  - e. penggunaan IGD.

#### Pasal 4

- (1) Jaring Kontrol Geodesi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (2) huruf a merupakan realisasi dari SRGI.
- (2) SRGI sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
  - a. SRGI horizontal; dan
  - b. SRGI vertikal.
- (3) SRGI horizontal sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a digunakan sebagai acuan posisi horizontal dalam penyelenggaraan IGD.
- (4) SRGI vertikal sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b digunakan sebagai acuan posisi vertikal dalam penyelenggaraan IGD.
- (5) Posisi vertikal sebagaimana dimaksud pada ayat (4) mencakup ketinggian dan kedalaman suatu titik.

## Pasal 5

- (1) Peta Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (2) huruf b terdiri atas unsur:
  - a. garis pantai;
  - b. hipsografi;
  - c. perairan;
  - d. nama rupabumi;
  - e. batas wilayah;
  - f. transportasi dan utilitas;
  - g. bangunan dan fasilitas umum; dan
  - h. penutup lahan.
- (2) Unsur Peta Dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi unsur yang berada di wilayah darat, pantai, dan laut.

## Pasal 6

- (1) Garis pantai sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) huruf a terdiri atas:
  - a. garis pantai pasang tertinggi;
  - b. garis pantai muka laut rata-rata; dan
  - c. garis pantai surut terendah.
- (2) Garis pantai sebagaimana dimaksud pada ayat (1) mengacu pada jaring kontrol vertikal nasional.
- (3) Jaring kontrol vertikal nasional sebagaimana dimaksud pada ayat (2) merupakan realisasi dari datum pasang surut pada SRGI vertikal.
- (4) Penentuan datum pasang surut sebagaimana dimaksud pada ayat (3) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan mengenai SRGI.
- (5) Dalam hal jaring kontrol vertikal nasional sebagaimana dimaksud pada ayat (2) tidak tersedia, garis pantai mengacu pada *geoid*.

#### Pasal 7

- (1) Garis pantai pasang tertinggi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (1) huruf a ditentukan berdasarkan datum pasang surut muka laut rata-rata tinggi purnama (*Mean High Water Spring*).
- (2) Dalam hal tidak dapat ditentukan berdasarkan datum pasang surut muka laut rata-rata tinggi purnama (*Mean High Water Spring*), garis pantai pasang tertinggi ditentukan berdasarkan indikasi kedudukan muka laut pada saat pasang tertinggi melalui interpretasi citra tegak resolusi tinggi, foto udara, dan/atau DG lain.

#### Pasal 8

Garis pantai muka laut rata-rata sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (1) huruf b ditentukan berdasarkan datum pasang surut muka laut rata-rata (*Mean Sea Level*).

#### Pasal 9

Garis pantai surut terendah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (1) huruf c ditentukan berdasarkan datum pasang surut muka laut terendah secara astronomis (*Lowest Astronomical Tide*).

#### Pasal 10

- (1) Hipsografi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) huruf b merupakan garis khayal untuk menggambarkan semua titik yang mempunyai ketinggian yang sama di permukaan bumi atau kedalaman yang sama di dasar laut.
- (2) Hipsografi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
  - a. titik ketinggian dan titik kedalaman; dan
  - b. kontur ketinggian dan kontur kedalaman.
- (3) Hipsografi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) mencakup wilayah darat, pantai, dan laut secara terintegrasi.

- (4) Hipsografi sebagaimana dimaksud pada ayat (3) mengacu pada *geoid*.

#### Pasal 11

Perairan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) huruf c merupakan kumpulan massa air yang terdapat di wilayah tertentu baik yang bersifat dinamis seperti antara lain laut dan sungai maupun statis seperti antara lain danau, waduk atau kolam.

#### Pasal 12

- (1) Nama rupabumi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) huruf d merupakan nama yang diberikan pada unsur rupabumi.
- (2) Nama rupabumi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
  - a. nama rupabumi unsur alami; dan
  - b. nama rupabumi unsur buatan.
- (3) Penyelenggaraan nama rupabumi dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

#### Pasal 13

- (1) Batas wilayah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) huruf e meliputi:
  - a. batas negara; dan
  - b. batas wilayah administrasi.
- (2) Batas wilayah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) digambarkan berdasarkan dokumen yang mengikat secara hukum yang diterbitkan oleh Instansi Pemerintah yang berwenang.
- (3) Dalam hal belum terdapat dokumen yang mengikat secara hukum sebagaimana dimaksud pada ayat (2), digunakan batas wilayah sementara yang penggambarannya dibedakan dengan menggunakan simbol dan/atau warna khusus.



#### Pasal 14

- (1) Batas negara sebagaimana dimaksud dalam Pasal 13 ayat (1) huruf a meliputi:
  - a. batas darat; dan
  - b. batas maritim.
- (2) Batas darat sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a merupakan batas antara Negara Kesatuan Republik Indonesia dengan negara tetangga yang bersebelahan di darat.
- (3) Batas maritim sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b merupakan batas antara Negara Kesatuan Republik Indonesia dengan negara tetangga yang bersebelahan dan berseberangan di laut.
- (4) Batas maritim sebagaimana dimaksud pada ayat (3) terdiri atas:
  - a. batas laut teritorial;
  - b. batas zona tambahan;
  - c. batas zona ekonomi eksklusif; dan
  - d. batas landas kontinen.

#### Pasal 15

Batas wilayah administrasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 13 ayat (1) huruf b meliputi:

- a. batas provinsi;
- b. batas kabupaten/kota;
- c. batas kecamatan; dan
- d. batas desa/kelurahan.

#### Pasal 16

Transportasi dan utilitas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) huruf f merupakan prasarana fisik untuk perpindahan manusia dan/atau barang dari satu tempat ke tempat lain.

#### Pasal 17

Bangunan dan fasilitas umum sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) huruf g merupakan objek buatan manusia dan berbagai fasilitas umum yang berwujud bangunan.

#### Pasal 18

Penutup lahan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 5 ayat (1) huruf h merupakan penampakan area tutupan di atas permukaan bumi yang terdiri atas:

- a. bentang alam; dan/atau
- b. bentang buatan.

### Bagian Kedua

#### Pengumpulan Data Geospasial Dasar

##### Paragraf 1

##### Umum

#### Pasal 19

- (1) Pengumpulan DG Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (3) huruf a merupakan proses atau cara untuk mendapatkan DG Dasar yang dilakukan dengan menggunakan metode dan instrumen pengumpulan DG Dasar.
- (2) Pengumpulan DG Dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan di wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia dan wilayah yurisdiksinya.

#### Pasal 20

- (1) DG Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 19 ayat (1) merupakan DG yang digunakan sebagai dasar dalam pembuatan Jaring Kontrol Geodesi dan Peta Dasar.

- (2) DG Dasar yang digunakan untuk pembuatan Jaring Kontrol Geodesi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
  - a. data pengukuran jarak, sudut, dan/atau beda tinggi;
  - b. data pengamatan GNSS;
  - c. data pengukuran gayaberat; dan/atau
  - d. data pengamatan pasang surut.
- (3) DG Dasar yang digunakan untuk pembuatan Peta Dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
  - a. data pengukuran jarak, sudut, dan/atau beda tinggi;
  - b. data pengamatan GNSS;
  - c. *stereo model*;
  - d. citra tegak resolusi tinggi;
  - e. data ketinggian dan data kedalaman; dan/atau
  - f. *digital elevation model* berupa *digital surface model* dan *digital terrain model*.

#### Pasal 21

- (1) Pengumpulan DG Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 20 dilakukan dengan:
  - a. survei, pengukuran, dan/atau pengamatan menggunakan metode dan instrumen pengumpulan DG Dasar;
  - b. mengolah data hasil survei, pengukuran dan/atau pengamatan yang menggunakan metode dan instrumen pengumpulan DG Dasar; dan/atau
  - c. cara lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.
- (2) Instrumen pengumpulan DG Dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dan huruf b digunakan pada:
  - a. wahana darat;
  - b. wahana air;
  - c. wahana udara; atau
  - d. wahana angkasa.

- (3) Cara lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c ditetapkan oleh Pejabat Pimpinan Tinggi madya yang membidangi urusan IGD.

#### Pasal 22

Pengumpulan DG Dasar pada wahana darat sebagaimana dimaksud dalam Pasal 21 ayat (2) huruf a dilakukan menggunakan satu atau lebih instrumen pengumpulan DG Dasar yang meliputi:

- a. perangkat *GNSS* geodetik;
- b. sensor lidar;
- c. *gravimeter*; dan/atau
- d. instrumen pengumpulan DG Dasar lainnya.

#### Pasal 23

Pengumpulan DG Dasar pada wahana air sebagaimana dimaksud dalam Pasal 21 ayat (2) huruf b dilakukan dengan menggunakan instrumen pengumpulan DG Dasar yang terdiri atas:

- a. perangkat *GNSS* geodetik;
- b. *echosounder*;
- c. *automatic water level recorder*;
- d. *gravimeter*; dan/atau
- e. instrumen pengumpulan DG Dasar lainnya.

#### Pasal 24

Pengumpulan DG Dasar pada wahana udara sebagaimana dimaksud dalam Pasal 21 ayat (2) huruf c dilakukan dengan menggunakan instrumen pengumpulan DG Dasar yang terdiri atas:

- a. perangkat *GNSS* geodetik;
- b. kamera udara metrik;
- c. kamera udara nonmetrik;
- d. sensor lidar;
- e. sensor radar;
- f. *airborne gravimeter*; dan/atau

- g. instrumen pengumpulan DG Dasar lainnya.

#### Pasal 25

Pengumpulan DG Dasar pada wahana angkasa sebagaimana dimaksud dalam Pasal 21 ayat (2) huruf d dilakukan dengan menggunakan instrumen pengumpulan DG Dasar yang terdiri atas:

- a. sensor optis;
- b. sensor radar;
- c. sensor lidar;
- d. sensor gayaberat; dan/atau
- e. instrumen pengumpulan DG Dasar lainnya.

#### Paragraf 2

#### Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar

#### Pasal 26

- (1) Pengumpulan DG Dasar harus dilaksanakan sesuai dengan standar pengumpulan DG Dasar.
- (2) Standar pengumpulan DG Dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) paling sedikit memuat:
  - a. spesifikasi teknis DG Dasar; dan
  - b. prosedur pengumpulan DG Dasar.
- (3) Standar pengumpulan DG Dasar untuk Jaring Kontrol Geodesi meliputi standar:
  - a. pengamatan GNSS menggunakan *continuously operating reference station* pada Jaring Kontrol Geodesi;
  - b. survei GNSS episodik pada Jaring Kontrol Geodesi;
  - c. pengukuran gayaberat pada Jaring Kontrol Geodesi;
  - d. survei gayaberat terestris;
  - e. survei gayaberat *airborne*;
  - f. survei pengukuran sipat datar;
  - g. pengamatan pasang surut; dan
  - h. pengumpulan DG Dasar lainnya untuk pembuatan Jaring Kontrol Geodesi.

- (4) Standar pengumpulan DG Dasar untuk Peta Dasar meliputi standar:
- survei udara menggunakan kamera udara metrik;
  - survei udara menggunakan kamera udara nonmetrik;
  - survei udara menggunakan sensor lidar;
  - survei udara menggunakan sensor radar;
  - penyediaan citra satelit tegak resolusi tinggi;
  - survei batimetri menggunakan *echosounder*;
  - survei batimetri menggunakan sensor lidar;
  - satellite derived bathymetry*;
  - survei terestris garis pantai;
  - survei batas wilayah; dan
  - pengumpulan DG Dasar lainnya untuk pembuatan Peta Dasar.
- (5) Standar pengumpulan DG Dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (2) tercantum dalam lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Peraturan Badan ini.
- (6) Standar pengumpulan DG Dasar lainnya sebagaimana dimaksud pada ayat (3) huruf h dan ayat (4) huruf k ditetapkan oleh Kepala Badan.

### Bagian Ketiga

## Pengolahan Data Geospasial Dasar dan Informasi Geospasial Dasar

### Paragraf 1

#### Umum

### Pasal 27

- (1) Pengolahan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (3) huruf b merupakan proses atau tata cara mengolah DG Dasar menjadi IGD.

- (2) Pengolahan DG Dasar dan IGD meliputi:
- a. pemrosesan DG Dasar; dan
  - b. penyajian IGD.

#### Paragraf 2

#### Pemrosesan Data Geospasial Dasar

#### Pasal 28

Pemrosesan DG Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 27 ayat (2) huruf a terdiri atas:

- a. pemrosesan DG Dasar untuk membuat Jaring Kontrol Geodesi; dan
- b. pemrosesan DG Dasar untuk membuat Peta Dasar.

#### Pasal 29

Pemrosesan DG Dasar untuk membuat Jaring Kontrol Geodesi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 28 huruf a dilaksanakan dengan:

- a. melakukan perhitungan koordinat dengan mengacu pada standar internasional dan diikatkan pada data Jaring Kontrol Geodesi global;
- b. menyimpan data dalam format yang mengacu pada standar internasional; dan
- c. menyertakan Metadata yang memuat paling sedikit tahun pembuatan, sumber data, dan informasi kualitas.

#### Pasal 30

- (1) Pemrosesan DG Dasar untuk membuat Peta Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 28 huruf b dilaksanakan dengan:
  - a. pelaksanaan ekstraksi aspek geometri unsur Peta Dasar;
  - b. pembangunan basis data unsur Peta Dasar; dan
  - c. pembuatan Metadata unsur Peta Dasar.

- (2) Pelaksanaan ekstraksi aspek geometri unsur Peta Dasar sebagaimana yang dimaksud pada ayat (1) huruf a dilaksanakan dengan:
  - a. interpretasi secara manual dan/atau otomatis; dan/atau
  - b. pemodelan.
- (3) Pembangunan basis data unsur Peta Dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b dilaksanakan dengan:
  - a. menggunakan katalog unsur Peta Dasar;
  - b. memastikan geometri unsur Peta Dasar sesuai dengan kaidah topologi; dan
  - c. menambahkan informasi atribut dari hasil pengumpulan data di lapangan dan/atau data sekunder.
- (4) Pembuatan Metadata unsur Peta Dasar sebagaimana dimaksud dalam pada ayat (1) huruf c dilaksanakan sesuai dengan standar nasional Indonesia mengenai Metadata.

#### Pasal 31

Ketentuan lebih lanjut mengenai tata cara pemrosesan DG Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 28 ditetapkan oleh Pejabat Pimpinan Tinggi madya yang membidangi urusan IGD.

#### Paragraf 3

#### Penyajian Informasi Geospasial Dasar

#### Pasal 32

- Penyajian IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 27 ayat (2) huruf b terdiri dari:
- a. penyajian Jaring Kontrol Geodesi; dan
  - b. penyajian Peta Dasar.



### Pasal 33

- (1) Penyajian Jaring Kontrol Geodesi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 32 huruf a paling sedikit memuat nilai:
  - a. koordinat kartesian geosentrik 3 (tiga) dimensi;
  - b. koordinat geodetik;
  - c. kecepatan pergeseran koordinat sebagai fungsi waktu;
  - d. tinggi orthometrik; dan
  - e. nilai gayaberat.
- (2) Jaring Kontrol Geodesi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disajikan dalam format:
  - a. digital; dan
  - b. analog.
- (3) Penyajian Jaring Kontrol Geodesi dalam format digital sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a dilaksanakan dalam bentuk layanan aplikasi berbasis web.
- (4) Penyajian Jaring Kontrol Geodesi dalam format analog sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b dilaksanakan dalam bentuk daftar koordinat titik kontrol geodesi.

### Pasal 34

- (1) Penyajian Peta Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 32 huruf b dilaksanakan dalam bentuk:
  - a. digital; dan
  - b. analog.
- (2) Penyajian Peta Dasar dalam bentuk digital sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a terdiri atas:
  - a. peta digital 2 (dua) dimensi;
  - b. peta digital 3 (tiga) dimensi;
  - c. peta interaktif;
  - d. peta multimedia;
  - e. model 3 (tiga) dimensi;
  - f. aplikasi berbasis *web*;
  - g. aplikasi berbasis seluler;

- h. *web services*; dan/atau
  - i. penyajian Peta Dasar dalam bentuk digital lainnya.
- (3) Penyajian Peta Dasar dalam bentuk analog sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b berupa:
- a. peta cetak; dan/atau
  - b. penyajian Peta RBI dalam bentuk analog lainnya.
- (4) Penyajian Peta Dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan pedoman teknis penyajian dan standar kartografi Peta RBI.
- (5) Pedoman teknis penyajian dan standar kartografi Peta RBI sebagaimana dimaksud pada ayat (4) ditetapkan oleh Pejabat Pimpinan Tinggi madya yang membidangi urusan IGD.

#### Bagian Keempat

### Penyimpanan dan Pengamanan Data Geospasial Dasar dan Informasi Geospasial Dasar

#### Paragraf 1

#### Umum

#### Pasal 35

Penyimpanan dan pengamanan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (3) huruf c merupakan cara menempatkan DG Dasar dan IGD pada tempat yang aman dan tidak rusak atau hilang untuk menjamin ketersediaan IGD.

#### Pasal 36

Penyimpanan dan pengamanan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 35 meliputi:

- a. data hasil pengumpulan DG Dasar;
- b. DG Dasar;
- c. IGD; dan
- d. data dan informasi lainnya yang terkait.

## Paragraf 2

### Penyimpanan Data Geospasial Dasar dan Informasi Geospasial Dasar

#### Pasal 37

Penyimpanan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 36 dilakukan:

- a. dalam sistem penyimpanan DG Dasar dan IGD; dan
- b. dengan prasarana dan sarana berbasis teknologi informasi dan komunikasi.

#### Pasal 38

- (1) Sistem penyimpanan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 37 huruf a merupakan sistem penyimpanan dalam suatu lingkungan komputasi yang terisolasi, terpisah, dan berbeda sesuai dengan tujuan penyimpanan.
- (2) Lingkungan komputasi yang terisolasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
  - a. lingkungan pengembangan sistem penyimpanan DG Dasar dan IGD;
  - b. lingkungan pengujian sistem penyimpanan DG Dasar dan IGD;
  - c. lingkungan produksi DG Dasar dan IGD; dan
  - d. lingkungan penyebarluasan DG Dasar dan IGD.

#### Pasal 39

- (1) Prasarana dan sarana berbasis teknologi informasi dan komunikasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 37 huruf b harus memenuhi persyaratan.
- (2) Persyaratan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
  - a. tempat dan lokasi penyimpanan yang aman dan tidak membahayakan keberadaan DG Dasar dan IGD yang disimpan;

- b. kontrol lingkungan ruang penyimpanan yang disesuaikan dengan jenis DG Dasar dan IGD yang disimpan; dan
  - c. pencegahan dan perlindungan terhadap potensi bahaya yang dapat mengakibatkan rusak atau hilangnya DG Dasar dan IGD.
- (3) Prasarana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
- a. ruang penyimpanan;
  - b. perangkat pendukung ruang penyimpanan berupa pengatur suhu dan kelembaban;
  - c. perangkat pengamanan ruang penyimpanan berupa perangkat autentikasi akses dan pemadam kebakaran;
  - d. sistem pengelolaan ruang penyimpanan;
  - e. ruang perawatan dan pemulihan;
  - f. ruang pelayanan; dan
  - g. ruang alih media.
- (4) Sarana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
- a. media penyimpanan DG Dasar dan IGD;
  - b. media penyimpanan duplikat DG Dasar dan IGD digital;
  - c. perangkat lunak penyimpanan untuk DG Dasar dan IGD digital;
  - d. sistem dan aplikasi antarmuka pengelolaan basis data geospasial;
  - e. perangkat perawatan dan pemulihan;
  - f. perangkat dan aplikasi alih media data analog ke digital;
  - g. sistem pengelolaan basis data dan aplikasi pengelolaan katalog; dan/atau
  - h. sistem manajemen pengguna.

#### Pasal 40

Media penyimpanan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 39 ayat (4) huruf a terdiri atas:

- a. media penyimpanan digital; dan
- b. media penyimpanan analog.

#### Pasal 41

- (1) Media penyimpanan digital sebagaimana dimaksud dalam Pasal 40 huruf a digunakan untuk DG Dasar dan IGD yang berbentuk digital.
- (2) Media penyimpanan digital sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
  - a. komputer;
  - b. server;
  - c. *storage*;
  - d. *tape*;
  - e. media penyimpanan berbasis *cloud*; dan/atau
  - f. bentuk media penyimpanan digital lainnya.

#### Pasal 42

- (1) Media penyimpanan analog sebagaimana dimaksud dalam Pasal 40 huruf b digunakan untuk DG Dasar dan IGD yang berbentuk analog.
- (2) Media penyimpanan analog sebagaimana dimaksud pada ayat (1) antara lain berupa lemari, rak, dan/atau media penyimpanan analog lainnya.
- (3) DG Dasar dan IGD yang disimpan dalam media penyimpanan analog sebagaimana dimaksud pada ayat (2) harus dilakukan penataan melalui penempatan indeks, pelabelan, dan pencantuman Metadata dan/atau riwayat data.

### Paragraf 3

## Pengamanan Data Geospasial Dasar dan Informasi Geospasial Dasar

### Pasal 43

- (1) Pengamanan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 36 merupakan upaya untuk melindungi DG Dasar dan IGD dari berbagai hal yang dapat menghilangkan, merusak dan/atau tindakan yang tidak diinginkan dari pengguna yang tidak berhak.
- (2) Pengamanan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan terhadap:
  - a. DG Dasar dan IGD; dan
  - b. sarana dan prasarana penyimpanan DG Dasar dan IGD.

### Pasal 44

- (1) Pengamanan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 43 ayat (2) meliputi:
  - a. pengamanan fisik;
  - b. pengamanan *logic*; dan
  - c. pengamanan administratif.
- (2) Pengamanan fisik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dilakukan melalui:
  - a. kendali terhadap akses ruang penyimpanan, pemasangan teralis, kunci ganda, pemasangan kamera pengawas, dan peralatan pengamanan fisik lainnya; dan
  - b. membuat duplikat penyimpanan DG Dasar dan IGD yang sinkron dengan penyimpanan utama pada lokasi penyimpanan yang berbeda.
- (3) Duplikat penyimpanan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b dapat dilakukan dengan cara:
  - a. replikasi basis data;
  - b. *disk to disk backup*;
  - c. *disk to tape backup*; dan/atau

- d. *data center to disaster recovery center backup.*
- (4) Pengamanan *logic* sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b dilakukan melalui penggunaan kode enkripsi dan perubahannya yang terdokumentasikan serta memenuhi aspek kerahasiaan, keutuhan, autentikasi, dan nirpenyangkalan.
- (5) Pengamanan administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c dilakukan melalui penerapan proses administrasi untuk menjamin keabsahan DG Dasar dan IGD dengan mengacu pada kebijakan, standar, dan prosedur operasional pengamanan DG Dasar dan IGD yang dikecualikan atau informasi berklasifikasi.

#### Paragraf 4

#### Pengaksesan Kembali

#### Pasal 45

- (1) DG Dasar dan IGD yang telah disimpan harus dapat diakses kembali oleh pengguna sesuai dengan hak akses yang dimiliki.
- (2) Sistem pengaksesan kembali sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
- a. sistem pengaksesan kembali untuk DG Dasar dan IGD digital; dan
  - b. sistem pengaksesan kembali untuk DG Dasar dan IGD analog.
- (3) Sistem Pengaksesan kembali untuk DG Dasar dan IGD digital sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a mengacu pada sistem manajemen pengguna.
- (4) Sistem pengaksesan kembali untuk DG Dasar dan IGD analog sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b dilaksanakan dalam bentuk katalog, sistem informasi, dan/atau lemari penyimpanan yang terorganisasi.

Bagian Kelima  
Penyebarluasan Data Geospasial Dasar  
dan Informasi Geospasial Dasar

Pasal 46

- (1) Penyebarluasan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (3) huruf d merupakan kegiatan pemberian akses, pendistribusian, dan pertukaran DG Dasar dan IGD.
- (2) Pemberian akses sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan mengenai keterbukaan informasi publik.

Pasal 47

Penyebarluasan DG Dasar dan IGD dilakukan terhadap DG Dasar dan IGD yang telah ditetapkan oleh Kepala Badan.

Pasal 48

- (1) Penyebarluasan DG Dasar dan IGD dilakukan melalui media elektronik dan/atau media cetak.
- (2) Penyebarluasan DG Dasar dan IGD melalui media elektronik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan melalui Jaringan IG nasional.
- (3) Penyebarluasan DG Dasar dan IGD melalui media cetak sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa daftar koordinat Jaring Kontrol Geodesi dan/atau Peta Dasar dalam format analog.



Bagian Keenam  
Penggunaan Informasi Geospasial Dasar

Pasal 49

- (1) Penggunaan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (3) huruf e merupakan kegiatan untuk memperoleh manfaat baik secara langsung maupun tidak langsung.
- (2) IGD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) digunakan antara lain untuk:
  - a. acuan dalam pembuatan IGT;
  - b. acuan dalam integrasi IGT;
  - c. latar belakang dan orientasi dalam menyajikan IGT;
  - d. analisis geospasial dalam proses pengambilan keputusan; dan/atau
  - e. bentuk penggunaan IGD lainnya.

Bagian Ketujuh  
Pemutakhiran Informasi Geospasial Dasar

Pasal 50

- (1) Pemutakhiran IGD diselenggarakan oleh Badan.
- (2) Pemutakhiran IGD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan terhadap:
  - a. Jaring Kontrol Geodesi; dan/atau
  - b. Peta Dasar.
- (3) Pemutakhiran IGD dilakukan dalam jangka waktu tertentu atau sewaktu-waktu.

Pasal 51

- (1) Pemutakhiran IGD dalam jangka waktu tertentu sebagaimana dimaksud dalam Pasal 50 ayat (3) dilaksanakan paling cepat setiap 1 (satu) tahun dan paling lambat setiap 5 (lima) tahun.

- (2) Pemutakhiran IGD dalam jangka waktu tertentu sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan pada bagian IGD yang mengalami perubahan berdasarkan identifikasi kebutuhan pemutakhiran.
- (3) Identifikasi kebutuhan pemutakhiran sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilakukan dengan pengumpulan DG Dasar dan/atau tanpa pengumpulan DG Dasar.

#### Pasal 52

- (1) Pemutakhiran IGD sewaktu-waktu sebagaimana dimaksud dalam pasal 50 ayat (3) dilaksanakan dalam hal:
  - a. terjadi peristiwa tertentu yang berakibat berubahnya IGD dalam suatu wilayah dan mempengaruhi pola dan struktur kehidupan masyarakat; atau
  - b. tersedianya IGD di wilayah yang sama dengan skala yang lebih besar atau ketelitian yang lebih tinggi.
- (2) Pemutakhiran sewaktu-waktu sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan secara menyeluruh pada wilayah terdampak yang mengalami perubahan IGD.

#### Pasal 53

- (1) Pemutakhiran Jaring Kontrol Geodesi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 50 ayat (2) huruf a dilaksanakan pada sebagian atau keseluruhan dari:
  - a. nilai unsur Jaring Kontrol Geodesi;
  - b. sarana fisik Jaring Kontrol Geodesi; dan/atau
  - c. SRGI.
- (2) Pemutakhiran nilai unsur Jaring Kontrol Geodesi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dilakukan terhadap:
  - a. nilai koordinat horizontal;
  - b. nilai koordinat vertikal atau tinggi; dan/atau
  - c. nilai gayaberat.

- (3) Pemutakhiran sarana fisik Jaring Kontrol Geodesi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b dilakukan terhadap:
  - a. pilar titik kontrol geodesi; dan/atau
  - b. sarana fisik dan peralatan stasiun pengamatan geodetik.
- (4) Pemutakhiran SRGI sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c dilakukan melalui pembaruan definisi dan pelabelan SRGI.

#### Pasal 54

Pemutakhiran Peta Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 50 ayat (2) huruf b dilakukan pada sebagian atau keseluruhan dari:

- a. nilai koordinat; dan/atau
- b. unsur Peta Dasar.

#### Pasal 55

- (1) Pemutakhiran nilai koordinat Peta Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 54 huruf a dilakukan apabila terjadi pemutakhiran SRGI atau kejadian yang mengakibatkan nilai koordinat semua unsur Peta Dasar di wilayah tertentu berubah.
- (2) Pemutakhiran nilai koordinat Peta Dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan dengan transformasi nilai koordinat.

#### Pasal 56

- (1) Pemutakhiran unsur Peta Dasar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 54 huruf b dilakukan dalam hal terjadi perubahan pada unsur Peta Dasar.
- (2) Perubahan pada unsur Peta Dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa:
  - a. posisi;
  - b. bentuk geometris; dan/atau
  - c. informasi atribut.

#### Pasal 57

- (1) Penyelenggara IGT dapat memberikan masukan kebutuhan pemutakhiran IGD kepada Badan.
- (2) Pelaksanaan pemberian masukan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dikoordinasikan oleh Pejabat Pimpinan Tinggi Madya yang membidangi urusan IGT.

#### Pasal 58

Ketentuan mengenai penyelenggaraan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 4 sampai dengan Pasal 49 berlaku secara mutatis mutandis terhadap pemutakhiran IGD.

### Bagian Kedelapan

#### Penetapan Informasi Geospasial Dasar

#### Pasal 59

- (1) Penetapan IGD dilakukan oleh Kepala Badan.
- (2) Penetapan IGD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan terhadap:
  - a. IGD baru hasil penyelenggaraan;
  - b. IGD hasil pemutakhiran sewaktu-waktu; dan
  - c. IGD hasil pemutakhiran dalam jangka waktu tertentu.
- (3) Penetapan IGD baru hasil penyelenggaraan dan IGD hasil pemutakhiran sewaktu-waktu sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a dan huruf b dilaksanakan paling lambat 3 (tiga) bulan setelah penyelenggaraan IGD di wilayah tertentu dinyatakan selesai.
- (4) Penetapan IGD hasil pemutakhiran dalam jangka waktu tertentu sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf c dilaksanakan paling lambat 5 (lima) tahun setelah pemutakhiran IGD dinyatakan selesai.

Bagian Kesembilan  
Pemenuhan Informasi Geospasial Dasar yang Belum  
Tersedia oleh Penyelenggara Informasi Geospasial Tematik

Paragraf 1  
Umum

Pasal 60

- (1) Dalam hal IGD belum tersedia, Penyelenggara IGT dapat memenuhi kebutuhan IGD dengan cara:
  - a. menggunakan IGD yang paling sesuai yang pernah dibuat untuk kepentingan sendiri; atau
  - b. bekerja sama dengan Badan dalam membuat IGD untuk kepentingan sendiri dengan mengikuti standar dan spesifikasi teknis yang ditetapkan oleh Badan.
- (2) Penggunaan IGD dan pembuatan IGD oleh Penyelenggara IGT sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus mendapat persetujuan Badan.
- (3) Perolehan persetujuan Badan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilaksanakan melalui tahapan:
  - a. penyampaian permohonan persetujuan oleh pemohon; dan
  - b. pemberian persetujuan oleh Badan.

Pasal 61

- (1) Untuk mendukung pelaksanaan tahapan perolehan persetujuan Badan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 60 ayat (3), dibentuk tim terpadu.
- (2) Tim terpadu sebagaimana dimaksud pada ayat (1) ditetapkan oleh Kepala Badan.
- (3) Tim terpadu sebagaimana dimaksud pada ayat (2) diketuai oleh Pejabat Pimpinan Tinggi madya yang membidangi urusan IGT.

- (4) Tim terpadu sebagaimana dimaksud pada ayat (3) bertugas:
  - a. melakukan verifikasi terhadap dokumen permohonan persetujuan; dan
  - b. memberikan rekomendasi pemberian persetujuan Badan.

## Paragraf 2

### Permohonan Persetujuan

#### Pasal 62

- (1) Untuk memperoleh persetujuan Badan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 60, Penyelenggara IGT mengajukan permohonan persetujuan kepada Kepala Badan.
- (2) Permohonan persetujuan Badan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) disampaikan secara luring atau daring.
- (3) Permohonan persetujuan Badan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) untuk penggunaan IGD yang paling sesuai yang pernah dibuat untuk kepentingan sendiri harus dilengkapi dengan paling sedikit:
  - a. surat permohonan yang memuat informasi narahubung yang dapat dihubungi;
  - b. spesifikasi teknis IGT yang akan dibuat;
  - c. cakupan area pembuatan IGT; dan
  - d. IGD yang akan digunakan disertai dengan metadata yang paling sedikit memuat informasi tentang tahun pembuatan, sumber data, metode pembuatan, dan informasi kualitas.
- (4) Permohonan persetujuan Badan sebagaimana dimaksud pada ayat (2) untuk pembuatan IGD untuk kepentingan sendiri harus dilengkapi dengan paling sedikit:
  - a. surat permohonan yang memuat informasi narahubung yang dapat dihubungi;

- b. spesifikasi teknis IGT yang akan dibuat; dan
- c. cakupan area pembuatan IGT.

#### Pasal 63

- (1) Tim terpadu melaksanakan verifikasi terhadap permohonan persetujuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 62.
- (2) Verifikasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan dengan memeriksa dokumen permohonan persetujuan terhadap persyaratan kelengkapan dokumen yang telah ditetapkan.
- (3) Verifikasi sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilaksanakan paling lama 2 (dua) Hari terhitung sejak permohonan persetujuan diterima.
- (4) Hasil verifikasi sebagaimana dimaksud pada ayat (3) memuat:
  - a. permohonan persetujuan dinyatakan lengkap dan benar; atau
  - b. permohonan persetujuan dinyatakan tidak lengkap dan/atau tidak benar disertai dengan keterangan dokumen yang perlu dilengkapi dan/atau diperbaiki.
- (5) Hasil verifikasi sebagaimana dimaksud pada ayat (3) disampaikan oleh tim terpadu kepada pemohon persetujuan.

#### Pasal 64

Dalam hal permohonan persetujuan dinyatakan lengkap dan benar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 63 ayat (4) huruf a, maka pemohon persetujuan diberikan tanda terima permohonan persetujuan.

#### Pasal 65

- (1) Dalam hal permohonan persetujuan dinyatakan tidak lengkap dan/atau tidak benar sebagaimana dimaksud dalam Pasal 63 ayat (4) huruf b, pemohon persetujuan melengkapi dan/atau memperbaiki dokumen permohonan persetujuan sesuai hasil verifikasi.
- (2) Dokumen permohonan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) yang telah dilengkapi dan/atau diperbaiki dapat disampaikan kepada Badan untuk diverifikasi.

#### Paragraf 3

#### Pemberian Persetujuan

#### Pasal 66

- (1) Pemberian persetujuan penggunaan IGD yang pernah dibuat untuk kepentingan sendiri sebagaimana dimaksud dalam Pasal 60 ayat (1) huruf a dilaksanakan paling lama 10 (sepuluh) Hari terhitung sejak permohonan persetujuan dinyatakan lengkap.
- (2) Pemberian persetujuan pembuatan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 60 ayat (1) huruf b dilaksanakan paling lama 5 (lima) Hari terhitung sejak permohonan persetujuan dinyatakan lengkap.
- (3) Pemberian persetujuan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan (2) dilaksanakan melalui tahapan:
  - a. penelaahan substansi;
  - b. penyampaian rekomendasi; dan
  - c. penyampaian pernyataan menyetujui atau tidak dapat menyetujui terhadap permohonan persetujuan.

#### Pasal 67

- (1) Penelaahan substansi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 66 ayat (3) huruf a dilaksanakan sesuai dengan jenis permohonan persetujuan.
- (2) Penelaahan substansi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan oleh tim terpadu.



#### Pasal 68

- (1) Penelahaan substansi untuk permohonan persetujuan penggunaan IGD yang pernah dibuat untuk kepentingan sendiri sebagaimana dimaksud dalam Pasal 60 ayat (1) huruf a dilakukan dengan memeriksa IGD yang pernah dibuat untuk kepentingan sendiri dengan:
  - a. standar dan spesifikasi teknis pembuatan IGD; dan
  - b. spesifikasi IGT yang akan dibuat.
- (2) Dalam hal hasil penelahaan substansi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dinyatakan:
  - a. spesifikasi teknis IGD setara atau lebih baik dari spesifikasi teknis pembuatan IGD dari Badan; atau
  - b. spesifikasi teknis IGD memenuhi spesifikasi teknis IGT yang akan dibuat,tim terpadu menerbitkan rekomendasi berupa menyetujui atau tidak dapat menyetujui terhadap permohonan persetujuan.

#### Pasal 69

- (1) Penelahaan substansi untuk permohonan persetujuan pembuatan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 60 ayat (1) huruf b dilakukan dengan memeriksa IGD yang pernah dibuat untuk kepentingan sendiri dengan:
  - a. spesifikasi dan lokasi rencana pembuatan IGD; dan
  - b. spesifikasi IGT yang akan dibuat dengan keberadaan IGD yang tersedia dan/atau yang akan dibuat oleh Badan.
- (2) Dalam hal hasil penelahaan substansi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dinyatakan:
  - a. spesifikasi teknis IGD yang akan dibuat setara atau lebih baik dari spesifikasi teknis pembuatan IGD dari Badan, dan

- b. spesifikasi teknis IGD yang akan dibuat memenuhi spesifikasi teknis IGT yang akan dibuat, tim terpadu menerbitkan rekomendasi berupa menyetujui atau tidak dapat menyetujui terhadap permohonan persetujuan.

#### Pasal 70

Tim terpadu menyampaikan rekomendasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 68 ayat (2) dan Pasal 69 ayat (2) kepada Pejabat Pimpinan Tinggi madya yang membidangi urusan IGT.

#### Pasal 71

- (1) Berdasarkan rekomendasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 70, Pejabat Pimpinan Tinggi madya yang membidangi urusan IGT, atas nama Kepala Badan, menyampaikan pernyataan menyetujui atau tidak dapat menyetujui terhadap permohonan persetujuan kepada pemohon persetujuan.
- (2) Dalam hal permohonan persetujuan dinyatakan tidak dapat disetujui sebagaimana dimaksud pada ayat (1) maka penyampaian pernyataan harus disertai dengan alasan dan/atau saran tindak lanjut.

#### Pasal 72

- (1) Badan memberikan pendampingan dalam pembuatan IGD oleh Penyelenggara IGT yang telah mendapat persetujuan pembuatan IGD.
- (2) Pendampingan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) berupa bimbingan teknis dan supervisi selama pembuatan IGD berlangsung.
- (3) Penyelenggara IGT yang telah menyelesaikan pembuatan IGD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) wajib menyerahkan salinan DG Dasar dan IGD kepada Badan.

### Pasal 73

Badan dapat menggunakan dan menyebarluaskan:

- a. IGD yang telah dibuat sendiri untuk kepentingan sendiri sebagaimana dimaksud dalam Pasal 60 ayat (1) huruf a dan telah mendapat persetujuan dari Badan; dan
- b. IGD hasil kerja sama dengan Badan untuk kepentingan sendiri sebagaimana dimaksud dalam Pasal 60 ayat (1) huruf b dan telah mendapat persetujuan dari Badan.

### Bagian Kesepuluh

Pelibatan Penyelenggara Informasi Geospasial Tematik  
dalam Penyelenggaraan Informasi Geospasial Dasar

#### Paragraf 1

#### Umum

### Pasal 74

- (1) Dalam penyelenggaraan IGD, Badan dapat melibatkan Penyelenggara IGT.
- (2) Pelibatan Penyelenggara IGT sebagaimana dimaksud pada ayat (1) merupakan salah satu upaya untuk melakukan percepatan penyediaan IGD yang mutakhir sesuai dengan kebutuhan pembangunan nasional.
- (3) Pelibatan Penyelenggara IGT sebagaimana dimaksud pada ayat (2) dilakukan dengan:
  - a. menyerahkan salinan DG Dasar dan/atau IGD yang pernah dibuat untuk kepentingan sendiri kepada Badan;
  - b. bekerja sama dengan Penyelenggara IGT dalam pelaksanaan penyelenggaraan IGD;
  - c. pemetaan partisipatif; dan/atau
  - d. menyampaikan informasi adanya perubahan kondisi IGD yang perlu dimutakhirkan.

## Paragraf 2

Penyerahan Salinan Data Geospasial Dasar dan/atau Informasi Geospasial Dasar yang Pernah Dibuat untuk Kepentingan Sendiri

## Pasal 75

- (1) Penyerahan Salinan DG Dasar dan/atau IGD yang pernah dibuat untuk kepentingan sendiri sebagaimana dimaksud dalam 74 ayat (3) huruf a disertai dengan Metadata yang paling sedikit memuat informasi tentang tahun pembuatan, sumber data, dan metode pembuatan.
- (2) Penyerahan salinan DG Dasar dan/atau IGD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat disampaikan secara daring dan/atau luring.
- (3) Terhadap salinan DG Dasar dan/atau IGD yang diserahkan, Badan melakukan:
  - a. validasi untuk mengetahui kesesuaiannya terhadap spesifikasi teknis DG Dasar dan IGD;
  - b. perubahan dan perbaikan untuk meningkatkan kualitas sehingga dapat memenuhi spesifikasi teknis DG Dasar dan IGD;
  - c. integrasi dengan DG Dasar dan IGD yang tersedia pada Badan; dan/atau
  - d. penyebarluasan DG Dasar dan IGD.

## Pasal 76

- (1) Badan dapat memberikan insentif kepada Penyelenggara IGT yang menyerahkan salinan DG Dasar dan/atau IGD yang pernah dibuat untuk kepentingan sendiri kepada Badan.
- (2) Insentif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat berupa:
  - a. penghargaan;
  - b. pemberian penyuluhan;
  - c. pemberian pelatihan; dan/atau
  - d. pendampingan dalam penyelenggaraan IG.

### Paragraf 3

Kerja Sama antara Penyelenggara Informasi Geospasial  
Tematik dengan Badan dalam Pelaksanaan  
Penyelenggaraan Informasi Geospasial Dasar

#### Pasal 77

- (1) Pelaksanaan kerja sama dengan Penyelenggara IGT dalam pelaksanaan penyelenggaraan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 74 ayat (3) huruf b harus mengacu pada rencana induk penyelenggaraan IG.
- (2) Penyelenggara IGT sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
  - a. Instansi Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah;
  - b. Badan Usaha milik negara;
  - c. Badan Usaha;
  - d. kelompok orang; dan/atau
  - e. orang perseorangan.

#### Pasal 78

- (1) Kerja sama antara Badan dengan Instansi Pemerintah dan/atau Pemerintah Daerah sebagaimana dimaksud dalam Pasal 77 ayat (2) huruf a dilaksanakan berdasarkan perjanjian kerja sama.
- (2) Kerja sama sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

#### Pasal 79

- (1) Kerja sama antara Badan dengan Badan Usaha milik negara sebagaimana dimaksud dalam Pasal 77 ayat (2) huruf b dilaksanakan melalui kerja sama antara pemerintah pusat dengan Badan Usaha milik negara.
- (2) Kerja sama antara pemerintah pusat dengan Badan Usaha milik negara sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 80

- (1) Kerja sama antara Badan dengan Badan Usaha sebagaimana dimaksud dalam Pasal 77 ayat (2) huruf c dilaksanakan melalui mekanisme pengadaan barang dan jasa pemerintah.
- (2) Pengadaan barang dan jasa pemerintah sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 81

- (1) Kerja sama antara Badan dengan kelompok orang sebagaimana sebagaimana dimaksud dalam Pasal 77 ayat (2) huruf d dilakukan melalui kerja sama swakelola.
- (2) Kerja sama swakelola sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Pasal 82

- (1) Kerja sama antara Badan dengan orang perseorangan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 77 ayat (2) huruf e dilakukan terhadap orang perseorangan yang menjalankan usaha bidang IG dengan kategori usaha kecil.
- (2) Perseorangan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus memenuhi kualifikasi sebagai tenaga profesional yang tersertifikasi bidang IG.
- (3) Tenaga profesional yang tersertifikasi di bidang IG sebagaimana dimaksud pada ayat (2) merupakan profesi surveyor dan/atau profesi geografer.
- (4) Kerja sama sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Paragraf 4  
Pemetaan Partisipatif

Pasal 83

- (1) Pemetaan partisipatif sebagaimana dimaksud dalam Pasal 74 ayat (3) huruf c merupakan kegiatan pemetaan yang meliputi pengumpulan DG dan pengolahan DG dan IG untuk menghasilkan IG tertentu yang melibatkan masyarakat setempat, kelompok masyarakat dan/atau komunitas tertentu.
- (2) Pemetaan partisipatif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan:
  - a. sosialisasi ide pemetaan;
  - b. diskusi/musyawarah untuk perencanaan dan pelaksanaan kegiatan;
  - c. menuangkan hasil diskusi/musyawarah dalam bentuk peta atau dokumen lainnya; dan/atau
  - d. finalisasi hasil pemetaan partisipatif berupa antara lain peta, dokumen kesepakatan atau dokumen lainnya.

Pasal 84

- (1) Badan memfasilitasi pelaksanaan pemetaan partisipatif sebagaimana dimaksud dalam Pasal 83 ayat (1).
- (2) Fasilitas sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dapat berupa:
  - a. diskusi kelompok terpumpun;
  - b. pelatihan;
  - c. bimbingan teknis; dan/atau
  - d. pendampingan.

## Paragraf 5

### Supervisi, Verifikasi dan Validasi

#### Pasal 85

- (1) Badan melaksanakan supervisi, verifikasi dan/atau validasi terhadap hasil pelaksanaan pelibatan Penyelenggara IGT dalam penyelenggaraan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 74 ayat (3).
- (2) Supervisi, verifikasi, dan validasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dikoordinasikan oleh Pejabat Pimpinan Tinggi madya yang membidangi urusan IGT.
- (3) Verifikasi dan validasi sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan berdasarkan pedoman teknis yang ditetapkan oleh Pejabat Pimpinan Tinggi madya yang membidangi urusan IGD.

## Paragraf 6

### Informasi Geospasial Dasar Hasil Pelibatan Penyelenggara Informasi Geospasial Tematik

#### Pasal 86

- (1) IGD yang dihasilkan dari pelibatan Penyelenggara IGT dalam penyelenggaraan IGD digunakan oleh Badan untuk meningkatkan ketersediaan IGD dan/atau memutakhirkan IGD.
- (2) Badan menyebarluaskan IGD hasil pelibatan Penyelenggara IGT sebagaimana dimaksud pada ayat (1).



BAB III  
PENYELENGGARAAN INFORMASI GEOSPASIAL TEMATIK

Bagian Kesatu  
Umum

Pasal 87

- (1) IGT sebagaimana dimaksud dalam Pasal 2 huruf b diselenggarakan oleh:
  - a. Instansi Pemerintah;
  - b. Pemerintah Daerah;
  - c. Badan Usaha;
  - d. kelompok orang; atau
  - e. orang perseorangan.
- (2) Penyelenggaraan IGT sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan melalui kegiatan:
  - a. pengumpulan DG Tematik;
  - b. pengolahan DG Tematik dan IGT;
  - c. penyimpanan dan pengamanan DG Tematik dan IGT;
  - d. penyebarluasan DG Tematik dan IGT; dan
  - e. penggunaan IGT.

Pasal 88

- (1) IGT sebagaimana dimaksud dalam Pasal 87 wajib mengacu pada IGD.
- (2) Pengacuan pada IGD sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan dengan:
  - a. menggunakan Jaring Kontrol Geodesi sebagai acuan posisi dalam pengumpulan DG Tematik;
  - b. menggunakan sistem koordinat sebagaimana didefinisikan dalam SRGI;
  - c. menggunakan sistem referensi vertikal sebagai acuan tinggi atau kedalaman sebagaimana didefinisikan dalam SRGI; dan
  - d. menggunakan unsur Peta Dasar sebagai acuan dalam pembuatan IGT.

- (3) Unsur Peta Dasar sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf d mencakup kesesuaian posisi, bentuk geometris, dan informasi atribut.

#### Pasal 89

- (1) Dalam hal terdapat IGD yang paling mutakhir, Penyelenggara IGT wajib menyelaraskan IGT yang menjadi tanggung jawabnya dengan IGD yang paling mutakhir.
- (2) Penyelarasan IGT sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilaksanakan sebelum atau setelah penetapan IGD yang paling mutakhir.
- (3) IGT yang memiliki status hukum yang ditetapkan berdasarkan peraturan perundang-undangan tetap berlaku sampai adanya penetapan baru terhadap IGT yang sudah diselaraskan dengan IGD yang paling mutakhir.

#### Bagian Kedua

#### Pengumpulan Data Geospasial Tematik

#### Pasal 90

- (1) Pengumpulan DG Tematik sebagaimana dimaksud dalam Pasal 87 ayat (2) huruf a merupakan proses atau cara untuk mendapatkan DG Tematik yang dilakukan dengan menggunakan metode dan instrumen pengumpulan DG.
- (2) Pengumpulan DG Tematik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) harus dilakukan sesuai dengan standar pengumpulan DG Tematik.
- (3) Standar pengumpulan DG Tematik sebagaimana dimaksud pada ayat (2) ditetapkan oleh Penyelenggara IGT sesuai tugas, fungsi dan kewenangan berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (4) Dalam menetapkan standar pengumpulan DG Tematik sebagaimana dimaksud pada ayat (2), Penyelenggara IGT harus melibatkan Badan.

Bagian Kedua  
Pengolahan Data Geospasial Tematik dan Informasi  
Geospasial Tematik

Pasal 91

- (1) Pengolahan DG Tematik dan IGT sebagaimana dimaksud dalam Pasal 87 ayat (2) huruf b merupakan proses atau tata cara mengolah DG Tematik menjadi IGT.
- (2) Pengolahan DG Tematik dan IGT meliputi:
  - a. pemrosesan DG Tematik; dan
  - b. penyajian IGT.
- (3) Ketentuan lebih lanjut mengenai pengolahan DG Tematik dan IGT diatur oleh Penyelenggara IGT sesuai tugas, fungsi dan/atau kewenangan sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

Bagian Ketiga  
Penyimpanan dan Pengamanan Data Geospasial Tematik  
dan Informasi Geospasial Tematik

Paragraf 1

Umum

Pasal 92

Penyimpanan dan pengamanan DG Tematik dan IGT sebagaimana dimaksud dalam Pasal 87 ayat (2) huruf c merupakan cara menempatkan DG Tematik dan IGT pada tempat yang aman dan tidak rusak atau hilang untuk menjamin ketersediaan IG.

Pasal 93

- (1) Penyimpanan dan pengamanan DG Tematik dan IGT sebagaimana dimaksud dalam Pasal 92 meliputi:
  - a. data hasil pengumpulan DG Tematik;
  - b. DG Tematik;

- c. IGT; dan
- d. data dan informasi lainnya yang terkait.

#### Paragraf 2

### Penyimpanan Data Geospasial Tematik dan Informasi Geospasial Tematik

#### Pasal 94

Penyimpanan dan pengamanan DG Tematik dan IGT sebagaimana dimaksud dalam Pasal 93 dilakukan dengan prasarana dan sarana berbasis teknologi informasi dan komunikasi.

#### Pasal 95

- (1) Prasarana dan sarana berbasis teknologi informasi dan komunikasi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 94 harus memenuhi persyaratan.
- (2) Persyaratan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi:
  - a. tempat dan lokasi penyimpanan yang aman dan tidak membahayakan keberadaan DG Tematik dan IGT yang disimpan;
  - b. kontrol lingkungan ruang penyimpanan yang disesuaikan dengan jenis DG Tematik dan IGT yang disimpan; dan
  - c. pencegahan dan perlindungan terhadap potensi bahaya yang dapat mengakibatkan rusak atau hilangnya DG Tematik dan IGT.
- (3) Prasarana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
  - a. ruang penyimpanan;
  - b. perangkat pendukung ruang penyimpanan berupa pengatur suhu dan kelembaban;
  - c. perangkat pengamanan ruang penyimpanan berupa perangkat autentikasi akses dan pemadam kebakaran;
  - d. sistem pengelolaan ruang penyimpanan;

- e. ruang perawatan dan pemulihan;
  - f. ruang pelayanan; dan
  - g. ruang alih media.
- (4) Sarana sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
- a. media penyimpanan DG Tematik dan IGT;
  - b. media penyimpanan duplikat DG Tematik dan IGT digital;
  - c. perangkat lunak penyimpanan untuk DG Tematik dan IGT digital;
  - d. sistem dan aplikasi antarmuka pengelolaan basis data geospasial;
  - e. perangkat perawatan dan pemulihan;
  - f. perangkat dan aplikasi alih media data analog ke digital;
  - g. sistem pengelolaan basis data dan aplikasi pengelolaan katalog; dan/atau
  - h. sistem manajemen pengguna.

#### Pasal 96

Media penyimpanan DG Tematik dan IGT sebagaimana dimaksud dalam Pasal 95 ayat (4) huruf a terdiri atas:

- a. media penyimpanan digital; dan
- b. media penyimpanan analog.

#### Pasal 97

- (1) Media penyimpanan digital sebagaimana dimaksud dalam Pasal 96 huruf a digunakan untuk DG Tematik dan IGT yang berbentuk digital.
- (2) Media penyimpanan digital sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas
- a. komputer;
  - b. server;
  - c. *storage*;
  - d. *tape*;
  - e. media penyimpanan berbasis *cloud*; dan/atau
  - f. bentuk media penyimpanan digital lainnya.

#### Pasal 98

- (1) Media penyimpanan analog sebagaimana dimaksud dalam Pasal 96 huruf b digunakan untuk DG Tematik dan IGT yang berbentuk analog.
- (2) Media penyimpanan analog sebagaimana dimaksud pada ayat (1) antara lain berupa lemari, rak, dan/atau media penyimpanan analog lainnya.
- (3) DG Tematik dan IGT yang disimpan dalam media penyimpanan cetak sebagaimana dimaksud pada ayat (2) harus dilakukan penataan melalui penempatan indeks, pelabelan, dan pencantuman Metadata dan/atau riwayat data.

#### Paragraf 3

#### Pengamanan Data Geospasial Tematik dan Informasi Geospasial Tematik

#### Pasal 99

- (1) Pengamanan DG Tematik dan IGT sebagaimana dimaksud dalam Pasal 93 merupakan upaya untuk melindungi DG Tematik dan IGT dari berbagai hal yang dapat menghilangkan, merusak dan/atau tindakan yang tidak diinginkan dari pengguna yang tidak berhak.
- (2) Pengamanan DG Tematik dan IGT sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dilakukan terhadap:
  - a. DG Tematik dan IGT; dan
  - b. sarana dan prasarana penyimpanan DG Tematik dan IGT.

#### Pasal 100

- (1) Pengamanan DG Tematik dan IGT sebagaimana dimaksud dalam Pasal 99 ayat (2) meliputi:
  - a. pengamanan fisik;
  - b. pengamanan *logic*; dan
  - c. pengamanan administratif.

- (2) Pengamanan fisik sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf a dilakukan melalui:
  - a. kendali terhadap akses ruang penyimpanan, pemasangan teralis, kunci ganda, pemasangan kamera pengawas, dan peralatan pengamanan fisik lainnya; dan
  - b. membuat replikasi penyimpanan DG Tematik dan IGT yang sinkron dengan penyimpanan utama pada lokasi penyimpanan yang berbeda.
- (3) Pengamanan *logic* sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf b dilakukan melalui penggunaan kode enkripsi dan perubahannya yang terdokumentasikan serta memenuhi aspek kerahasiaan, keutuhan, autentikasi, dan nirpenyangkalan.
- (4) Pengamanan administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) huruf c dilakukan melalui penerapan proses administrasi untuk menjamin keabsahan DG Tematik dan IGT dengan mengacu pada kebijakan, standar, dan prosedur operasional pengamanan DG Tematik dan IGT yang dikecualikan atau informasi berklasifikasi.

#### Paragraf 4

#### Pengaksesan Kembali

#### Pasal 101

- (1) DG Tematik dan IGT yang telah disimpan harus dapat diakses kembali oleh pengguna sesuai dengan hak akses yang dimiliki.
- (2) Sistem pengaksesan kembali sebagaimana dimaksud pada ayat (1) terdiri atas:
  - a. sistem pengaksesan kembali untuk DG Tematik dan IGT digital; dan
  - b. sistem pengaksesan kembali untuk DG Tematik dan IGT analog.

- (3) Pengaksesan kembali untuk DG Tematik dan IGT digital sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf a diatur dalam sistem manajemen pengguna.
- (4) Sistem pengaksesan kembali untuk DG Tematik dan IGT analog sebagaimana dimaksud pada ayat (2) huruf b dapat berupa katalog, sistem informasi, dan/atau lemari penyimpanan yang terorganisasi.

#### Pasal 102

Ketentuan lebih lanjut mengenai penyimpanan dan pengamanan DG Tematik dan IGT diatur oleh Penyelenggara IGT sesuai tugas, fungsi dan kewenangan berdasarkan ketentuan peraturan perundang-undangan.

#### Bagian Keempat

#### Penyebarluasan Data Geospasial Tematik dan Informasi Geospasial Tematik

#### Pasal 103

- (1) Penyebarluasan DG Tematik dan IGT sebagaimana dimaksud dalam Pasal 87 ayat (2) huruf d merupakan kegiatan pemberian akses, pendistribusian, dan pertukaran DG Tematik dan IGT.
- (2) Ketentuan mengenai penyebarluasan DG Dasar dan IGD sebagaimana dimaksud dalam Pasal 46 sampai dengan Pasal 48 berlaku mutatis mutandis terhadap penyebarluasan DG Tematik dan IGT sebagaimana dimaksud pada ayat (1).



Bagian Kelima  
Penggunaan Informasi Geospasial Tematik

Pasal 104

- (1) Penggunaan IGT sebagaimana dimaksud dalam Pasal 87 ayat (2) huruf e merupakan kegiatan untuk memperoleh manfaat baik langsung maupun tidak langsung dalam penyelenggaraan pemerintahan maupun dalam berbagai aspek kehidupan masyarakat.
- (2) Ketentuan lebih lanjut mengenai penggunaan IGT sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diatur oleh Penyelenggara IGT.

BAB IV  
KETENTUAN PENUTUP

Pasal 105

Pada saat Peraturan Badan ini mulai berlaku, Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 1 Tahun 2020 tentang Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar untuk Pembuatan Peta Dasar Skala Besar (Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2020 Nomor 154) dicabut dan dinyatakan tidak berlaku.

Pasal 106

Peraturan Badan ini mulai berlaku pada tanggal diundangkan.

Agar setiap orang mengetahuinya, memerintahkan pengundangan Peraturan Badan ini dengan penempatannya dalam Berita Negara Republik Indonesia.

Ditetapkan di Bogor  
pada tanggal 25 Agustus 2021

KEPALA BADAN INFORMASI GEOSPASIAL  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

MUH ARIS MARFAI

Diundangkan di Jakarta  
pada tanggal 30 Agustus 2021

DIREKTUR JENDERAL  
PERATURAN PERUNDANG-UNDANGAN  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

BENNY RIYANTO

BERITA NEGARA REPUBLIK INDONESIA TAHUN 2021 NOMOR 984

Salinan sesuai dengan aslinya  
Kepala Biro Perencanaan, Kepegawaian, dan Hukum  
Badan Informasi Geospasial Republik Indonesia,

*ditandatangani secara elektronik*

Ibnu Sofian

LAMPIRAN  
PERATURAN BADAN INFORMASI GEOSPASIAL  
REPUBLIK INDONESIA  
NOMOR 18 TAHUN 2021  
TENTANG  
TATA CARA PENYELENGGARAAN INFORMASI  
GEOSPASIAL

STANDAR PENGUMPULAN DATA GEOSPASIAL DASAR

BAB I  
SPESIFIKASI TEKNIS DATA GEOSPASIAL DASAR

A. Spesifikasi Teknis Data Geospasial Dasar untuk Pembuatan Jaring Kontrol Geodesi

1. Spesifikasi Teknis Data Geospasial Dasar Hasil Pengamatan *Global Navigation Satellite System Continuously Operating Reference Station*

Tabel 1. Spesifikasi Teknis Hasil Pengamatan GNSS CORS

No	Aspek	Spesifikasi Teknis
1	Metode pengamatan	GNSS kontinu
2	Lama pengamatan per sesi (minimum)	Kontinu
3	Data pengamatan utama untuk penentuan posisi	Minimal menggunakan fase dua frekuensi
4	Moda pengamatan	Jaring tetap
5	Interval data pengamatan	1. 30 detik untuk kebutuhan survei GNSS statik; dan 2. 1 detik untuk kebutuhan survei penentuan posisi teliti seketika ( <i>RTK NTRIP</i> ).
6	Elevasi satelit minimum	10 derajat

No	Aspek	Spesifikasi Teknis
7	Interval data pengamatan meteorologi	30 detik
8	Format Data	1. <i>Raw</i> data; 2. <i>Streaming</i> data; dan 3. RINEX.
9	Format Data RINEX	Penamaan file <i>RINEX</i> sesuai dengan format SSSSDDDF.YYT, dimana: 1. SSSS adalah 4 (empat) karakter unik nama lokasi CORS. 2. DDD adalah Julian day atau urutan hari dalam tahun. 3. F adalah nomer urut file dalam sehari atau sesi pengukuran. 4. YY adalah 2 digit akhir bilangan tahun. 5. T adalah satu dari tipe file berikut: o : <i>Observation</i> n : <i>GPS Ephemeris File</i> g : <i>GLONASS Ephemeris File</i> h : <i>SBAS Ephemeris File</i> l : <i>GALILEO Ephemeris File</i> f : <i>Beidou Ephemeris File</i> q : <i>QZSS Ephemeris File</i> m : <i>Meteorological data</i> d : <i>Hatanaka compressed observation</i>

2. Spesifikasi Teknis Data Geospasial Dasar Hasil Survei *Global Navigation Satellite System* Episodik

Tabel 2. Spesifikasi Teknis Hasil Survei GNSS Epsisodik

No	Aspek	Spesifikasi Teknis
1	Metode pengamatan	GNSS epidosik

No	Aspek	Spesifikasi Teknis
2	Lama pengamatan per sesi	36 Jam
3	Data pengamatan utama untuk penentuan posisi	Minimal menggunakan fase dua frekuensi
4	Moda pengamatan	GNSS Statik
5	Interval data pengamatan	30 detik
6	Elevasi satelit minimum	10 derajat
7	Interval data pengamatan meteorologi	30 detik
8	Format Data	1. <i>Raw</i> data; dan 2. RINEX.
9	Format Data RINEX	Penamaan file <i>RINEX</i> sesuai dengan format SSSSDDDF.YYT, dimana: 1. SSSS adalah 4 (empat) karakter unik nama lokasi CORS. 2. DDD adalah Julian day atau urutan hari dalam tahun. 3. F adalah nomer urut file dalam sehari atau sesi pengukuran. 4. YY adalah 2 digit akhir bilangan tahun. 5. T adalah satu dari tipe file berikut: o : <i>Observation</i> n : <i>GPS Ephemeris File</i> g : <i>GLONASS Ephemeris File</i> h : <i>SBAS Ephemeris File</i> l : <i>GALILEO Ephemeris File</i> f : <i>Beidou Ephemeris File</i> q : <i>QZSS Ephemeris File</i>

No	Aspek	Spesifikasi Teknis
		m : <i>Meteorological data</i> d : <i>Hatanaka compressed observation</i>

3. Spesifikasi Teknis Data Geospasial Dasar Hasil Survei Gayaberat pada Jaring Kontrol Geodesi

Tabel 3. Spesifikasi Teknis Hasil Survei Gayaberat pada Jaring Kontrol Geodesi

No	Aspek	Spesifikasi teknis
1.	Umum	1. Sistem referensi: SRGI; 2. Sistem koordinat: Geodetik; 3. Kerangka gayaberat pada pilar orde 0: Independen; dan 4. Kerangka gayaberat pada pilar orde 1: JKGN orde 0.
2.	Ketelitian posisi	Standar deviasi vektor 3D < 5 cm.
3.	Ketelitian nilai gayaberat	1. Standar deviasi pengukuran orde 0 < 0.01 miliGal; 2. Standar deviasi pengukuran orde 1 < 1 miliGal; dan 3. Nilai <i>drift</i> harian <i>relative gravimeter</i> orde 1 < 0.1 miliGal.

4. Spesifikasi Teknis Data Geospasial Dasar Hasil Survei Gayaberat Terestris

Tabel 4. Spesifikasi Teknis Hasil Survei Gayaberat Terestris

No	Aspek	Spesifikasi teknis
1	Umum	1. Sistem referensi: SRGI2013; 2. Sistem koordinat: Geodetik; dan 3. Kerangka gayaberat: JKGN orde 0.
2	Ketelitian posisi	Standar deviasi vektor 3D < 5 cm.
3	Ketelitian nilai gayaberat	1. Nilai <i>drift</i> harian < 0.1 miliGal; dan 2. Standar deviasi pengukuran kurang

		dari 1 miliGal.
--	--	-----------------

5. Spesifikasi Teknis Data Geospasial Dasar Hasil Survei Gayaberat *Airborne*

Tabel 5. Spesifikasi Teknis Hasil Survei Gayaberat *Airborne*

No	Aspek	Spesifikasi teknis
1	Umum	1. Sistem referensi: SRGI2013; 2. Sistem koordinat: Geodetik; dan 3. Kerangka gayaberat: JKGN orde 0.
2	Ketelitian posisi	Standar deviasi vektor 3D < 7 cm
3	Ketelitian nilai gayaberat	1. Nilai <i>drift</i> harian < 1 miliGal; dan 2. <i>RMSE</i> anomali gayaberat observasi dengan model < 15 miliGal.

6. Spesifikasi Teknis Data Geospasial Dasar Hasil Pengukuran Sipat Datar

Tabel 6. Spesifikasi Teknis Hasil Pengukuran Sipat Datar

No	Aspek	Spesifikasi Teknis
1	Standar kesalahan penutup pergi-pulang per seksi (mm/km)	1. Kelas LAA : $2 \sqrt{d}$ 2. Kelas LA : $4 \sqrt{d}$ 3. Kelas LB : $8 \sqrt{d}$ 4. Kelas LC : $12 \sqrt{d}$ 5. Kelas LD : $18 \sqrt{d}$
2	Standar kesalahan penutup pergi-pulang per jalur (mm/km)	1. Kelas LAA : $2 \sqrt{d}$ 2. Kelas LA : $4 \sqrt{d}$ 3. Kelas LB : $8 \sqrt{d}$ 4. Kelas LC : $12 \sqrt{d}$ 5. Kelas LD : $18 \sqrt{d}$
3	Standar kesalahan penutup pergi-pulang per kring (mm/km)	1. Kelas LAA : $3 \sqrt{d}$ 2. Kelas LA : $5 \sqrt{d}$ 3. Kelas LB : $8 \sqrt{d}$ 4. Kelas LC : $12 \sqrt{d}$ 5. Kelas LD : $18 \sqrt{d}$

No	Aspek	Spesifikasi Teknis
4	Standar kesalahan tinggi setelah perataan (mm/km)	1. Kelas LAA : 2 √ d 2. Kelas LA : 4 √ d 3. Kelas LB : 8 √ d 4. Kelas LC : 12 √ d 5. Kelas LD : 18 √ d

7. Spesifikasi Teknis DG Dasar Hasil Pengamatan Pasang Surut

Tabel 7. Spesifikasi Teknis Hasil Pengamatan Pasang Surut

No	Aspek	Spesifikasi teknis
1	Umum	Sistem Referensi: 1. Sistem referensi geospasial horizontal: SRGI2013; 2. Sistem referensi geospasial vertikal: <i>Lowest Astronomical Tide</i> (LAT).
2	Tinggi muka air laut sesaat sensor	1. Data waktu pengamatan dalam format tanggal/bulan/tahun jam:menit atau dd/mm/yyyy hh:mm; 2. Data ketinggian muka air laut sesaat dalam satuan centimeter (cm); 3. Interval waktu perekaman 1 menit; dan 4. Data disimpan dengan format ASCII.
3	Tinggi muka air laut sesaat palem pasut	1. Dalam formulir <i>deeping</i> /kontrol bacaan; dan 2. Memuat informasi waktu pencatatan (tanggal/bulan/tahun jam : menit), serta kondisi perairan saat pencatatan (tenang/berombak sedang/badai).



B. Spesifikasi Teknis Data Geospasial Dasar Untuk Pembuatan Peta Dasar

1. Spesifikasi Teknis Data Pengamatan *Global Navigation Satellite System (GNSS)* untuk *Ground Control Point (GCP)* dan *Independent Check Point (ICP)* pada Citra Tegak Resolusi Tinggi
  - a. Sebaran dan jumlah titik:

Jumlah dan sebaran *GCP* didesain sesuai kebutuhan ketelitian hasil akhir serta bentuk area pekerjaan dan pembagian sub-blok pekerjaan (bila ada).
  - b. Pengamatan *GNSS* dan pengolahan hasil pengamatan:
    - 1) Interval dan lama pengamatan direncanakan untuk mendapatkan ketelitian geometris yang ditargetkan.
    - 2) Metode pengukuran dan pengolahan data *GNSS* dipilih untuk menghasilkan ketelitian geometris yang ditargetkan.
    - 3) Pengolahan koordinat menggunakan:
      - a) sistem referensi geospasial horizontal: SRGI2013.
      - b) sistem referensi geospasial vertikal: INAGEOID.
    - 4) Dokumentasi pengukuran titik kontrol dilakukan dengan mengambil foto yang menunjukkan objek yang diukur yang menunjukkan empat arah mata angin (utara, timur, selatan dan barat) serta satu foto jarak jauh dari arah yang paling jelas untuk diidentifikasi.
    - 5) Deskripsi titik untuk titik *postmarking* disediakan untuk masing-masing titik yang berisi hasil pengolahan titik dan foto dokumentasi pengukuran.
  - c. Ketelitian koordinat

Tabel 8. Ketelitian Koordinat Hasil Pengolahan *GNSS* untuk GCP dan ICP pada Citra Tegak Resolusi Tinggi

No	Aspek	skala 1:5.000			skala 1:1.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	Ketelitian horizontal (CE90 dalam cm)	5	10	15	2,5	5	7,5
2	Ketelitian vertikal	10	20	30	5	10	15

No	Aspek	skala 1:5.000			skala 1:1.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
	(LE90 dalam cm)						

2. Spesifikasi Teknis *Stereo Model*

- a. Sistem referensi:
  - 1) sistem referensi geospasial horizontal: SRGI2013.
  - 2) sistem referensi geospasial vertikal: INAGEOID.
- b. Foto udara:
  - 1) Tidak ada artefak pada foto udara yaitu:
    - a) *sunspot*;
    - b) awan;
    - c) *void pixel*;
    - d) bayangan pesawat;
    - e) asap; dan/atau
    - f) hal lain yang menutup objek di permukaan bumi dan/atau membuat interpretasi objek sulit dilakukan.
  - 2) Kualitas radiometrik
    - a) memiliki kecerahan dan kontras yang baik.
    - b) objek pada foto udara terlihat tegas dan tajam.
- c. *Stereo model* dari foto udara hasil survei udara menggunakan kamera udara metrik

Tabel 9. Spesifikasi Teknis Stereo Model dari Foto Udara Hasil Survei Udara Menggunakan Kamera Udara Metrik

No	Aspek	skala 1:5.000			skala 1:1.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	Resolusi spasial foto udara (m)	0,25	0,50	0,75	0,05	0,10	0,15
2	Kanal warna	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB
3	Pertampalan ke muka	60%	60%	60%	60%	60%	60%
4	Pertampalan ke samping	30%	30%	30%	30%	30%	30%
5	Bebas paralaks antarmodel	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya

No	Aspek	skala 1:5.000			skala 1:1.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas1	Kelas 2	Kelas 3
	dan antarjalur						
6	Ketelitian horizontal (CE90) (m)	0,5	1	2	0,125	0,25	0,375
7	Ketelitian vertikal (LE90) (m)	0,5	0,75	1	0,1	0,15	0,2
8	Beda tinggi antarmodel (m)	0,2	0,3	0,4	0,04	0,06	0,08

- d. Stereo model dari foto udara hasil survei udara menggunakan kamera udara nonmetrik

Tabel 10. Spesifikasi Teknis Stereo Model dari Foto Udara Hasil Survei Udara Menggunakan Kamera Udara Nonmetrik

No	Aspek	skala 1:5.000			skala 1:1.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	Resolusi spasial foto udara (m)	0,25	0,50	0,75	0,05	0,10	0,15
2	Kanal warna	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB	RGB
3	Pertampalan ke muka	80%	80%	80%	80%	80%	80%
4	Pertampalan ke samping	60%	60%	60%	60%	60%	60%
5	Bebas paralaks antarmodel dan antarjalur	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya	Ya
6	Ketelitian horizontal (CE90) (m)	0,5	1	2	0,125	0,25	0,375
7	Ketelitian vertikal (LE90) (m)	0,5	0,75	1	0,1	0,15	0,2
8	Beda tinggi antarmodel	0,2	0,3	0,4	0,04	0,06	0,08

3. Spesifikasi Teknis Citra Tegak Resolusi Tinggi
- a. Sistem referensi geospasial horizontal: SRGI2013
  - b. Spesifikasi teknis citra tegak resolusi tinggi:
    - 1) citra tegak resolusi tinggi dapat bersumber dari foto udara, citra satelit optis, sensor lidar, dan/atau citra radar.
    - 2) terkoreksi pergeseran relief permukaan tanah (*ground orthoimagery*) atau objek di atas permukaan tanah (*true orthoimagery*).
    - 3) tidak ada artefak pada citra tegak resolusi tinggi.
    - 4) cakupan awan maksimal 10% per *project area*. dan tidak menutupi objek penting di permukaan bumi dan/atau membuat interpretasi objek sulit dilakukan.
    - 5) kualitas radiometrik:
      - a) memiliki kecerahan dan kontras yang baik; dan
      - b) objek pada citra tegak resolusi tinggi terlihat tegas dan tajam.
    - 6) kanal warna *RGB*, dapat berupa hasil *pansharpening*.
    - 7) resolusi spasial dan ketelitian citra tegak resolusi tinggi.

Tabel 11. Resolusi Spasial dan Ketelitian Citra Tegak Resolusi Tinggi

No	Aspek	Skala 1:5.000			Skala 1:1.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	Resolusi spasial (m)	0,25	0,50	0,75	0,05	0,10	0,15
2	Ketelitian horizontal (CE90) (m)	1	2	3	0,20	0,40	0,60

4. Spesifikasi Teknis Data Ketinggian *Point Cloud* dan Data Batimetri/Kedalaman

a. Spesifikasi teknis data ketinggian *point cloud*

Tabel 12. Spesifikasi Teknis Data Ketinggian *Point Cloud* di Wilayah Darat

No	Aspek	Skala 1:5.000			Skala 1:1.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	Kepadatan ( <i>Point Density</i> ) (point per meter / ppm)	16	4	2	100	25	9
2	<i>Point spacing</i> (m)	0,25	0,5	0,75	0,1	0,2	0,375
3	Tidak ada gap data ketinggian	Ya					
4	Perbedaan elevasi <i>point cloud</i> kelas <i>ground</i> antarjalur pada seluruh jalur	tidak lebih besar dari presisi pengukuran <i>point cloud</i>					
5	Ketelitian vertikal (LE90) (m)	0,50	0,75	1	0,1	0,15	0,2

b. Spesifikasi teknis data batimetri/kedalaman

Spesifikasi teknis data batimetri/kedalaman mengacu kepada standar *International Hydrographic Organization* (IHO) sebagaimana tercantum pada tabel 13.

Tabel 13. Spesifikasi Teknis Data Batimetri/Kedalaman

Kriteria	Orde 2	Orde 1b	Orde 1a	Orde Khusus
Deskripsi Kedalaman	Area dimana gambaran umum dasar laut dianggap memadai (kedalaman >200m)	Area dimana gambaran umum dasar laut dianggap memadai untuk keselamatan pelayaran (kedalaman 40m s.d. 200m)	Area dimana kedalaman di bawah lunas kapal dianggap memadai untuk keselamatan pelayaran terutama di area perairan	Area dimana kedalaman di bawah lunas kapal sangat penting untuk keselamatan pelayaran terutama di area tempat berlabuh,

Kriteria	Orde 2	Orde 1b	Orde 1a	Orde Khusus
			pantai, pelabuhan, jalur pelayaran dan kanal (kedalaman <40m)	pelabuhan dan jalur pelayaran yang kritis.
THU ( <i>Total Horizontal Uncertainty</i> )	20 m + 10% kedalaman	5 m + 5% kedalaman	5 m + 5% kedalaman	2 m
TVU ( <i>Total Vertical Uncertainty</i> )	a = 1.0 m b = 0.023	a = 0.5 m b = 0.013	a = 0.5 m b = 0.013	a = 0.25 m b = 0.0075
Deteksi obyek dasar laut	Tidak diperlukan	Tidak diperlukan	Fitur kubikal berukuran > 2 m, untuk kedalaman kurang dari 40 m atau 10% dari kedalaman, untuk kedalaman lebih dari 40 m.	Fitur kubikal berukuran > 1 m
Cakupan data hasil survei batimetri	5%	5%	≤ 100%	100%

Keterangan :

$$TVU_{max}(d) = \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

- a : koefisien ketidakpastian yang tidak dipengaruhi oleh kedalaman
- b : koefisien ketidakpastian yang dipengaruhi oleh variasi kedalaman
- d : kedalaman terukur

5. Spesifikasi Teknis Data Ketinggian *Digital Elevation Model* (DEM)

- a. *Digital Elevation Model* (DEM) terdiri atas:
  - 1) *Digital Surface Model* (DSM); dan/atau
  - 2) *Digital Terrain Model* (DTM).
- b. Sistem referensi:
  - 1) sistem referensi geospasial horizontal: SRGI2013.
  - 2) sistem referensi geospasial vertikal: INAGEOID.
- c. Spesifikasi teknis DSM
  - 1) menggambarkan model permukaan bumi beserta seluruh objek yang berada di atasnya.
  - 2) perairan telah dikoreksi (*hydro-flattened*).
  - 3) mencakup wilayah dari garis pantai muka laut rata-rata ke arah darat.
  - 4) resolusi spasial dan ketelitian DSM sebagaimana tercantum pada tabel 14.

Tabel 14. Resolusi Spasial dan Ketelitian DSM

No	Aspek	Skala 1:5.000			Skala 1:1.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	Resolusi Spasial (m)	0,25	0,5	0,75	0,1	0,2	0,375
2	Ketelitian Horizontal (CE90) (m)	1	2	3	0,2	0,4	0,6
3	Ketelitian Vertikal (LE90) (m)	0,50	0,75	1	0,1	0,15	0,2

- d. Spesifikasi teknis DTM
  - 1) menggambarkan model permukaan bumi tanpa objek yang berada di atasnya di wilayah darat.

- 2) menggambarkan model permukaan bumi di dasar laut/perairan.
- 3) permukaan air pada unsur perairan (sungai, danau, kolam, dsb) telah didatarkan (*hydro-flattened*).
- 4) Terintegrasi antara DTM di wilayah darat dengan DTM di wilayah laut.
- 5) resolusi spasial dan ketelitian DTM sebagaimana tercantum pada tabel 15.

Tabel 15. Resolusi Spasial dan Ketelitian DTM

No	Aspek	Skala 1:5.000			Skala 1:1.000		
		Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3
1	Resolusi Spasial (m)	1	2	3	0,2	0,4	0,75
2	Ketelitian Horizontal (CE90) (m)	1	2	3	0,2	0,4	0,6
3	Ketelitian Vertikal (LE90) (m)	1	1,5	2	0,2	0,3	0,4

BADAN INFORMASI  
GEOSPASIAL



## BAB II

### PROSEDUR STANDAR PENGUMPULAN DATA GEOSPASIAL DASAR

- A. Prosedur Standar Pengumpulan Data Geospasial Dasar untuk Jaringan Kontrol Geodesi.
1. Prosedur Standar Pengamatan *Global Navigation Satellite System Continuously Operating Reference Station* (GNSS CORS) pada Jaringan Kontrol Geodesi
    - a. Ruang Lingkup

Ruang lingkup standar ini mencakup acuan normatif, istilah dan definisi, peralatan, pelaksanaan pengamatan, dan spesifikasi teknis DG Dasar dalam pengamatan GNSS CORS.
    - b. Acuan Normatif
      - 1) Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial.
      - 2) Standar Nasional Indonesia (SNI) 7964:2014, Prosedur pembangunan *Continuously Operating Reference Station* (CORS).
    - c. Istilah dan Definisi
      - 1) *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disingkat GNSS adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
      - 2) *Continuously Operating Reference Station* yang selanjutnya disingkat CORS adalah titik kontrol geodesi dimana dilakukan pengamatan posisi secara kontinu menggunakan peralatan penerima GNSS tipe geodetik.

- 3) *International GNSS Services* yang selanjutnya disingkat IGS adalah organisasi di bawah *International Association of Geodesy (IAG)* yang mengelola jaringan GNSS global yang beroperasi secara permanen dan kontinu untuk menyediakan data dan produk GNSS presisi tinggi secara bebas dan terbuka dalam bentuk layanan untuk menunjang penentuan posisi.
- 4) *GNSS Receiver* adalah perangkat elektronik yang menerima dan memproses sinyal secara digital dari konstelasi satelit navigasi untuk memberikan posisi, kecepatan dan waktu (dari penerima).
- 5) Antena GNSS adalah bagian dari *Receiver* yang berfungsi untuk menerima gelombang elektromagnetik (EM) yang dipancarkan oleh satelit navigasi.
- 6) Pusat fasa (*phase center*) antena adalah pusat fasa elektrik yang menerima sinyal satelit navigasi dan merupakan titik referensi koordinat.
- 7) Format *Receiver Independent Exchange* yang selanjutnya disingkat *RINEX* adalah format pertukaran data untuk data mentah sistem navigasi satelit.
- 8) Format *Radio Technical Commission for Maritime Services* yang selanjutnya disingkat *RTCM* adalah format data standar internasional yang digunakan dalam transmisi *real-time* data untuk koreksi diferensial GNSS dari stasiun–stasiun CORS ke *rover* yang digunakan oleh pengguna.

d. Peralatan

Spesifikasi teknis peralatan utama yang digunakan untuk melaksanakan pengamatan GNSS CORS adalah sebagaimana terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Peralatan Pengamatan GNSS CORS.

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
1	Antena GNSS	1. Tipe : <i>Choke Ring Antenna</i> ; 2. Dapat menangkap sinyal satelit: a. <i>GPS</i> b. <i>GLONASS</i>

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
		<ul style="list-style-type: none"><li>c. <i>GALILEO</i></li><li>d. <i>QZSS</i></li><li>e. <i>Beidou</i></li><li>f. <i>SBAS</i></li></ul> <ul style="list-style-type: none"><li>3. Akurasi <i>phase center</i> &lt; 2 mm;</li><li>4. <i>Radome</i> dipasang pada antena untuk melindungi dari kondisi cuaca ekstrim, dan binatang;</li><li>5. Antena dan <i>radome</i> terdaftar dan terkalibrasi di IGS (dokumen rcvr_ant.tab); dan</li><li>6. Antena dipasang pada <i>mounting</i> yang bisa diatur ke arah utara.</li></ul>
2	Penangkal petir ( <i>arrester</i> )	<ul style="list-style-type: none"><li>1. Radius proteksi minimal 150 m;</li><li>2. Diameter minimal 3 inch; dan</li><li>3. Tahanan Arde &lt; 3 ohm.</li></ul>
3	<i>GNSS Receiver</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>1. Sinyal satelit yang dapat diterima:<ul style="list-style-type: none"><li>a. <i>GPS</i></li><li>b. <i>GLONASS</i></li><li>c. <i>GALILEO</i></li><li>d. <i>QZSS</i></li><li>e. <i>Beidou</i></li><li>f. <i>SBAS</i></li></ul></li><li>2. Memiliki <i>service</i>:<ul style="list-style-type: none"><li>a. <i>TCP/IP, Static IP, HTTP, HTTPS</i></li><li>b. <i>FTP Server</i></li><li>c. <i>FTP Push</i></li></ul></li><li>3. <i>Receiver</i> harus memiliki port dengan kemampuan untuk:<ul style="list-style-type: none"><li>d. komunikasi data menggunakan ethernet</li><li>d. komunikasi data sensor meteorologi</li></ul></li><li>4. Konsumsi listrik AC/DC;</li><li>5. <i>Receiver</i> dapat dikonfigurasi melalui aplikasi <i>desktop</i>;</li><li>6. <i>Receiver</i> terdaftar di IGS;</li><li>7. Memiliki <i>web interface</i> untuk setting <i>receiver</i>;</li></ul>

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
		<p>8. Memiliki fasilitas remote akses (pengaturan alat, <i>reboot</i>, <i>upgrade firmware</i>, memonitor status alat); dan</p> <p>9. Dapat mengirimkan <i>real-time data</i> dalam format <i>RTCM</i>.</p>
4	Sensor meteorologi	<p>1. Memiliki RS-232C <i>serial interface</i> dengan bahasa NMEA untuk penggunaan dengan <i>GNSS Receiver</i>;</p> <p>2. Dilengkapi dengan kabel power dan kabel data ke <i>receiver</i> (sesuai port <i>GNSS Receiver CORS</i>) dengan standar sensor meteorologi;</p> <p>3. Dilengkapi dengan <i>solar radiation shield</i> sebagai pelindung <i>transmitter</i>;</p> <p>4. Menghasilkan data meteorologi dalam format <i>RINEX</i> sesuai standar <i>IGS</i>; dan</p> <p>5. Dilengkapi dengan <i>power supply DC module standard</i>.</p>
5	Sumber daya cadangan	<p>2. Dapat digunakan untuk menjaga operasional stasiun <i>CORS</i> minimal selama 2 (dua) hari ketika terjadi masalah pada aliran listrik sebagai sumber listrik utama; dan</p> <p>2. Sumber daya cadangan berupa baterai kering.</p>
6	Perangkat komunikasi	<p>Memiliki kemampuan untuk komunikasi via:</p> <p>1. VPN-IP (<i>Virtual Private Network – Internet Protocol</i>);</p> <p>2. Jaringan <i>GSM</i>; atau</p> <p>3. VSAT (<i>Very Small Aperture Terminal</i>).</p>
7	Kotak panel	<p>1. Dapat melindungi perangkat dari gangguan cuaca, binatang, dan vandalisme; dan</p> <p>2. Terbuat dari plat besi atau aluminium.</p>

e. Pelaksanaan Pengamatan *Global Navigation Satellite System Continuously Operating Reference Station*

Pelaksanaan pengamatan GNSS CORS terdiri atas

1) Perencanaan survei (koordinasi dan perizinan)

Lokasi CORS yang dipilih memenuhi persyaratan sebagai berikut

- a) Untuk monumentasi di permukaan tanah atau di atas bangunan, dimana kondisi dan strukturnya stabil;
- b) Penempatan monumen pada lokasi yang tidak mudah terganggu atau rusak, baik akibat gangguan manusia maupun binatang;
- c) Mempunyai ruang pandang terbuka ke segala arah mata angin di atas elevasi antena 10°;
- d) Jauh dari objek reflektif yang mudah memantulkan sinyal satelit, untuk meminimalkan atau mencegah terjadinya *multipath*, misalnya bangunan tinggi, kanopi, dan pohon;
- e) Jauh dari objek yang dapat menimbulkan interferensi elektrik terhadap penerimaan sinyal satelit, misalnya saluran listrik tegangan tinggi, gardu induk, dan tower komunikasi; dan
- f) Tersedia jaringan listrik dan komunikasi data yang handal.

2) Setelah mendapatkan lokasi yang sesuai, maka selanjutnya dilaksanakan proses perizinan kepada pihak dan instansi terkait.

f. Pembangunan pilar

Standar pembangunan pilar yang digunakan mengacu ke SNI 7964:2014, Prosedur pembangunan *Continuously Operating Reference Station (CORS)*.

g. Instalasi peralatan CORS

Semua komponen peralatan CORS dipasang sesuai dengan prosedur, beroperasi dan terintegrasi dalam satu sistem. Setelah semua peralatan terpasang dan CORS sudah *tracking*, maka dilakukan proses pengecekan data setelah CORS merekam data 1 *Day of Year (DoY)* penuh.

h. Pengamatan data GNSS secara kontinu

Pengamatan data GNSS secara kontinu menghasilkan *raw data* GNSS. Toleransi ketersediaan data GNSS sesuai dengan SLA (*Service Level Agreement*). Standar pemenuhan data GNSS pada setiap stasiun CORS sesuai dengan SLA sebesar 95%, yang berarti bahwa dalam 1 tahun perekaman, toleransi standar stasiun CORS kehilangan data yaitu maksimal dalam rentang waktu 18 hari.

i. Pemantauan dan perawatan GNSS CORS

Dalam memenuhi standar di atas, maka operator CORS wajib melakukan kegiatan perawatan setiap terjadi permasalahan perekaman data pada stasiun CORS. Kegiatan pemantauan GNSS CORS dapat dilakukan melalui beberapa cara yaitu:

- 1) Dengan melakukan akses *web interface receiver CORS* atau dengan memantau ketersediaan data melalui perangkat lunak manajemen data CORS.
- 2) Jika terjadi masalah pada perekaman data, operator CORS melakukan perbaikan dengan bantuan operator lokal setempat.
- 3) Jika proses perbaikan sudah dilaksanakan, akan tetapi stasiun CORS masih bermasalah dalam perekaman data. Maka operator CORS segera menjadwalkan perawatan *onsite* dengan membawa suku cadang peralatan CORS yang diperlukan sesuai dengan hasil analisis kendala perekaman data.

Spesifikasi teknis dalam pengamatan GNSS CORS dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar pengamatan GNSS CORS

No	Aspek	Standar
1	Metode pengamatan	GNSS kontinu
2	Lama pengamatan per sesi (minimum)	Kontinu
3	Data pengamatan utama untuk penentuan posisi	Minimal menggunakan fase dua frekuensi
4	Moda pengamatan	Jaring tetap

No	Aspek	Standar
5	Interval data pengamatan	<ul style="list-style-type: none"><li>– 30 detik untuk kebutuhan survei GNSS statik</li><li>– 1 detik untuk kebutuhan survei penentuan posisi teliti seketika (<i>RTK NTRIP</i>)</li></ul>
6	Elevasi satelit minimum	10 derajat
7	Interval data pengamatan meteorologi	30 detik

j. Hasil Pengamatan *GNSS CORS*

Pengamatan *GNSS CORS* menghasilkan *GNSS raw data* dalam format biner sesuai dengan jenis *receiver* yang digunakan (*proprietary format*).

k. Pemrosesan *GNSS raw data* menjadi DG Dasar

Pemrosesan *GNSS raw data* menjadi DG Dasar dilakukan dengan cara mengkonversi *GNSS raw data* kedalam format yang digunakan untuk pertukaran data dan dapat dibaca oleh berbagai perangkat lunak pengolah data *GNSS*, yaitu:

- 1) Data *GNSS* dalam format *RINEX*; dan
- 2) *Real-time GNSS data streaming* dalam format *RTCM*.

1. Kontrol kualitas

- 1) Tujuan dilakukan kontrol kualitas adalah menghasilkan kualitas data *GNSS* hasil pengamatan yang sesuai standar dan digunakan dalam proses pengolahan koordinat.
- 2) Data yang berkualitas haruslah sesuai dengan spesifikasi teknis serta syarat minimum pelaksanaan pengumpulan DG dasar.
- 3) Pengecekan spesifikasi data pengamatan dilakukan berdasarkan ketersediaan *raw*, *RINEX*, dan *streaming* data dari stasiun *CORS* di lapangan ke server melalui software monitoring data *GNSS*.
- 4) Parameter kontrol kualitas *file RINEX* yaitu
  - a) Ukuran *file RINEX*;
  - b) Jumlah *epoch* pengamatan; dan



- c) Jenis file *RINEX* (observasi, navigasi, dan meteorologi).
- m. DG Dasar Hasil Pengamatan *GNSS CORS*  
DG Dasar hasil pengamatan *GNSS CORS* berupa:
  - 1) Data *GNSS* dalam format *RINEX*;
  - 2) *Real-time GNSS Data Streaming* dalam format *RTCM*.Penamaan file *RINEX* mengikuti dengan format SSSSDDDF.YYT, dimana:
  - 1) SSSS adalah 4 (empat) karakter unik nama lokasi CORS.
  - 2) DDD adalah *Julian day* atau urutan hari dalam tahun.
  - 3) F adalah nomer urut file dalam sehari atau sesi pengukuran.
  - 4) YY adalah 2 digit akhir bilangan tahun.
  - 5) T adalah satu dari tipe file berikut:
    - o : *Observation*
    - n : *GPS Ephemeris File*
    - g : *GLONASS Ephemeris File*
    - h : *SBAS Ephemeris File*
    - l : *GALILEO Ephemeris File*
    - f : *Beidou Ephemeris File*
    - q : *QZSS Ephemeris File*
    - m : *Meteorological data*
    - d : *Hatanaka compressed observation*

- 2. Prosedur Standar Survei *Global Navigation Satellite Systems (GNSS)* Episodik pada Jaring Kontrol Geodesi
  - a. Ruang Lingkup  
Ruang lingkup standar ini mencakup acuan normatif, istilah dan definisi, peralatan, pelaksanaan survei, dan spesifikasi teknis DG Dasar dalam survei *GNSS* episodik.
  - b. Acuan Normatif
    - 1) Peraturan Pemerintah Nomor 45 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial.
    - 2) Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-6724-2002, Jaring Kontrol Horizontal.



c. Istilah dan Definisi

- 1) *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disingkat *GNSS* adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
- 2) *Survei GNSS episodik* adalah survei penentuan posisi dengan pengamatan satelit *GNSS* pada sejumlah titik kontrol geodesi yang akan ditentukan koordinatnya dengan terikat pada titik kontrol geodesi yang sudah diketahui koordinatnya menggunakan metode *static relative positioning* yang dilakukan dalam rentang waktu tertentu.
- 3) *Continuously Operating Reference Station* yang selanjutnya disingkat *CORS* adalah titik kontrol geodesi dimana dilakukan pengamatan posisi secara kontinu menggunakan peralatan penerima *GNSS* tipe geodetik.
- 4) *International GNSS Services* yang selanjutnya disingkat *IGS* adalah organisasi di bawah *International Association of Geodesy (IAG)* yang mengelola jaringan *GNSS* global yang beroperasi secara permanen dan kontinu untuk menyediakan data dan produk *GNSS* presisi tinggi secara bebas dan terbuka dalam bentuk layanan untuk menunjang penentuan posisi.
- 5) *Dilution of Precision* yang selanjutnya disingkat *DOP* adalah bilangan yang umum digunakan untuk merefleksikan kekuatan geometri dari konstelasi satelit, dimana nilai *DOP* yang kecil menunjukkan geometri satelit yang kuat (baik), dan nilai *DOP* yang besar menunjukkan geometri satelit yang lemah (buruk).
- 6) *GNSS Receiver* adalah perangkat elektronik yang menerima dan memproses sinyal secara digital dari konstelasi satelit navigasi untuk memberikan posisi, kecepatan dan waktu (dari penerima).
- 7) *Antena GNSS* adalah bagian dari receiver yang berfungsi untuk menerima gelombang elektromagnetik (EM) yang dipancarkan oleh satelit navigasi.

- 8) *Multipath* adalah fenomena apabila sinyal dari satelit tiba di antena GNSS melalui dua atau lebih lintasan yang berbeda, dalam hal ini satu sinyal merupakan sinyal langsung dari satelit ke antena dan yang lainnya merupakan sinyal-sinyal tidak langsung yang dipantulkan oleh benda-benda di sekitar antena sebelum tiba di antena.
  - 9) Pusat fasa (*phase center*) antena adalah pusat fasa elektrik yang menerima sinyal satelit navigasi dan merupakan titik referensi koordinat.
  - 10) Sudut tutupan (*mask angle*) adalah sudut ketinggian (elevasi) minimum satelit, dihitung dari horison pengamat, yang akan diamati oleh GNSS Receiver.
  - 11) Format *Receiver Independent Exchange* yang selanjutnya disingkat *RINEX* adalah format pertukaran data untuk data mentah sistem navigasi satelit.
  - 12) Format *Radio Technical Commission for Maritime Services* yang selanjutnya disingkat *RTCM* adalah format data standar internasional yang digunakan dalam transmisi real-time data untuk koreksi diferensial GNSS dari stasiun-stasiun CORS ke rover yang digunakan oleh pengguna.
- d. Peralatan
- Spesifikasi teknis peralatan utama yang dibutuhkan untuk melaksanakan survei GNSS episodik adalah sebagaimana terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Teknis Peralatan Survei GNSS Episodik.

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
1	Antena GNSS	<div>1. Dapat menangkap sinyal satelit:<div><div>a. GPS</div><div>b. GLONASS</div><div>c. GALILEO</div><div>d. QZSS</div><div>e. Beidou</div><div>f. SBAS</div></div><div>2. Akurasi <i>phase center</i> &lt; 2 mm;</div></div>

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
		<p>3. Pusat fasa (<i>phase center</i>) antena GNSS telah mengacu pada daftar antena IGS (dokumen rcvr_ant.tab);</p> <p>4. Terpasang stabil pada <i>mounting</i> antena dengan toleransi pergeseran antena sebesar 0,1 mm dari titik tempat antena tersebut diletakkan selama pengamatan berlangsung; dan</p> <p>5. Antena dipasang pada <i>mounting</i> yang bisa diatur ke arah utara.</p>
2	GNSS Receiver	<p>1. Tipe <i>receiver</i> geodetik frekuensi ganda yang dapat menerima sinyal:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>a. GPS</li><li>b. GLONASS</li><li>c. GALILEO</li><li>d. QZSS</li><li>e. Beidou</li><li>f. SBAS</li></ul> <p>2. Terdaftar di IGS</p>
3	Tribrach	<p><i>Tribrach</i> telah terkalibrasi dengan perbedaan antara <i>centering</i> optis dengan <i>centering</i> mekanis (unting-unting) tidak lebih dari 2 mm.</p>
4	Sensor meteorologi	<p>a. Parameter meteorologi yang diamati untuk kebutuhan pengamatan data GNSS adalah tekanan udara, kelembaban, dan suhu; dan</p> <p>b. Interval pengamatan sama dengan interval pengamatan GNSS Receiver yaitu 30 detik.</p>

e. Pelaksanaan Survei GNSS Episodik

Pelaksanaan survei GNSS episodik terdiri atas:

- 1) Perencanaan Survei
  - a) Sebelum pelaksanaan survei, dilakukan pemeriksaan alat dan uji coba untuk memastikan setiap peralatan berfungsi dengan baik.
  - b) Sebelum pengamatan dimulai, di sekitar lokasi survei harus bebas dari obstruksi untuk meminimalisir terhalangnya sinyal satelit menuju antena dan *multipath*.
- 2) Perekaman Data Pengamatan
  - a) Survei GNSS episodik dilakukan dengan metode *relative static positioning* selama 36 jam.
  - b) Mendirikan alat sesuai prosedur dan kokoh agar posisi antena tidak berubah selama pengamatan berjalan.
  - c) Mengarahkan penanda arah utara antena ke arah utara menggunakan kompas dan mengukur tinggi antena.
  - d) Konfigurasi perekaman data pada *receiver* untuk *elevation mask* 10°, interval perekaman data per 30 detik dan toleransi *DOP* maksimal 8.
  - e) Memeriksa dan mencatat pada *logsheet* kondisi alat secara berkala selama pengamatan untuk memastikan peralatan merekam data sampai target waktu pengamatan selesai.
- 3) Pemrosesan *raw data* GNSS menjadi DG Dasar  
Pemrosesan *raw data* GNSS dilakukan dengan cara mengkonversi *raw data* ke dalam format *RINEX* yang digunakan untuk pertukaran data dan dapat dibaca oleh berbagai perangkat lunak pengolah data GNSS. *Data* format *RINEX* terdiri dari data observasi, navigasi dan meteorologi.
- 4) Kontrol Kualitas
  - a) Pengecekan spesifikasi pengamatan dilakukan berdasarkan data *RINEX* hasil pengamatan serta data pendukung antara lain *logsheet* dan foto.

- b) Tujuan dilakukan kontrol kualitas adalah menghasilkan kualitas data *GNSS* hasil pengamatan yang sesuai standar dan digunakan dalam proses pengolahan koordinat.
  - c) Data yang berkualitas haruslah sesuai dengan spesifikasi teknis serta syarat minimum pelaksanaan pengumpulan DG dasar.
- f. DG Dasar Hasil Survei *GNSS* Episodik
- Survei *GNSS* episodik menghasilkan data *GNSS* format *RINEX* dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:
- 1) Interval perekaman data per 30 detik;
  - 2) Data satelit yang terekam berada pada posisi di atas sudut tutupan 10°;
  - 3) Tipe antena dan *receiver* telah terdaftar pada *IGS*; dan
  - 4) Sinyal observasi terekam untuk semua jenis satelit.
- Data *RINEX* observasi dikatakan baik jika:
- 1) Nilai RMS kombinasi data *multipath*  $\leq 0.5$  meter; dan
  - 2) Persentase data observasi yang dapat direkam  $> 70\%$ .
3. Prosedur Standar Pengukuran Gayaberat pada Jaring Kontrol Geodesi
- a. Ruang Lingkup
- Ruang lingkup standar ini mencakup acuan normatif, istilah dan definisi, peralatan, pelaksanaan survei, dan spesifikasi teknis DG Dasar dalam survei gayaberat pada pilar Jaring Kontrol Geodesi untuk menghasilkan data gayaberat.
- b. Acuan Normatif
- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial; dan
  - 2) Standar Nasional Indonesia (SNI) SNI 19-7149-2005, tentang Jaring Kontrol Gayaberat.
- c. Istilah dan Definisi
- 1) Pengukuran adalah pengambilan data lapangan yang hasilnya dalam bentuk angka atau nilai.
  - 2) Pengamatan adalah pengambilan data lapangan yang hasilnya harus diproses untuk mengetahui nilainya.

- 3) Nilai gayaberat adalah hasil pengukuran gayaberat di lapangan setelah melalui konversi ke miligal (mgal) dan telah dikoreksi dari pengaruh pasang surut dan/atau apungan.
- 4) Nilai gayaberat absolut adalah hasil pengukuran gayaberat di lapangan setelah dikoreksi dari pengaruh tekanan udara, *ocean loading*, *polar motion* dan pengaruh konfigurasi alat.
- 5) *Absolute gravimeter* adalah instrumen yang digunakan dalam mengukur medan gayaberat bumi secara absolut. Absolut gravimeter terdiri atas tiga bagian utama yaitu dropper unit, interferometer base dan panel kontrol.
- 6) *Dropper unit* adalah bagian dari *absolute gravimeter* yang berisi ruangan hampa udara, berfungsi sebagai media untuk pengamatan gerak jatuh bebas pada prinsip kerja alat tersebut. Bagian ini diletakkan diatas *interferometer base*.
- 7) *Interferometer base* adalah bagian dari gravimeter absolut yang berfungsi sebagai sumber media laser yang digunakan untuk mengukur jarak dan waktu saat gerak jatuh bebas terjadi selama pengukuran gayaberat absolut.
- 8) Panel kontrol adalah unit elektronik dari gravimeter absolut yang berfungsi sebagai pusat kontrol untuk pengukuran gayaberat absolut.
- 9) *Relative gravimeter* adalah instrumen yang digunakan dalam mengukur medan gayaberat bumi secara relatif.
- 10) Tripod gradiometri adalah perlengkapan pendukung dalam pengukuran gayaberat untuk menentukan nilai gradien gayaberat pada suatu titik.
- 11) Gradien gayaberat adalah laju perubahan dari percepatan gayaberat yang memiliki besaran nilai dan arah tiga dimensi.
- 12) *Fringe amplitude* adalah besaran amplitudo gelombang yang terbaca pada osiloskop pada saat gravimeter absolut bersilasi baik pada modus *couple* maupun pada modus *decouple*.

- 13) Modus *couple* adalah posisi dimana kaki dalam dari *dropper unit* bertumpu pada permukaan *interferometer base*.
- 14) Modus *decouple* adalah posisi dimana *dropper unit* bertumpu pada permukaan pilar dengan menggunakan kaki luar sebagai tumpuan dan tidak lagi bertumpu pada *interferometer base*.
- 15) Modus osilasi adalah modus dimana absolut gravimeter berada dalam keadaan *steady* untuk melakukan pengukuran gayaberas absolut. Pada modus ini, laser beresilasi melalui celah antara interferometer base dan dropper unit.
- 16) Set pengukuran adalah satu rangkaian perekaman data dari beberapa drop pengukuran gayaberas absolut.
- 17) *Drop* pengukuran adalah satuan pencuplikan data gayaberas absolut dari satu kali rangkaian gerak jatuh bebas pada gravimeter absolut.
- 18) *Project* pengukuran adalah satu rangkaian pengukuran gayaberas absolut pada satu pilar JKGN orde nol yang terdiri atas beberapa set pengukuran.
- 19) *Drift* adalah kesalahan dalam pengukuran gayaberas yang disebabkan alat atau pegas tidak kembali pada kedudukan semula.
- 20) *Loop* adalah jalur pengukuran yang membentuk rangkaian tertutup.
- 21) Orde adalah atribut yang menunjukkan ketelitian eksternal (*external accuracy*) jaring sebagai fungsi kelas jaring dan kedekatan (kesesuaian) data ukuran terhadap jaring kontrol yang digunakan untuk ikatan.
- 22) *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disebut GNSS adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
- 23) *GNSS receiver* adalah perangkat elektronik yang menerima dan memproses sinyal secara digital dari konstelasi satelit navigasi untuk memberikan posisi, kecepatan dan waktu (dari penerima).



- 24) *International GNSS Services* yang selanjutnya disingkat IGS adalah organisasi di bawah *International Association of Geodesy (IAG)* yang mengelola jaringan GNSS global yang beroperasi secara permanen dan kontinu untuk menyediakan data dan produk GNSS presisi tinggi secara bebas dan terbuka dalam bentuk layanan untuk menunjang penentuan posisi.
- 25) Jaring Kontrol Gayaberat Nasional yang selanjutnya disingkat JKGn adalah Jaring Kontrol Geodesi yang telah memiliki nilai gayaberat.
- 26) Pilar Gayaberat Utama yang selanjutnya disingkat GBU adalah JKGn orde 0 dimana nilai gayaberat diukur secara absolut.
- 27) Sistem Referensi Geospasial Indonesia yang selanjutnya disingkat SRGI adalah Sistem Referensi Geospasial yang digunakan secara nasional dan konsisten untuk seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia serta kompatibel dengan sistem referensi geospasial global.

d. Peralatan

Spesifikasi teknis peralatan utama yang digunakan dalam pelaksanaan untuk pengukuran gayaberat pada pilar JKGn orde 0 dan 1 adalah sebagaimana terlihat di Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Peralatan Pada Pilar JKGn

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
1	<i>Absolute gravimeter</i> (orde 0)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sistem gerak jatuh bebas berada dalam ruang hampa dengan pengaruh gaya gesek udara sekecil mungkin;</li><li>2. Sistem pengukuran selang waktu hingga orde nano detik;</li><li>3. Peralatan <i>portable</i>;</li><li>4. Sistem <i>leveling</i> otomatis;</li><li>5. Sumber daya listrik AC dan DC;</li><li>6. Bisa dioperasikan hanya pada suhu dibawah 45°C;</li><li>7. Dilengkapi perangkat komputer</li></ol>



No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
		yang memiliki <i>interface</i> dengan <i>absolute gravimeter</i> ; dan 8. Perangkat komputer dilengkapi dengan perangkat lunak akuisisi dan pengolahan data dari <i>absolute gravimeter</i> .
2	<i>Relative gravimeter</i> (orde 0 dan orde 1)	1. Memiliki prinsip kerja pegas; 2. Panjang tarikan pegas dikonversi kedalam bacaan alat; 3. Merupakan peralatan <i>portable</i> ; 4. Dilengkapi dengan kaki tiga untuk melakukan <i>leveling</i> ; 5. Sumber daya menggunakan listrik yang dialirkan kedalam baterai internal atau eksternal (aki); dan 6. Bisa dioperasikan pada suhu ekstrim ( - 40 sampai 45°C).
3	Tripod gradiometri (orde 0)	1. Memiliki tiga dasar untuk meletakkan <i>relative gravimeter</i> pada ketinggian yang berbeda; 2. Dilengkapi dengan kaki tiga dan <i>nivo</i> untuk melakukan <i>leveling</i> ; dan 3. Merupakan peralatan <i>portable</i> .
4	<i>GNSS Receiver</i> (orde 0 dan orde 1)	1. Tipe <i>receiver</i> geodetic frekuensi ganda yang dapat menerima sinyal: a. <i>GPS</i> b. <i>GLONASS</i> c. <i>GALILEO</i> d. <i>QZSS</i> e. <i>Beidou</i> f. <i>SBAS</i>

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
		2. Terdaftar di <i>IGS</i> ; dan 3. Mampu melakukan perekaman data dengan interval hingga 0.5 detik.

e. Pelaksanaan Pengukuran Gayaberat Pada Pilar JKGN orde 0 dan orde 1

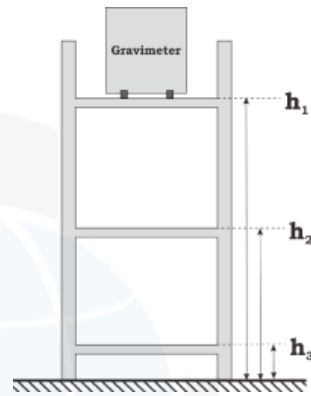
a. Perencanaan survei

- a) Penentuan lokasi Pilar JKGN orde 0 dan orde 1 oleh penanggung jawab survei.
- b) Perencanaan detail pengukuran dibuat oleh tim survei dengan mengkomunikasikan kepada penanggung jawab survei.
- c) Tim survei melakukan persiapan administrasi dengan berkoordinasi dengan pihak terkait.
- d) Tim survei melakukan persiapan teknis dengan melakukan pengecekan peralatan dan kelengkapan pendukung.

2) Pelaksanaan survei pengukuran gayaberat pada pilar JKGN orde 0

- a) Pengukuran diawali dengan pengukuran gradien gayaberat dan pengamatan *GNSS*.
- b) Persiapan peralatan gayaberat absolut dilakukan sekurang-kurangnya 40 menit menyesuaikan kondisi besaran daya laser dan nilai tegangan ion yang terukur pada panel kontrol sesaat sebelum pengukuran.
- c) Persiapan survei gayaberat absolut dapat dikatakan cukup apabila tegangan ion pada panel kontrol telah mencapai nilai diatas 3800 milivolt, dan besaran daya laser 75 watt.
- d) Pelaksanaan survei harus mempertimbangkan cuaca dan suhu lingkungan pada saat sebelum pengukuran. Pengukuran hanya dapat dilaksanakan pada cuaca cerah dan suhu lingkungan masih dibawah 35°C.

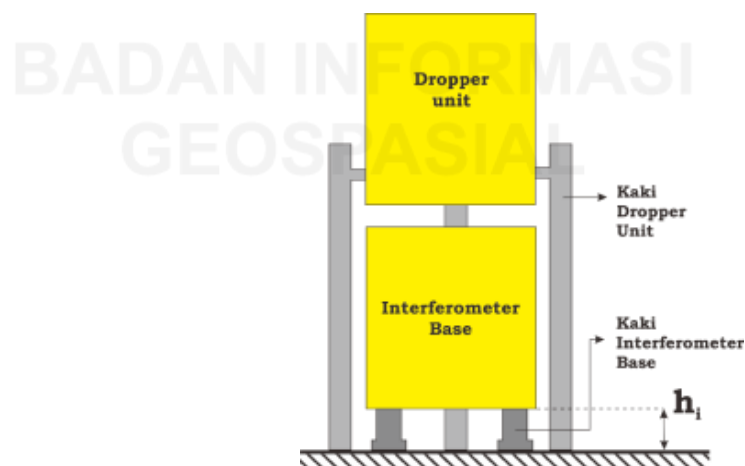
- e) Pengukuran gayaberat absolut dimulai dengan pengukuran *fringe amplitude* dengan menggunakan osiloskop digital pada saat alat dalam modus *couple* maupun *decouple*. Nilai minimum *fringe amplitude* yang diterima adalah 1.5 volt *peak to peak*.
- f) Pengukuran gradien gayaberat dilaksanakan dengan ketentuan:
  - i. Pengukuran dilakukan dengan tiga posisi ketinggian berbeda pada tripod gradiometri (Gambar 1).



Gambar 1. Ilustrasi pengukuran gradien gayaberat dengan tripod gradiometri

- i. Pengukuran menggunakan *relative gravimeter* dengan jumlah data sebanyak 10 untuk tiap posisi ketinggian.
- ii. Melakukan *centering* alat dengan *nivo* berada tepat di tengah.
- iii. Satu set pengukuran dilaksanakan selama 10 *cycles*.
- iv. Dalam 1 *cycle* terdapat perekaman 60 data.
- v. Pengukuran tinggi alat ( $h_1, h_2$  dan  $h_3$ ) mengikuti skema pada Gambar 1.
- vi. Mencatat bacaan gravimeter pada tiap-tiap pengukuran dan tinggi alat.
- vii. Pengukuran dilaksanakan dengan memperhatikan tingkat kebisingan lokasi, kondisi cuaca, angin, dan kondisi lain yang mengakibatkan gangguan pada saat pengukuran.

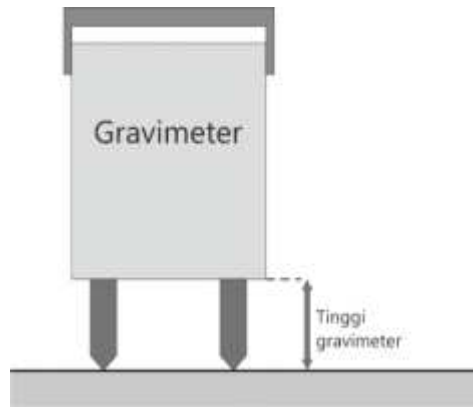
- viii. Menghitung nilai gradien gayaberat setelah pengukuran berakhir.
- g) Pengukuran gayaberat absolut dilaksanakan dengan ketentuan
  - i. Memasang tenda sebagai pelindung *absolute gravimeter* selama pengukuran untuk mengurangi efek hembusan angin yang dapat mengganggu pengukuran.
  - ii. Melakukan *leveling* otomatis pada alat sejak alat diletakkan di permukaan pilar sampai dengan modus *decouple* diaktifkan.
  - iii. Melakukan pengecekan *fringe amplitude* dalam modus osilasi sesaat sebelum pengukuran dilakukan.
  - iv. Pengukuran dilaksanakan dalam dua *project* pengukuran, dimana masing-masing *project* pengukuran terdiri atas 10 set dan tiap-tiap set terdiri atas 120 *drop*.
  - v. Pengukuran tinggi alat ( $h_i$ ) dari alat ke permukaan pilar sesuai dengan skema pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi pengukuran tinggi alat pada gravimeter absolut

- vi. Pengukuran hanya boleh dilaksanakan pada saat kondisi tenang dengan derau seminimal mungkin.

- vii. Pengukuran dilaksanakan dengan memperhatikan tingkat kebisingan lokasi, angin, dan kondisi lainnya yang menyebabkan adanya gangguan selama pengukuran berlangsung.
- 3) Pelaksanaan survei Pengukuran Gayaberat pada pilar JKGN orde 1
- a) Kerangka referensi yang digunakan adalah JKGN orde 0 yang berupa pilar GBU.
  - b) Pengukuran gayaberat pada pilar JKGN orde 1 dilakukan pada sayap pilar jaring kontrol geodesi atau di permukaan tanah.
  - c) Pengukuran dilakukan dengan membentuk *loop* dimana pengukuran diawali dan diakhiri pada pilar GBU yang sama.
  - d) Pengukuran dalam 1 *loop* dilakukan pada rentan waktu tidak lebih dari 24 jam.
  - e) Melakukan prosedur penstabilan alat sebelum melakukan pengukuran. Alat dikatakan stabil jika nilai *drift* < 0.1 miliGal.
  - f) Pengukuran gayaberat dilaksanakan dengan ketentuan:
    - i. Melakukan *centering* alat dengan nivo berada tepat ditengah.
    - ii. Satu set pengukuran dilaksanakan selama 10 *cycles*.
    - iii. Dalam 1 *cycle* terdapat perekaman 60 data.
    - iv. Pengukuran tinggi alat dari alat ke permukaan sayap pilar.
    - v. Pengukuran dilaksanakan dengan memperhatikan tingkat kebisingan lokasi, kondisi cuaca dan angin



Gambar 3. Ilustrasi pengukuran tinggi gravimeter di sayap pilar JKGN

- g) Pengamatan *GNSS* pada pilar JKGN orde 0 dan orde 1 dilaksanakan dengan standar berikut:
  - i. Metode *RTK positioning* dilaksanakan sampai koordinat *fix*.
  - ii. Metode statik, lama pengamatan menyesuaikan jarak antara rover dan base.
  - iii. Pengamatan dilaksanakan dengan memperhatikan keterbukaan wilayah dari kanopi.
- h) Pencatatan data terdiri dari:
  - i. Hari dan tanggal akuisisi.
  - ii. Nama dan identitas pilar JKGN yang diukur.
  - iii. Operator *gravimeter* dan pencatat.
  - iv. Wilayah pengukuran.
  - v. Koordinat titik.
  - vi. Data rekaman *gravimeter* pada pilar JKGN orde 0, meliputi:
    - (a) Bacaan tegangan ion, *fringe amplitude*, *ion current*, *laser power*;
    - (b) Nilai *polar motion*;
    - (c) Nilai *sigma* yang digunakan;
    - (d) Nilai gayabarat absolut; dan
    - (e) Nilai *set scatter*, *uncertainty* dan *data acceptance*.
  - vii. Data rekaman *gravimeter* pada pilar JKGN orde 1, meliputi:
    - (a) Bacaan *gravimeter*;

- (b) Waktu pembacaan; dan
  - (c) Nilai standar deviasi bacaan.
  - viii. Sketsa Pilar JKGN yang diukur ukur.
  - ix. Keterangan lokasi/kenampakan menonjol lokasi pengukuran.
  - x. Catatan selama pengukuran.
- 4) Pemrosesan data hasil pengukuran gayaberat pada pilar JKGN orde 0
- a) Pemrosesan data hasil survei dilakukan setiap hari untuk menentukan apakah pengukuran yang dilakukan telah memenuhi spesifikasi teknis yang dipersyaratkan.
  - b) Pemrosesan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pemrosesan data gayaberat.
  - c) Tahapan pemrosesan data:
    - i. Menerapkan koreksi ocean loading, tekanan dan konfigurasi peralatan.
    - ii. Menerapkan modus 2 kali standar deviasi sebagai batasan data.
    - iii. Memasukkan nilai lintang, bujur dan tinggi ortometrik serta gradien gayaberat.
  - d) Kontrol kualitas pengukuran gayaberat pada pilar JKGN orde 0
    - i. Nilai akhir gayaberat absolut memiliki ketidakpastian (*uncertainty*) dibawah 10 mikrogal.
    - ii. Nilai akhir set *scatter* dari masing-masing *project* pengukuran dibawah 15 mikrogal.
    - iii. *Data acceptance* akhir di atas 85 persen.
  - e) Pemrosesan data hasil pengukuran gayaberat pada pilar JKGN orde 1
    - i. Pemrosesan data dilakukan setiap hari untuk menentukan apakah pengukuran yang dilaksanakan telah memenuhi spesifikasi teknis yang dipersyaratkan.

- ii. Pemrosesan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pemrosesan data gayaberat.
- iii. Tahapan pemrosesan data:
  - (a) Melakukan koreksi pasang surut bumi.
  - (b) Melakukan koreksi *drift* harian.
  - (c) Melakukan identifikasi jika terdapat kesalahan, maka data tersebut tidak dipakai.
  - (d) Melakukan pengolahan data GNSS.
  - (e) Menghitung nilai gayaberat observasi.
  - (f) Menghitung nilai anomali gayaberat.
  - (g) Menghitung statistik pengolahan untuk menentukan kualitas data gayaberat.
- f) Kontrol kualitas pengukuran gayaberat pada pilar JKGN orde 1
  - i. Peralatan terhubung dengan power selama 48 jam terakhir.
  - ii. *Gravimeter* telah dilakukan prosedur penstabilan.
  - iii. Lokasi pengukuran di sayap pilar JKGN.
  - iv. Minimal 10 *cycles*, dengan masing-masing perekaman 60 data.
  - v. Nilai gayaberat presisi, tidak meningkat atau menurun linier.
  - vi. Memenuhi spesifikasi data gayaberat yang dihasilkan seperti terlihat pada Tabel 5.
  - vii. Datum yang digunakan adalah SRGI.
  - viii. Penamaan titik pengukuran GNSS dan *gravimeter* sama.
- f. DG Dasar Hasil Pengukuran Bayaberat Pada Jaring Kontrol Geodesi

DG Dasar yang dihasilkan dari pengukuran gayaberat pada Jaring Kontrol Geodesi berupa data gayaberat dengan spesifikasi teknis sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 5.



Tabel 5. Spesifikasi data yang dihasilkan

DG Dasar	Spesifikasi teknis
Umum	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sistem referensi: SRGI;</li><li>2. Sistem koordinat: Geodetik; dan</li><li>3. Kerangka gayaberat pada pilar orde 0: Independen</li><li>4. Kerangka gayaberat pada pilar orde 1: JKGN orde 0</li></ol>
Ketelitian posisi	Standar deviasi vektor 3D < 5 cm.
Ketelitian nilai gayaberat	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Standar deviasi pengukuran orde 0 &lt; 0.01 miliGal;</li><li>2. Standar deviasi pengukuran orde 1 &lt; 1 miliGal; dan</li><li>3. Nilai <i>drift</i> harian <i>relative gravimeter</i> orde 1 &lt; 0.1 miliGal.</li></ol>

4. Standar Prosedur Survei Gayaberat Terestris

a. Ruang Lingkup

Ruang lingkup standar ini mencakup acuan normatif, istilah dan definisi, peralatan, pelaksanaan survei, dan spesifikasi teknis DG Dasar dalam survei gayaberat terestris untuk menghasilkan data gayaberat.

b. Acuan Normatif

- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial.
- 2) Standar Nasional Indonesia SNI 19-7149-2005, tentang Jaring Kontrol Gayaberat.

c. Istilah dan Definisi

- 1) Pengukuran adalah pengambilan data lapangan yang hasilnya dalam bentuk angka atau nilai.
- 2) Pengamatan adalah pengambilan data lapangan yang hasilnya harus diproses untuk mengetahui nilainya.
- 3) Nilai gayaberat adalah hasil pengukuran gayaberat di lapangan setelah melalui konversi ke miligal (mgal) dan telah dikoreksi dari pengaruh pasang surut dan/atau apungan.

- 4) *Relative gravimeter* adalah instrumen yang digunakan dalam mengukur medan gayabarat bumi secara relatif.
- 5) *Drift* adalah kesalahan dalam pengukuran gayabarat yang disebabkan alat atau pegas tidak kembali pada kedudukan semula.
- 6) *Loop* adalah jalur pengukuran yang membentuk rangkaian tertutup.
- 7) Orde adalah atribut yang menunjukkan ketelitian eksternal (*external accuracy*) jaring sebagai fungsi kelas jaring dan kedekatan (kesesuaian) data ukuran terhadap jaring kontrol yang digunakan untuk ikatan.
- 8) *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disebut *GNSS* adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
- 9) *GNSS Receiver* adalah perangkat elektronik yang menerima dan memproses sinyal secara digital dari konstelasi satelit navigasi untuk memberikan posisi, kecepatan dan waktu (dari penerima).
- 10) *International GNSS Services* yang selanjutnya disingkat IGS adalah organisasi di bawah *International Association of Geodesy (IAG)* yang mengelola jaringan *GNSS* global yang beroperasi secara permanen dan kontinu untuk menyediakan data dan produk *GNSS* presisi tinggi secara bebas dan terbuka dalam bentuk layanan untuk menunjang penentuan posisi.
- 11) Sistem Referensi Geospasial Indonesia yang selanjutnya disingkat SRGI adalah sistem referensi koordinat yang digunakan secara nasional dan konsisten untuk seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia serta kompatibel dengan sistem referensi geospasial global.

d. Peralatan

Spesifikasi teknis peralatan utama yang digunakan dalam pelaksanaan survei gayabarat terestris adalah sebagaimana terlihat di Tabel 6.

Tabel 6. Spesifikasi Peralatan

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
1	<i>Relative gravimeter</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Memiliki prinsip kerja pegas;</li><li>2. Panjang tarikan pegas dikonversi ke dalam bacaan alat;</li><li>3. Merupakan peralatan portabel;</li><li>4. Dilengkapi dengan kaki tiga untuk melakukan leveling;</li><li>5. Sumber daya menggunakan listrik yang dialirkan kedalam baterai internal atau eksternal (aki); dan</li><li>6. Bisa dioperasikan pada suhu ekstrim (-40 sampai 45°C).</li></ol>
2	<i>GNSS Receiver</i>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Tipe <i>receiver</i> geodetik frekuensi ganda yang dapat menerima sinyal:<ol style="list-style-type: none"><li>a. <i>GPS</i></li><li>b. <i>GLONASS</i></li><li>c. <i>GALILEO</i></li><li>d. <i>QZSS</i></li><li>e. Beidou</li><li>f. <i>SBAS</i></li></ol></li><li>2. Terdaftar di <i>IGS</i>; dan</li><li>3. Mampu melakukan perekaman data dengan interval hingga 0.5 detik.</li></ol>

e. Pelaksanaan Survei Gayaberat Terestris

1) Perencanaan survei

- a) Penentuan lokasi survei oleh penanggung jawab survei.
- b) Perencanaan detail survei dibuat oleh tim survei dengan mengkomunikasikan kepada penanggung jawab survei.
- c) Tim survei melakukan persiapan administrasi dengan berkoordinasi dengan pihak terkait.

- d) Tim survei melakukan persiapan teknis dengan melakukan pengecekan peralatan baik gravimeter maupun *GNSS Receiver* serta kelengkapan pendukung.
- 2) Pelaksanaan survei
- a) Kerangka referensi yang digunakan adalah Jaring Kontrol Gayaberat Nasional (JKGN) orde 0 yang berupa pilar Gayaberat Utama (GBU).
  - b) Titik ikat survei gayaberat paling rendah menggunakan orde 1 yang terikat ke GBU.
  - c) Survei gayaberat terestris pada Titik Kontrol Geodesi dilakukan pada sayap pilar jaring kontrol geodesi atau di permukaan tanah.
  - d) Pengukuran dilakukan dengan membentuk *loop* dimana pengukuran diawali dan diakhiri pada titik yang sama.
  - e) Pengukuran dalam 1 *loop* dilakukan pada rentan waktu tidak lebih dari 24 jam.
  - f) Melakukan prosedur penstabilan alat sebelum melakukan pengukuran. Alat dikatakan stabil jika nilai *drift* < 0.1 miliGal.
  - g) Pengukuran gayaberat dilaksanakan dengan ketentuan:
    - i. Melakukan centering alat dengan nivo berada tepat ditengah.
    - ii. Satu set pengukuran dilaksanakan selama 10 *cycles*.
    - iii. Dalam 1 *cycle* terdapat perekaman 60 data.
    - iv. Pengukuran tinggi alat dari alat ke permukaan tanah.
    - v. Pengukuran dilaksanakan dengan memperhatikan tingkat kebisingan lokasi, kondisi cuaca, angin, dan kondisi permukaan tanah.
- 3) Pengamatan *GNSS* dilaksanakan dengan standar berikut:
- a) Dengan metode *RTK positioning* dilaksanakan sampai koordinat *fix*.

- b) Dengan metode statik, lama pengamatan menyesuaikan jarak antara *rover* dan *base*.
  - c) Pengamatan dilaksanakan dengan memperhatikan keterbukaan wilayah dari kanopi.
- 4) Pencatatan data yang terdiri dari:
- a) Hari dan tanggal akuisisi.
  - b) Nama dan Identitas titik ukur.
  - c) Operator *gravimeter* dan pencatat.
  - d) Wilayah pengukuran.
  - e) Koordinat titik.
  - f) Data rekaman *gravimeter*, meliputi:
    - i. Bacaan *gravimeter*;
    - ii. Waktu pembacaan; dan
    - iii. Nilai standar deviasi bacaan.
  - g) Sketsa titik ukur.
  - h) Keterangan lokasi/kenampakan menonjol lokasi pengukuran.
  - i) Catatan selama pengukuran.
- 5) Pemrosesan data hasil survei.
- a) Pemrosesan data hasil survei dilakukan setiap hari untuk menentukan apakah pengukuran yang dilakukan telah memenuhi spesifikasi teknis yang dipersyaratkan.
  - b) Pemrosesan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak pemrosesan data gayabarat.
  - c) Tahapan pemrosesan data:
    - i. melakukan koreksi pasang surut bumi.
    - ii. melakukan koreksi *drift* harian.
    - iii. melakukan identifikasi jika terdapat kesalahan, maka data tersebut tidak dipakai.
    - iv. melakukan pengolahan data GNSS.
    - v. menghitung nilai gayabarat observasi.
    - vi. menghitung nilai anomali gayabarat.
    - vii. menghitung statistik pengolahan untuk menentukan kualitas data gaya berat.

- 6) Kontrol kualitas
- a) Peralatan terhubung dengan *power* selama 48 jam terakhir.
  - b) *Gravimeter* telah dilakukan prosedur penstabilan.
  - c) Lokasi pengukuran stabil.
  - d) Minimal 10 *cycles*, dengan masing-masing perekaman 60 data.
  - e) Nilai gayaberat presisi, tidak meningkat atau menurun linier.
  - f) Memenuhi spesifikasi data gayaberat yang dihasilkan seperti terlihat pada Tabel 7.
  - g) Datum yang digunakan adalah SRGI.
  - h) Penamaan titik pengukuran *GNSS* dan *gravimeter* sama.
- f. DG Dasar Hasil Survei Gayaberat Terestris
- DG Dasar yang dihasilkan dari survei gayaberat terestris berupa data gayaberat dengan spesifikasi teknis sebagaimana ditunjukkan pada tabel 7.

Tabel 7. Spesifikasi data yang dihasilkan

DG Dasar	Spesifikasi teknis
Umum	1. Sistem referensi: SRGI; 2. Sistem koordinat: Geodetik; dan 3. Kerangka gayaberat: JKGN orde 0.
Ketelitian posisi	Standar deviasi vektor 3D < 5 cm.
Ketelitian nilai gayaberat	1. Nilai <i>drift</i> harian < 0.1 miliGal; dan 2. Standar deviasi pengukuran kurang dari 1 miliGal.

5. Prosedur Standar Survei Gayaberat *Airborne*

a. Ruang Lingkup

Ruang lingkup standar ini mencakup acuan normatif, istilah dan definisi, peralatan, pelaksanaan survei, dan spesifikasi teknis DG Dasar dalam survei gayaberat *airborne* dengan menggunakan wahana pesawat untuk menghasilkan data gayaberat.

b. Acuan Normatif

Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial.

c. Istilah dan Definisi

- 1) Pengukuran adalah pengambilan data lapangan yang hasilnya dalam bentuk angka atau nilai.
- 2) Pengamatan adalah pengambilan data lapangan yang hasilnya harus diproses untuk mengetahui nilainya.
- 3) Nilai gayaberat adalah hasil pengukuran gayaberat di lapangan setelah melalui konversi ke miligal (mgal) dan telah dikoreksi dari pengaruh pasang surut dan/atau apungan.
- 4) Pilar Gayaberat Utama yang selanjutnya disingkat GBU adalah Jaring Kontrol Gayaberat Nasional orde 0 dimana nilai gayaberat diukur secara absolut.
- 5) *Relative gravimeter* adalah instrumen yang digunakan dalam mengukur medan gayaberat bumi secara relatif.
- 6) *Airborne gravimeter* adalah relatif gravimeter yang digunakan di wahana pesawat.
- 7) Anomali gayaberat adalah perbedaan antara nilai gayaberat observasi dengan nilai gayaberat yang diprediksi oleh model (gayaberat normal).
- 8) *Drift* adalah kesalahan dalam pengukuran gayaberat yang disebabkan alat atau pegas tidak kembali pada kedudukan semula.
- 9) *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disebut GNSS adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
- 10) *GNSS Receiver* adalah perangkat elektronik yang menerima dan memproses sinyal secara digital dari konstelasi satelit navigasi untuk memberikan posisi, kecepatan dan waktu (dari penerima).

- 11) *International GNSS Services* yang selanjutnya disingkat IGS adalah organisasi di bawah *International Association of Geodesy (IAG)* yang mengelola jaringan GNSS global yang beroperasi secara permanen dan kontinu untuk menyediakan data dan produk GNSS presisi tinggi secara bebas dan terbuka dalam bentuk layanan untuk menunjang penentuan posisi.
  - 12) *Reference measurement* adalah pengukuran nilai gayaberat pada saat pesawat dalam posisi tidak terbang dan posisi pesawat terletak di dalam tempat parkir pesawat. Tujuan pengukuran ini adalah untuk mengukur nilai gayaberat acuan pada saat sebelum terbang dan sesudah terbang.
  - 13) Sistem Referensi Geospasial Indonesia yang selanjutnya disebut SRGI adalah sistem referensi koordinat yang digunakan secara nasional dan konsisten untuk seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia serta kompatibel dengan sistem referensi geospasial global.
- d. Peralatan
- Spesifikasi teknis peralatan utama yang digunakan untuk melaksanakan survei gayaberat *airborne* adalah sebagaimana terlihat di Tabel 8.

Tabel 8. Spesifikasi Peralatan Survei Gayaberat *Airborne*

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
1	<i>Airborne gravimeter</i>	1. Memiliki resolusi hingga 0.01 mGal; 2. Drift harian <0.1 mGal atau per bulan <3 mGal; dan 3. Interval perekaman hingga 0.5 detik.
2	<i>Relative gravimeter</i>	1. Memiliki prinsip kerja pegas; 2. Panjang tarikan pegas dikonversi ke dalam bacaan alat; 3. Merupakan peralatan portabel; 4. Dilengkapi dengan kaki tiga untuk melakukan leveling; 5. Sumber daya menggunakan listrik yang



No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
		dialirkan kedalam baterai internal atau eksternal (aki); dan 6. Bisa dioperasikan pada suhu ekstrim ( - 40 sampai 45°C).
3	GNSS Receiver	1. Tipe <i>receiver</i> geodetik dua frekuensi yang dapat menerima sinyal: a. <i>GPS</i> b. <i>GLONASS</i> c. <i>GALILEO</i> d. <i>QZSS</i> e. <i>Beidou</i> f. <i>SBAS</i> 2. Terdaftar di IGS; dan 3. Mampu melakukan perekaman data dengan interval hingga 0.5 detik.

e. Pelaksanaan Survei Gayaberat Airborne

- 1) Umum
  - a) Survei gayaberat airborne dilakukan dengan menggunakan gravimeter khusus tipe *airborne*.
  - b) Penentuan posisi dilakukan dengan menggunakan peralatan *GNSS Receiver* tipe geodetik untuk yang di base dan geodetik modular sebagai *rover* yang ditempatkan di pesawat.
  - c) Dilakukan dengan menerapkan manajemen kualitas sehingga proses dan hasil pekerjaan sesuai dengan yang dipersyaratkan.
  - d) Metode pengukuran yang digunakan adalah metode relatif dengan acuan JKGN orde 0 yang berupa GBU.
- 2) Perencanaan survei
  - a) Penentuan lokasi survei oleh penanggung jawab survei.

- b) Perencanaan jalur terbang dilaksanakan dengan ketentuan jalur utama mengarah dari Utara-Selatan atau Selatan-Utara dengan interval 10 - 15 km. Jalur *cross* mengarah dari Timur-Barat atau Barat-Timur dengan interval 10 x jalur utama.
  - c) Tim survei melakukan persiapan teknis dan administrasi dengan berkoordinasi dengan pihak terkait.
- 3) Pelaksanaan survei
- a) Melakukan pengujian peralatan berupa *ground test gravimeter airborne* dan *test GNSS base dan rover*.
  - b) Instalasi peralatan di dalam pesawat dilaksanakan dengan standar yang telah ditentukan.
  - c) Melakukan prosedur penstabilan *gravimeter airborne*.
  - d) Melakukan uji terbang dengan pihak terkait.
  - e) Mengukur offset antara
    - i. antena GNSS di pesawat ke *center of figure gravimeter*; dan
    - ii. *center of figure gravimeter* ke permukaan tanah.
  - f) Melakukan pengukuran gayaberat terestris relatif untuk mengikatkan nilai gayaberat dari pilar GBU ke apron pesawat.
  - g) Pengukuran *gravimeter airborne* dilaksanakan dengan standar berikut:
    - i. melakukan *reference measurement* sebelum survei (*takeoff*).
    - ii. melakukan perekaman data selama survei.
    - iii. perekaman data dilakukan dengan interval 0.5 detik.
    - iv. melakukan *reference measurement* setelah pesawat mendarat.
    - v. pengukuran dilaksanakan dengan memperhatikan kondisi cuaca dan *air traffic*.

- h) Pengamatan GNSS di *base*:
  - i. menggunakan stasiun CORS ataupun mendirikan peralatan GNSS geodetik di atas pilar Jaring Kontrol Geodesi.
  - ii. jarak antara GNSS *base* dengan jalur terbang maksimal 100 km.
  - iii. pengamatan GNSS 30-60 menit sebelum *take off* sampai 30 menit setelah *landing*.
  - iv. pengamatan dilaksanakan dengan memperhatikan keterbukaan area dari kanopi.
- i) Pengamatan GNSS *rover* di pesawat:
  - i. *Rover* dinyalakan 30 menit sebelum *take off* sampai 30 menit setelah *landing*.
  - ii. Pengamatan GNSS dengan interval 0.5 detik.
- j) Pencatatan selama survei di buku ukur:
  - i. hari dan tanggal akuisisi
  - ii. waktu mulai, manufer pesawat, dan selesai survei;
  - iii. nama dan identitas titik ukur;
  - iv. operator gravimeter dan pencatat;
  - v. nama jalur pengukuran;
  - vi. nilai offset GNSS pesawat ke *gravimeter airborne*; dan
  - vii. kejadian penting lain saat survei seperti *turbulence*.
- 4) Pemrosesan data hasil survei
  - a) Pemrosesan data hasil survei dilakukan secara harian untuk menentukan apakah pengukuran yang dilakukan telah memenuhi spesifikasi teknis yang dipersyaratkan.
  - b) Pemrosesan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak.
  - c) Tahapan pemrosesan data gayaberat:
    - i. mengunduh data;
    - ii. melakukan pengolahan data GNSS;
    - iii. melakukan identifikasi jika terdapat kesalahan, maka data tersebut tidak dipakai;

- iv. melakukan koreksi *drift* harian;
  - v. menghitung nilai anomali gayaberat observasi; dan
  - vi. menghitung statistik pengolahan untuk menentukan kualitas data gayaberat.
- 5) Kontrol Kualitas
- a) Telah dilakukan prosedur penstabilan *gravimeter* sebelum melakukan survei.
  - b) Data *GNSS* pada *base* dan *rover* menggunakan perekaman interval 0.5 detik.
  - c) Terdapat data pengukuran *GNSS* selama pengukuran gayaberat.
  - d) Pada hasil pengolahan *GNSS* tidak terdapat bad solution dalam 1 jalur.
  - e) Memenuhi spesifikasi data gayaberat yang dihasilkan seperti terlihat pada Tabel 9.
- f. DG Dasar Hasil Survei Gayaberat *Airborne*
- DG Dasar yang dihasilkan dari survei gayaberat *airborne* berupa data gayaberat dengan spesifikasi teknis sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Ketentuan data yang dihasilkan

DG Dasar	Spesifikasi teknis
Umum	1. Sistem referensi: SRGI; 2. Sistem koordinat: Geodetik; dan 3. Kerangka gayaberat: JKGN orde 0.
Ketelitian posisi	Standar deviasi vektor 3D < 7 cm.
Ketelitian nilai gayaberat	1. Nilai drift harian < 1 miliGal; dan 2. <i>RMSE</i> anomali gayaberat observasi dengan model < 15 miliGal.

6. Prosedur Standar Survei Pengukuran Sipat Datar
- a. Ruang Lingkup
- Ruang lingkup standar ini mencakup acuan normatif, istilah dan definisi, peralatan, pelaksanaan survei, dan spesifikasi teknis DG Dasar dalam survei pengukuran sipat datar.

b. Acuan Normatif

- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial; dan
- 2) Standar Nasional Indonesia (SNI) 6988:2004, Jaring Kontrol Vertikal Menggunakan Metode Sipat Datar.

c. Istilah dan Definisi

- 1) Titik Kontrol Geodesi yang selanjutnya disingkat TKG adalah posisi di muka bumi yang ditandai dengan bentuk fisik tertentu yang dijadikan sebagai kerangka acuan posisi, mencakup posisi horizontal, posisi vertikal, dan nilai gayaberat.
- 2) Jaring Kontrol Vertikal Nasional yang selanjutnya disingkat JKVN merupakan sebaran TKG yang telah memiliki nilai tinggi orthometrik.
- 3) Tinggi JKVN ditentukan dengan metode pengukuran geodetik tertentu, dinyatakan dalam datum vertikal tertentu, sistem tinggi tertentu, dan diwujudkan dalam bentuk tanda fisik.
- 4) Kelas adalah atribut yang menunjukkan ketelitian internal (*internal accuracy*) jaring sebagai fungsi metode dan alat pengukuran desain jaring, dan metode hitungan. Kelas dinilai melalui analisis ketelitian hasil proses perataan terkendala minimal.
- 5) Orde adalah atribut yang menunjukkan ketelitian eksternal (*external accuracy*) jaring sebagai fungsi kelas jaring, kedekatan (kesesuaian) data ukuran terhadap jaring kontrol yang digunakan untuk ikatan dan ketelitian proses transformasi datum.
- 6) Slag adalah jalur pengukuran antara dua titik berdiri rambu ukur dengan sekali berdiri instrumen.
- 7) Seksi adalah jalur pengukuran antara dua Titik Kontrol Geodesi (TKG) atau *Bench Mark* (BM) yang berurutan. Satu seksi pada umumnya terdiri atas beberapa slag.
- 8) Kring adalah jalur pengukuran yang membentuk rangkaian tertutup (berawal dan berakhir pada titik kontrol vertikal yang sama).

- 9) Perataan terkendala minimal (*minimally constraint*) adalah perataan kuadrat terkecil data pengamatan dengan jumlah kendala (parameter yang dianggap tetap) sebanyak minimal yang diperlukan untuk mencapai penyelesaian. Dalam hal penentuan tinggi, jumlah kendala minimal sama dengan satu.
  - 10) Perataan terkendala penuh (*full constraint*) adalah perataan kuadrat terkecil data pengamatan dengan jumlah kendala (parameter yang dianggap tetap) melebihi jumlah minimal yang diperlukan untuk mencapai penyelesaian.
- d. Peralatan

Dalam menentukan peralatan perlu ditentukan terlebih dahulu kelas JKVN yang ingin dituju. Kelas JKVN ditentukan oleh faktor desain jaringan, pelaksanaan pengukuran, peralatan yang digunakan, teknik reduksi, dan hasil hitung perataan terkendala minimal.

Penempatan kelas JKVN pada akhirnya didasarkan pada hasil hitung perataan jaring terkendala minimal. Kriteria untuk penempatan kelas adalah besarnya kesalahan maksimal  $r = c \sqrt{d}$ , dengan harga  $c$  sebagai berikut.

Tabel 10. Penjenjangan Kelas

Kelas	c (untuk 1σ)
LAA	2
LA	4
LB	8
LC	12
LD	18

Orde JKVN ditentukan oleh ketelitian tinggi titik hasil perataan jaring terkendala penuh terkait dengan faktor-faktor kelas pengukuran, orde titik kontrol pengikat, ketelitian antar, datum transformasi, besar perbedaan antara tinggi baru dengan tinggi titik kontrol pada pertemuan jaring lama dan baru. Orde menunjukkan ketepatan pengukuran terhadap titik

kontrol pengikat. Penetapan orde suatu jaring baru dilakukan dengan membandingkan ketelitian (1σ) hasil perataan jaring terkendala penuh dengan standar kesalahan maksimal yang diperkenankan, sebagai terlihat dalam Tabel 11.

Tabel 11. Hubungan kelas dengan orde

Kelas	Orde tertinggi
LAA	L0
LA	L1
LB	L2
LC	L3
LD	L4

Tabel 12. Penjenjangan orde

Orde	c (untuk 1σ)
L0	2
L1	4
L2	8
L3	12
L4	18

Standar peralatan yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan berdasarkan kelasnya dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Spesifikasi peralatan

No	Kelas	Spesifikasi Teknis
1	LAA	1. Alat ukur sipat datar: a. sipat datar tipe tetap (spirit), dengan deviasi standar maksimal $\pm 0,2$ mm/km, sensitivitas nivo penyipat datar 10”, dilengkapi dengan mikrometer plan paralel;

No	Kelas	Spesifikasi Teknis
		<p>b. sipat datar otomatis, dengan deviasi standar maksimal <math>\pm 0,2</math> mm/km, memiliki gerakan bebas kompensator maksimal 12', dilengkapi dengan mikrometer plan paralel;</p> <p>c. sipat datar digital, dengan deviasi standar maksimal <math>\pm 0,4</math> mm/km, desimal pembacaan rambu sampai dengan per-seratus (0,01); dan</p> <p>d. alat ukur gaya berat (<i>gravimeter</i>).</p> <p>2. Menggunakan rambu invar tanpa lipatan, dengan interval skala rambu 5 mm, atau invar kode batang (<i>barcode</i>); untuk sipat datar digital, dilengkapi dengan nivo rambu</p> <p>3. Menggunakan sepatu rambu; dan</p> <p>4. Menggunakan payung.</p>
2	LA	<p>1. Alat ukur sipat datar yang digunakan:</p> <p>a. sipat datar otomatis, dengan deviasi standar maksimal <math>\pm 1</math> mm/km, memiliki gerakan bebas kompensator maksimal 15', dilengkapi dengan <i>micrometer plan paralel</i>;</p> <p>b. sipat datar digital, dengan deviasi standar maksimal 0,9 mm/km, desimal pembacaan rambu sampai dengan perseratus (0,01);</p> <p>c. sensitivitas nivo kotak terendah 10'; dan</p> <p>d. alat ukur gaya berat (<i>gravimeter</i>).</p> <p>e. Menggunakan rambu <i>invar</i> tanpa lipatan, dengan interval skala rambu 5 mm, atau invar kode batang untuk sipat datar digital, dilengkapi dengan</p>



No	Kelas	Spesifikasi Teknis
		<i>nivo</i> rambu; 2. Menggunakan sepatu rambu; dan 3. Menggunakan payung.
3	LB	1. Alat ukur sipat datar yang digunakan: a. sipat datar otomatis, dengan deviasi standar maksimal $\pm 1$ mm/km, memiliki gerakan bebas kompensator maksimal 15', dilengkapi dengan <i>mikrometer plan paralel</i> ; b. sipat datar digital, dengan deviasi standar maksimal 0,9 mm/km, desimal pembacaan rambu sampai dengan perseratus (0,01); c. sensitivitas <i>nivo</i> kotak terendah 10'; dan d. alat ukur gaya berat ( <i>gravimeter</i> ). 2. Menggunakan rambu invar tanpa lipatan, dengan interval skala rambu 5 mm, atau invar kode batang untuk sipat datar digital, dilengkapi dengan <i>nivo</i> rambu; 3. Menggunakan sepatu rambu; dan 4. Menggunakan payung.
4	LC	1. Alat ukur sipat datar yang digunakan: a. sipat datar otomatis, dengan deviasi standar maksimal $\pm 3$ mm/km, memiliki gerakan bebas kompensator maksimal 30', dilengkapi dengan <i>mikrometer plan paralel</i> ; b. sensitivitas <i>nivo</i> kotak terendah 40'. c. Menggunakan rambu invar tanpa lipatan, dengan interval skala rambu 10 mm dilengkapi dengan <i>nivo</i> rambu, atau <i>invar</i> kode batang untuk sipat datar digital, dilengkapi dengan <i>nivo</i>

No	Kelas	Spesifikasi Teknis
		rambu, atau invar kode batang untuk sipat datar digital, dilengkapi dengan nivo rambu; dan 2. Menggunakan sepatu rambu.
5	LD	1. Alat ukur sipat datar yang digunakan adalah tipe tetap atau tipe otomatis dengan deviasi standar maksimal $\pm 4$ mm/km; 2. Menggunakan rambu kayu atau teleskopik, dengan interval skala rambu 10 mm dilengkapi dengan <i>nivo</i> rambu, atau <i>invar</i> kode batang untuk sipat datar digital, dilengkapi dengan nivo rambu; dan 3. Menggunakan sepatu rambu.

e. Pelaksanaan Survei Pengukuran Sipat Datar

Terdapat dua standar pada pelaksanaan pengukuran sipat datar meliputi standar pengujian alat dan standar metode pengukuran.

1) Pengujian alat

Pengujian alat dimaksudkan untuk mengetahui kondisi alat yang akan dipakai. Spesifikasi dalam pengujian alat yang mencakup pengujian alat ukur sipat datar, rambu dan nivo dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Pengujian alat

Kelas	LAA	LA	LB	LC	LD
Simpangan baku maks uji sistem	spirit 1,0"/2 mm auto 0,4" <i>setting accuracy</i>	1,5"	4"	10"	-
Cek kombinasi vertikal					
• Waktu	setiap hari	setiap hari	setiap hari	setiap hari	jika diperlukan

Kelas	LAA	LA	LB	LC	LD
• Kesalahan kolimasi maksimal	2” atau 0,3 mm pada jarak 30 m	2” atau 0,8 mm pada jarak 80 m	4” atau 1,5 mm pada jarak 80 m	10” atau 4 mm pada jarak 80 m	10” atau 4 mm pada jarak 80 m
Uji benang silang vertikal	ya	ya	ya	ya	opsional
Kalibrasi rambu	sebelum pengukuran dilakukan dan setiap 3 bulan sekali			Setiap 1 tahun sekali	opsional
Uji sensitivitas nivo	5’	10’	10’	10’	10’
Ketelitian termometer	0,5° c	1° c	1° c	1° c	opsional

2) Metode Pengukuran

Metode untuk melakukan pengukuran sipat datar menyesuaikan dengan kelas yang ingin diperoleh sebagaimana terlihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Metode pengukuran

No	Kelas	Metode
1	LAA	<div>1. panjang jalur/jumlah jarak ke rambu muka dan belakang pengukuran sipat datar antara dua TKG, tidak boleh lebih dari 4 kali jarak lurus antara dua TKG tersebut;</div> <div>2. pengukuran setiap seksi dilakukan pergi-pulang secara independen;</div> <div>3. selisih jarak antara instrumen terhadap rambu muka dan terhadap rambu belakang dalam satu slag tidak boleh lebih dari 5% dari jarak slag tersebut;</div> <div>4. pengukuran dalam satu seksi dianggap selesai jika selisih beda tinggi antara pengukuran pergi dan pengukuran pulang lebih kecil atau sama dengan 2</div>

No	Kelas	Metode
		<p>mm√d; dan</p> <p>5. pengukuran ulang dalam satu seksi harus dilakukan jika selisih beda tinggi pergi dan pulang tidak memenuhi toleransi 2 mm√d. Pengukuran ulang paling sedikit dilakukan satu kali pengukuran pergi dan satu kali pengukuran pulang. Pengukuran ulang dianggap selesai jika selisih beda tinggi ukuran pergi dan pulang telah memenuhi toleransi 2 mm√d.</p>
2	LA	<p>1. panjang jalur/jumlah jarak ke rambu muka dan belakang pengukuran sipat datar antara dua TKG, tidak boleh lebih dari 4 kali jarak lurus antara dua TKG tersebut;</p> <p>2. pengukuran setiap seksi dilakukan pergi-pulang secara independen;</p> <p>3. selisih jarak antara instrumen terhadap rambu muka dan terhadap rambu belakang dalam satu slag tidak boleh lebih dari 5% dari jarak slag tersebut; dan</p> <p>4. pengukuran dalam satu seksi dianggap selesai jika selisih beda tinggi antara pengukuran pergi dan pengukuran pulang lebih kecil atau sama dengan 2 mm√d.</p> <p>5. pengukuran ulang dalam satu seksi harus dilakukan jika selisih beda tinggi pergi dan pulang tidak memenuhi toleransi 4 mm√d. Pengukuran ulang paling sedikit dilakukan satu kali pengukuran pergi dan satu kali pengukuran pulang. Pengukuran ulang</p>

No	Kelas	Metode
		<p>dianggap selesai jika selisih beda tinggi ukuran pergi dan pulang telah memenuhi toleransi 4 mm√d; dan</p> <p>6. pengikatan ke titik kontrol yang memiliki orde lebih tinggi maka harus dilakukan <i>prove</i> datum ke tiga TKG yang setingkat ketelitiannya.</p>
3	LB	<p>1. panjang jalur/jumlah jarak ke rambu muka dan belakang pengukuran sipat datar antara dua TKG, tidak boleh lebih dari 4 kali jarak lurus antara dua TKG tersebut;</p> <p>2. pengukuran setiap seksi dilakukan pergi-pulang secara independen;</p> <p>3. selisih jarak antara instrumen terhadap rambu muka dan terhadap rambu belakang dalam satu slag tidak boleh lebih dari 5% dari jarak slag tersebut;</p> <p>4. pengukuran dalam satu seksi dianggap selesai jika selisih beda tinggi antara pengukuran pergi dan pengukuran pulang lebih kecil atau sama dengan 8 mm√d;</p> <p>5. pengukuran ulang dalam satu seksi harus dilakukan jika selisih beda tinggi pergi dan pulang tidak memenuhi toleransi 8 mm√d. Pengukuran ulang paling sedikit dilakukan satu kali pengukuran pergi dan satu kali pengukuran pulang. Pengukuran ulang dianggap selesai jika selisih beda tinggi ukuran pergi dan pulang telah memenuhi toleransi 8 mm√d; dan</p>

No	Kelas	Metode
		6. pengikatan ke titik kontrol yang memiliki orde lebih tinggi maka harus dilakukan <i>prove</i> datum ke tiga TKG.
4	LC	<ol style="list-style-type: none"><li>1. panjang jalur/jumlah jarak ke rambu muka dan belakang pengukuran sipat datar antara dua TKG, tidak boleh lebih dari 4 kali jarak lurus antar kedua TKG tersebut;</li><li>2. pengukuran setiap seksi dilakukan pergi-pulang secara independen;</li><li>3. selisih jarak antara instrumen terhadap rambu muka dan terhadap rambu belakang dalam satu slag tidak boleh lebih dari 5% dari jarak slag tersebut;</li><li>4. pengukuran dalam satu seksi dianggap selesai jika selisih beda tinggi antara pengukuran pergi dan pengukuran pulang lebih kecil atau sama dengan <math>12 \text{ mm}\sqrt{d}</math>;</li><li>5. pengukuran ulang dalam satu seksi harus dilakukan jika selisih beda tinggi pergi dan pulang tidak memenuhi toleransi <math>12 \text{ mm}\sqrt{d}</math>. Pengukuran ulang paling sedikit dilakukan satu kali pengukuran pergi dan satu kali pengukuran pulang. Pengukuran ulang dianggap selesai jika selisih beda tinggi ukuran pergi dan pulang telah memenuhi toleransi <math>12 \text{ mm}\sqrt{d}</math>; dan</li><li>6. pengikatan ke titik kontrol yang memiliki orde lebih tinggi, maka harus dilakukan <i>prove</i> datum ke tiga TKG.</li></ol>

No	Kelas	Metode
5	LD	<ol style="list-style-type: none"><li>1. panjang jalur/jumlah jarak ke rambu muka dan belakang pengukuran sipat datar antara dua TKG, tidak boleh lebih dari 4 kali jarak lurus antar kedua TKG tersebut;</li><li>2. pengukuran setiap seksi dilakukan pergi-pulang secara independen atau dengan dua kedudukan alat (double stand);</li><li>3. selisih jarak antara instrumen terhadap rambu muka dan terhadap rambu belakang dalam satu slag tidak boleh lebih dari 5% dari jarak slag tersebut;</li><li>4. pengukuran dalam satu seksi dianggap selesai jika selisih beda tinggi antara pengukuran pergi dan pengukuran pulang lebih kecil atau sama dengan <math>18 \text{ mm}/\sqrt{d}</math>;</li><li>5. pengukuran ulang dalam satu seksi harus dilakukan jika selisih beda tinggi pergi dan pulang tidak memenuhi toleransi <math>18 \text{ mm}/\sqrt{d}</math>. Pengukuran ulang paling sedikit dilakukan satu kali pengukuran pergi dan satu kali pengukuran pulang atau double stand. Pengukuran ulang dianggap selesai jika selisih beda tinggi ukuran pergi dan pulang telah memenuhi toleransi <math>18 \text{ mm}/\sqrt{d}</math>; dan</li><li>6. pengikatan ke titik kontrol yang memiliki orde lebih tinggi, maka harus dilakukan <i>prove datum</i> ke tiga TKG.</li></ol>

- 3) Kontrol kualitas
- a) Data ukuran pergi dan pulang memiliki kesalahan penutup tinggi yang sesuai dengan kelasnya seperti tercantum pada Tabel 16.

b) *Raw data* harus disertai dengan metadata.
- f. DG Dasar Hasil Pengukuran Sipat Datar
- DG Dasar hasil pengukuran sipat datar berupa beda tinggi antara pilar Jaring Kontrol Geodesi. Ketelitian hasil pengukuran beda tinggi Jaring Kontrol Geodesi dapat dilihat dari kesalahan penutup hasil ukuran pergi-pulang dalam seksi, satu jalur pengukuran, *kring*, deviasi standar hasil perataan jaring terkendala minimal, dan deviasi standar hasil perataan jaring terkendala penuh. Penjenjangan kelas pengukuran berdasarkan pada batas maksimal kesalahan penutup pergi-pulang dapat dilihat di Tabel 16.

Tabel 16. Standar kesalahan penutup pergi-pulang

Kelas pengukuran	Toleransi per-seksi (mm/km)	Toleransi per-jalur (mm/km)	Toleransi per-kring (mm/km)
LAA	$2 \sqrt{d}$	$2 \sqrt{D}$	$3 \sqrt{D}$
LA	$4 \sqrt{d}$	$4 \sqrt{D}$	$5 \sqrt{D}$
LB	$8 \sqrt{d}$	$8 \sqrt{D}$	$8 \sqrt{D}$
LC	$12 \sqrt{d}$	$12 \sqrt{D}$	$12 \sqrt{D}$
LD	$18 \sqrt{d}$	$18 \sqrt{D}$	$18 \sqrt{D}$

Keterangan:  $D = \sum d$

Standar kesalahan maksimal setelah perataan jaring, baik dengan perataan terkendala minimal ataupun perataan terkendala penuh dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Standar kesalahan tinggi

Kelas pengukuran	Orde	Toleransi $\sigma_1, \sigma_2$ (mm)
LAA	L0	$2 \sqrt{D}$
LA	L1	$4 \sqrt{D}$
LB	L2	$8 \sqrt{D}$



Kelas pengukuran	Orde	Toleransi $\sigma_1$ , $\sigma_2$ (mm)
LC	L3	$12 \sqrt{D}$
LD	L4	$18 \sqrt{D}$

Keterangan:

- D adalah panjang jalur pengukuran dalam km
- $\sigma_1$  adalah standar kesalahan hasil perataan jaring terkendala minimum
- $\sigma_2$  adalah standar kesalahan hasil perataan jaring terkendala penuh.

## 7. Standar Prosedur Pengamatan Pasang Surut

### a. Ruang Lingkup

Ruang lingkup standar ini mencakup acuan normatif, istilah dan definisi, peralatan, pelaksanaan pengamatan, dan spesifikasi teknis DG Dasar dalam pengamatan pasang surut.

### b. Acuan Normatif

- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial.
- 2) Standar Nasional Indonesia SNI 7963:2014 tentang Pengamatan Pasang Surut.

### c. Istilah dan Definisi

- 1) Pasang surut yang selanjutnya disingkat pasut adalah naik turunnya permukaan laut secara periodik akibat interaksi gaya gravitasi antara bumi dan benda-benda langit terutama bulan dan matahari.
- 2) Stasiun pasut adalah tempat pengamatan pasut dilakukan.
- 3) Pengamatan pasut adalah sebuah kegiatan untuk mencatat atau merekam data pasut yang dilakukan dengan interval waktu dan periode pengamatan tertentu.
- 4) Data pasut adalah data tinggi muka air laut beserta waktu pengamatannya.
- 5) Interval pengamatan pasut adalah selang waktu pencatatan atau perekaman data pasut.

- 6) Titik Ikat Pasut yang selanjutnya disingkat TIP atau *Bench Mark* (BM) adalah suatu konstruksi yang permanen dan stabil yang dilengkapi dengan sebuah titik tanda ketinggian sebagai monumentasi ketinggian datum pasut yang diukur.
- 7) Pengikatan TIP adalah kegiatan mengikatkan tinggi datum pasut yang diperoleh dari hasil pengamatan pasut melalui pengukuran sipat datar pada suatu titik ikat pasut sehingga titik ikat pasut tersebut memiliki tinggi terhadap datum pasut.
- 8) Datum pasut adalah suatu kedudukan permukaan laut tertentu yang dijadikan sebagai bidang referensi ketinggian.
- 9) Pengamatan pasut permanen adalah pengamatan pasut yang dilakukan secara kontinu atau dengan periode pengamatan lebih dari satu tahun secara terus menerus.
- 10) Pengamatan pasut temporer adalah pengamatan pasut yang dilakukan dengan periode kurang dari satu tahun.
- 11) Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI) adalah Sistem Referensi Geospasial yang digunakan secara nasional dan konsisten untuk seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia serta kompatibel dengan sistem referensi geospasial global.

d. Peralatan

Pengamatan pasang surut dapat dilakukan dengan menggunakan

- 1) palem pasut (*tide staff*) dengan ketelitian bacaan minimal 1 (satu) cm.
- 2) Peralatan perekam pasut otomatis (*automatic water level recorder*), dengan ketelitian bacaan minimal 0,5 cm dan terikat pada palem pasut (*tide staff*) sebagai kalibrasi bacaan.

Spesifikasi teknis peralatan utama yang digunakan untuk melaksanakan pengamatan pasut adalah sebagaimana terlihat di Tabel 18.

Tabel 18. Spesifikasi peralatan pengamatan pasut

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
1	Palem pasut ( <i>tide staff</i> )	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Berupa mistar yang memiliki skala panjang untuk mengetahui tinggi permukaan laut dari nol palem; dan</li><li>2. Memiliki skala yang tepat dan mudah dibaca dengan satuan terkecil maksimal 1 cm.</li></ol>
2	Perekam pasut otomatis tipe tekanan	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ketelitian alat minimal 0.5 cm; dan</li><li>2. Interval bacaan minimal 1 menit.</li></ol>
3	Perekam pasut otomatis tipe pelampung	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Terdiri atas pelampung, pemberat, kabel/tali penghubung dan perekam data;</li><li>2. Ketelitian alat minimal 0.5 cm; dan</li><li>3. Interval bacaan minimal 1 menit.</li></ol>
4	Perekam pasut otomatis tipe akustik	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Terdiri atas sensor akustik/transduser, kabel, dan perekam data.</li><li>2. Ketelitian alat minimal 0.5 cm; dan</li><li>3. Interval bacaan minimal 1 menit.</li></ol>
5	Perekam pasut otomatis tipe radar	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Terdiri atas antena radar, unit utama, kabel, dan perekam data;</li><li>2. Ketelitian alat minimal 0.5 cm; dan</li><li>3. Interval bacaan minimal 1 menit.</li></ol>

e. Pelaksanaan Pengamatan Pasang Surut

Ketentuan pengamatan pasut adalah sebagai berikut.

Berdasarkan sifatnya pengamatan pasang surut terdiri atas dua macam yaitu:

1) Pengamatan pasang surut temporer

Pengamatan pasang surut temporer adalah pengamatan data pasang surut yang dilakukan dalam kurun waktu tertentu untuk mendapatkan standar minimal pengamatan untuk keperluan tertentu. Pengamatan pasut temporer terdiri atas

- a) Pengamatan selama minimal 25 jam dengan interval waktu pengamatan maksimal 1 (satu) jam dengan menggunakan stasiun pasut temporer yang ditujukan bukan untuk menentukan datum vertikal laut dan konstanta pasut (misalnya untuk mengkalibrasi model pasut), serta pengamatan pasut dilakukan di lokasi yang telah diketahui datumnya,
- b) Pengamatan selama minimal 30 hari atau 29 piantan (1 piantan = 24 jam 50 menit) dengan interval waktu pengamatan maksimal 1 (satu) jam menggunakan stasiun pasut temporer yang ditujukan untuk perhitungan konstanta pasut, penentuan muka laut rata-rata dan muka surutan laut, serta untuk keperluan rekayasa wilayah pesisir dan laut. Pengamatan pasut temporer ini dapat digunakan untuk menentukan datum pasang surut dengan tingkat ketelitian yang memadai untuk keperluan praktis.

2) Pengamatan pasang surut kontinu

Pengamatan pasang surut kontinu adalah pengamatan pasang surut yang dilakukan secara terus menerus tanpa batasan waktu untuk berbagai macam keperluan, diantaranya penetapan datum pasut untuk referensi vertikal dan sistem peringatan dini tsunami. Pengamatan pasang surut ini menggunakan stasiun pasang surut permanen dengan ketentuan sebagai berikut.

- a) Setiap hasil pengamatan pasut baik secara temporer maupun kontinu harus terikat pada sebuah TIP atau lebih. TIP dapat berupa Jaring Kontrol Geodesi atau pin yang ditanam pada konstruksi yang stabil.
  - b) Pengikatan TIP dilakukan dengan melakukan pengukuran beda tinggi terhadap palem pasut menggunakan sipat datar.
  - c) Pengamatan GNSS pada TIP dilakukan untuk mendapatkan nilai koordinat horizontal dan vertikal.
- 3) Pemrosesan data pasut hasil pengamatan
- Ketentuan pemrosesan *raw data* pasut menjadi DG dasar adalah sebagai berikut
- a) *Raw data* yang tersimpan di *data logger* diunduh menggunakan suatu media tertentu.
  - b) Pembersihan data (*data cleaning*) terhadap *raw data* dari *outlier* dan *spike* sehingga dihasilkan data yang terfilter.
  - c) Data pasut hasil pengamatan mengacu pada *Zero Tide Level (ZTL)* berupa kedudukan nol palem.
  - d) Beda tinggi antara *ZTL* terhadap TIP harus diukur secara periodik.
  - e) Dalam hal terjadi perubahan kedudukan nol palem, maka dilakukan penyesuaian *ZTL* dengan cara *shifting* atau pemberian nilai *offset* terhadap data pasut hasil pengamatan sehingga data pasut tetap mengacu pada *ZTL* yang sama. Besaran *shifting* atau nilai *offset* ditentukan berdasarkan beda tinggi antara kedudukan palem sebelum dan sesudah mengalami perubahan.
  - f) Konversi data dalam format ASCII.
- 4) Kontrol kualitas
- a) Data pasang surut yang terekam oleh sensor harus sesuai dengan nilai bacaan pada palem pasut atau referensi bacaan tertentu.

- b) Jika menggunakan multisensor, maka nilai bacaan keseluruhan sensor harus sesuai dengan nilai bacaan pada palem pasut atau referensi bacaan tertentu.
  - c) Tidak terdapat data *spike* maupun *outlier*.
  - d) Memenuhi spesifikasi teknis seperti tercantum pada Tabel 19.
- f. DG Dasar Hasil Pengamatan Pasut
- DG Dasar yang dihasilkan dari pengamatan pasang surut berupa data pasut dengan spesifikasi teknis sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 19.

Tabel 19. Spesifikasi Data Hasil Pengamatan Pasut

Keluaran	Spesifikasi Teknis
Umum	1. Sistem Referensi: SRGI 2. <i>Zero Tide Level</i> : Nol Palembang
Tinggi muka air laut sesaat sensor <i>(automatic water level recorder)</i>	1. Data waktu pengamatan mengacu pada UTC ( <i>Universal Coordinated Time</i> ) dalam format DD/MM/YYYY hh:mm, dimana: DD = tanggal MM = bulan YYYY = tahun hh = jam mm = menit 2. Data ketinggian muka air laut sesaat dalam cm; 3. Interval waktu perekaman 1 menit; dan 4. Data disimpan dengan format ASCII.
Tinggi muka air laut sesaat palem pasut <i>(tide staff)</i>	1. Dalam formulir <i>deeping</i> /kontrol bacaan; dan 2. Memuat informasi waktu pencatatan (tanggal/bulan/tahun jam: menit), serta kondisi perairan

Keluaran	Spesifikasi Teknis
	saat pencatatan (tenang/berombak sedang/ badai).

B. Standar Prosedur Pengumpulan Data Geospasial Dasar untuk Peta Dasar

1. Standar Prosedur Survei Udara Menggunakan Kamera Udara Metrik

a. Ruang Lingkup

Standar ini menetapkan prosedur standar pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar menggunakan kamera metrik pada wahana udara. Ruang lingkup pembahasan meliputi standar peralatan, pengumpulan DG Dasar, dan hasil. Standar ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar pada wahana udara dengan menggunakan kamera metrik agar hasil yang diperoleh memiliki kualitas yang seragam dan dapat dipertanggungjawabkan. Survei Udara Menggunakan Kamera Udara Metrik direkomendasikan untuk area pengumpulan data dengan luas kecil-menengah pada daerah urban atau rural yang digunakan sebagai sumber data peta dasar skala besar.

b. Acuan Normatif

- 1) Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 2 Tahun 2020 tentang Manajemen Kualitas Informasi Geospasial pada Badan Informasi Geospasial.
- 2) Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.

c. Istilah dan Definisi

- 1) *Aerial Triangulation* yang selanjutnya disingkat *AT* adalah proses untuk menentukan posisi dan orientasi setiap foto udara pada sebuah seri foto udara.
- 2) *Base station* adalah titik di tanah yang diketahui koordinatnya dan digunakan sebagai referensi pengukuran *Airborne GNSS*.
- 3) *Boresight misalignment* adalah perbedaan sudut antara salib sumbu sensor dan IMU.
- 4) *Exterior orientation* yang selanjutnya disingkat *EO* adalah parameter untuk merekonstruksi foto udara yang terdiri dari posisi dan orientasi foto udara.
- 5) *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disingkat *GNSS* adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
- 6) *GNSS Receiver* adalah perangkat elektronik yang menerima dan memproses sinyal secara digital dari konstelasi satelit navigasi untuk memberikan posisi, kecepatan dan waktu (dari penerima).
- 7) *Ground Control Point* yang selanjutnya disingkat *GCP* adalah titik di tanah yang diketahui koordinatnya dan digunakan sebagai acuan dalam pengolahan data foto udara.
- 8) *Ground Sampling Distance* yang selanjutnya disingkat *GSD* adalah nilai ukuran piksel kamera udara yang sudah terproyeksi di permukaan tanah.
- 9) Titik uji/*Independent Check Point* yang selanjutnya disingkat *ICP* adalah titik di tanah yang diketahui koordinatnya dan digunakan untuk menguji produk yang dihasilkan.
- 10) *Inertial Measurement Unit* yang selanjutnya disingkat *IMU* adalah alat ukur yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti giroskop dan akselerometer untuk memperkirakan posisi relatif, kecepatan, dan akselerasi dari gerakan motor yang memperkirakan gerakan yaitu posisi (X Y Z) dan orientasi (*roll, pitch, heading*).



- 11) *Lever-arm* adalah perbedaan posisi antara titik pusat sumbu koordinat sensor dan antena GNSS.
  - 12) Pertampalan ke muka (*forward overlap*) adalah liputan pada dua lembar foto udara yang berurutan untuk daerah yang sama pada arah jalur terbang (dinyatakan dalam %).
  - 13) Pertampalan ke samping (*side overlap*) adalah liputan pada dua lembar foto udara untuk daerah yang sama antara dua jalur terbang (dinyatakan dalam %).
  - 14) *Postmark* adalah objek yang terdapat pada foto udara kemudian ditentukan koordinatnya dengan cara melakukan pengukuran di lapangan.
  - 15) *Premark* adalah tanda di lapangan yang dipasang sebelum pemotretan udara dilakukan, dan harus dapat diidentifikasi pada foto.
  - 16) *Tie point* adalah titik yang didesain (dipilih/ditentukan) pada foto udara untuk mengikat foto yang saling bertampalan.
- d. Standar Peralatan

Spesifikasi teknis peralatan utama yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan ini adalah sebagaimana Tabel 20.

Tabel 20. Spesifikasi Teknis Peralatan Survei Udara Menggunakan Kamera Udara Metrik

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis Peralatan
1	Sistem Kamera Udara Metrik	Sistem terintegrasi yang terdiri dari: a. Kamera udara metrik yaitu kamera yang panjang fokus dan orientasi interiornya diketahui dengan tepat atau dapat ditentukan melalui kalibrasi, untuk menjamin foto udara yang dihasilkan memiliki ketelitian yang tinggi; b. <i>GNSS Receiver</i> untuk mengukur posisi kamera; c. <i>IMU</i> untuk mengukur orientasi ( <i>attitude</i> ) kamera;

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis Peralatan
		d. Dudukan kamera; dan e. Peralatan navigasi bagi pilot serta operator alat.
2	<i>GNSS receiver</i>	Perangkat penerima sinyal <i>GNSS</i> dengan jenis geodetik untuk pengukuran posisi <i>base station</i> dan pengukuran <i>GCP/ICP</i>
3	Perangkat lunak pengolah data foto udara	Perangkat lunak yang mampu mengolah data mentah foto udara, <i>Airborne GNSS</i> , dan <i>IMU</i> menjadi produk akhir foto udara.
4	Pesawat udara	Pesawat udara yang memiliki kemampuan untuk mengangkut dan mengoperasikan seluruh sistem kamera udara metrik serta memiliki izin penggunaan sebagai wahana survei udara.

e. Pengumpulan Data Geospasial Dasar

- 1) Umum
  - a) Penentuan posisi dalam pengumpulan Data Geospasial Dasar mengacu pada Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI).
  - b) Melakukan inspeksi pada setiap prosedur dan hasil yang didapatkan untuk memastikan bahwa keluaran yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan.
  - c) Dilakukan dengan menerapkan manajemen kualitas sehingga proses dan hasil pekerjaan sesuai dengan yang dipersyaratkan.
  - d) Perbaikan yang diperlukan dilakukan selama proses pekerjaan berdasarkan hasil kontrol kualitas data.
  - e) Hasil pekerjaan harus memenuhi persyaratan:
    - i. Kelengkapan kuantitas;
    - ii. Penggunaan sistem referensi koordinat;

- iii. Spesifikasi teknis;
  - iv. Format data;
  - v. Ketelitian geometris; dan
  - vi. Kecukupan metadata.
- 2) Perencanaan Jalur Terbang
- a) Jalur terbang dibuat dengan memperhitungkan parameter survei udara agar hasil survei udara sesuai dengan spesifikasi teknis DG Dasar.
  - b) Parameter yang diperhitungkan meliputi:
    - i. *GSD*;
    - ii. Pertampalan ke muka (*forward overlap*);
    - iii. Pertampalan ke samping (*side overlap*);
    - iv. Tinggi terbang; dan
    - v. Pengaturan kamera udara, *airborne GNSS* dan *IMU*, serta lainnya.
- 3) Penyediaan Titik Kontrol Tanah
- a) Titik kontrol tanah (*GCP*) dapat digunakan.
  - b) Jumlah dan sebaran *GCP* didesain sesuai kebutuhan ketelitian hasil akhir serta bentuk area pekerjaan dan pembagian sub-blok pekerjaan (bila ada).
  - c) *GCP* dapat direpresentasikan sebagai *premark* atau *postmark*.
  - d) Bentuk, warna dan ukuran *premark* didesain agar dapat diidentifikasi dengan jelas di foto udara.
  - e) Objek yang digunakan sebagai *postmark* merupakan objek yang tegas dan dapat diidentifikasi dengan jelas di foto udara dan di lapangan.
  - f) *GCP* diukur dan diolah menggunakan metode pengukuran dan pengolahan data *GNSS* untuk menghasilkan ketelitian sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
- 4) Pelaksanaan Survei Udara Menggunakan Kamera Udara Metrik
- a) Kalibrasi *boresight* dilaksanakan apabila sistem kamera udara dipasang ulang di pesawat udara dan/atau perbedaan sudut *boresight (misalignment)* tidak diketahui.

- b) Kalibrasi *lever-arm* dilaksanakan apabila sistem kamera udara dipasang ulang di pesawat udara.
  - c) Kalibrasi *boresight* dan *lever-arm* dilaksanakan sesuai dengan dengan prosedur kalibrasi *boresight* dan *lever-arm* yang dikeluarkan oleh pabrikan kamera udara untuk mendapatkan nilai kalibrasi yang presisi.
  - d) Foto udara diberi penomoran yang unik dan mudah diidentifikasi.
  - e) Survei udara dilaksanakan pada kondisi cuaca yang baik untuk mendapatkan kualitas radiometrik foto udara yang seragam.
  - f) Survei udara dilaksanakan tidak terlalu pagi atau terlalu sore untuk menghindari kualitas radiometrik yang buruk.
  - g) Survei udara juga dilaksanakan tidak tepat pada siang hari yang menyebabkan bayangan pesawat muncul di foto udara atau pantulan sinar matahari yang terlalu kuat.
  - h) Survei udara dilaksanakan sesuai dengan perencanaan jalur terbang agar mendapatkan nilai *GSD*, *forward overlap*, dan *side overlap* sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
  - i) Survei udara dilaksanakan dengan menggunakan *Airborne GNSS* dan *IMU* untuk mendapatkan nilai parameter *Exterior Orientation (EO)* agar memperoleh ketelitian foto udara yang sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
  - j) *Airborne GNSS* diikat ke *base station* di darat dengan jarak yang cukup untuk menghasilkan nilai parameter *Exterior Orientation (EO)* agar memperoleh ketelitian foto udara sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
- 5) Pengolahan Data
- a) Pengolahan data foto udara dilakukan menggunakan metode *Aerial Triangulation (AT)* dengan melakukan pengamatan *tie point* pada *overlap* antar foto udara.

- b) *AT* dapat menggunakan salah satu dari metode berikut:
    - i. menggunakan *GCP* dan *EO*; atau
    - ii. menggunakan *EO* tanpa *GCP*.
  - c) *Tie point* dan *GCP* (bila digunakan) diamat di foto udara untuk *AT* dan menghasilkan ketelitian yang akurat agar produk akhir foto udara sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
  - d) Produk akhir foto udara berupa *stereo model* dan/atau citra tegak resolusi tinggi dari foto udara (*orthophoto*).
  - e) *Orthophoto* dapat berupa *ground orthophoto* atau *true orthophoto*.
  - f) Koreksi relief *ground orthophoto* menggunakan model data ketinggian pada permukaan tanah.
  - g) Koreksi relief *true orthophoto* menggunakan model data ketinggian seluruh objek yang ada di atas permukaan tanah atau menggunakan rasterisasi *point cloud* dari *dense image matching*.
  - h) Ketelitian foto udara dihitung menggunakan *ICP* pada *stereo model* dari foto udara dan/atau *orthophoto*.
- 6) Penyediaan Titik Uji
- a) Titik Uji (*ICP*) wajib digunakan untuk menguji kualitas geometris hasil pekerjaan.
  - b) *ICP* dapat direpresentasikan sebagai *premark* atau *postmark*.
  - c) Bentuk, warna dan ukuran *premark* didesain agar dapat diidentifikasi dengan jelas di foto udara.
  - d) Objek yang digunakan sebagai *postmark* merupakan objek yang tegas dan dapat diidentifikasi dengan jelas di foto udara dan di lapangan.
  - e) *ICP* diukur dan diolah menggunakan metode pengukuran dan pengolahan data *GNSS* untuk menghasilkan ketelitian sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.

- f. DG Dasar Hasil Survei Udara Menggunakan Kamera Udara Metrik
  - 1) Keluaran utama berupa:
    - a) Koordinat *GCP* dari hasil pengamatan *GNSS* (apabila digunakan);
    - b) Koordinat *ICP* dari hasil pengamatan *GNSS*;
    - c) *Stereo Model* dari foto udara; dan
    - d) Citra tegak resolusi tinggi dari foto udara
      - i. *Ground Orthophoto*; dan/atau
      - ii. *True Orthophoto*.
  - 2) Spesifikasi DG Dasar yang dipersyaratkan untuk masing-masing keluaran.
- 2. Standar Prosedur Survei Udara Menggunakan Kamera Udara Nonmetrik
  - a. Ruang Lingkup

Standar ini menetapkan prosedur standar pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar menggunakan kamera nonmetrik pada wahana udara nirawak. Ruang lingkup pembahasan meliputi standar peralatan, pengumpulan DG Dasar, dan hasil. Standar ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar pada wahana udara dengan menggunakan kamera nonmetrik agar hasil yang diperoleh memiliki kualitas yang seragam dan dapat dipertanggungjawabkan. Survei Udara Menggunakan Kamera Udara Nonmetrik direkomendasikan untuk area pengumpulan data dengan luas kecil pada daerah urban atau rural yang digunakan sebagai sumber data peta dasar skala besar.
  - b. Acuan Normatif
    - 1) Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 2 Tahun 2020 tentang Manajemen Kualitas Informasi Geospasial pada Badan Informasi Geospasial.
    - 2) Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang

Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.

c. Istilah dan Definisi

- 1) *Base station* adalah titik di tanah yang diketahui koordinatnya dan digunakan sebagai referensi pengukuran *Airborne GNSS*.
- 2) *Boresight misalignment* adalah perbedaan sudut antara salib sumbu sensor dan *IMU*.
- 3) *Dense Image Matching* yang selanjutnya disingkat *DIM* adalah teknik ekstraksi *point cloud* menggunakan foto udara yang saling bertampalan dengan mencocokkan piksel yang sama pada foto yang berbeda.
- 4) *Exterior orientation* yang selanjutnya disingkat *EO* adalah parameter untuk merekonstruksi foto udara yang terdiri dari posisi dan orientasi foto udara.
- 5) *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disingkat *GNSS* adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
- 6) *GNSS Receiver* adalah perangkat elektronik yang menerima dan memproses sinyal secara digital dari konstelasi satelit navigasi untuk memberikan posisi, kecepatan dan waktu (dari penerima).
- 7) *Ground Control Point* yang selanjutnya disingkat *GCP* adalah titik di tanah yang diketahui koordinatnya dan digunakan sebagai acuan dalam pengolahan data foto udara.
- 8) *Ground Control Station* yang selanjutnya disingkat *GCS* adalah sistem yang berfungsi sebagai alat pengendali pesawat nirawak. Biasanya berupa komputer atau tablet yang dilengkapi telemetri dan mampu berkomunikasi dengan wahana.
- 9) *Ground Sampling Distance* yang selanjutnya disingkat *GSD* adalah nilai ukuran piksel kamera udara yang sudah terproyeksi di permukaan tanah.
- 10) Titik uji/*Independent Check Point* yang selanjutnya disingkat *ICP* adalah titik di tanah yang diketahui

koordinatnya dan digunakan untuk menguji produk yang dihasilkan.

- 11) *Inertial Measurement Unit* yang selanjutnya disingkat *IMU* adalah alat ukur yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti giroskop dan akselerometer untuk memperkirakan posisi relatif, kecepatan, dan akselerasi dari gerakan motor yang memperkirakan gerakan yaitu posisi (X Y Z) dan orientasi (*roll, pitch, heading*).
- 12) *Lever-arm* adalah perbedaan posisi antara titik pusat sumbu koordinat sensor dan antena *GNSS*.
- 13) Pertampalan ke muka (*forward overlap*) adalah liputan pada dua lembar foto udara yang berurutan untuk daerah yang sama pada arah jalur terbang (dinyatakan dalam %).
- 14) Pertampalan ke samping (*side overlap*) adalah liputan pada dua lembar foto udara untuk daerah yang sama antara dua jalur terbang (dinyatakan dalam %).
- 15) *Point cloud* adalah sekumpulan data titik dalam sistem ruang tertentu.
- 16) *Postmark* adalah objek yang terdapat pada foto udara kemudian ditentukan koordinatnya dengan cara melakukan pengukuran di lapangan.
- 17) *Premark* adalah tanda di lapangan yang dipasang sebelum pemotretan udara dilakukan, dan harus dapat diidentifikasi pada foto.
- 18) *Structure from motion* adalah teknik untuk menghitung struktur 3D dan posisi dan orientasi kamera dari foto yang saling bertampalan.

d. Standar Peralatan

Peralatan utama yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan ini adalah sebagaimana Tabel 21.

Tabel 21. Spesifikasi Teknis Peralatan Survei Udara Menggunakan Kamera Udara Nonmetrik

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis Peralatan
1	Sistem Kamera Udara Nonmetrik	Sistem terintegrasi yang terdiri dari: a. Kamera nonmetrik yaitu



No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis Peralatan
		<p>kamera yang orientasi interiornya tidak diketahui sama sekali atau hanya diketahui sebagian dan sering kali tidak stabil;</p> <p>b. <i>GNSS Receiver</i> untuk mengukur posisi kamera;</p> <p>c. Dudukan kamera; dan</p> <p>d. Peralatan navigasi bagi pilot serta operator alat.</p> <p>Opsional: <i>Inertial Measurement Unit (IMU)</i>.</p>
2	<i>GNSS receiver</i>	Perangkat penerima sinyal GNSS dengan jenis geodetik untuk pengukuran posisi <i>base station</i> dan pengukuran <i>GCP/ICP</i>
3	Perangkat lunak pengolah data foto udara	Perangkat lunak yang mampu mengolah data mentah foto udara, <i>Airborne GNSS</i> , dan <i>IMU</i> (opsional) menjadi produk akhir foto udara.
4	Pesawat udara nirawak	Pesawat udara yang memiliki kemampuan untuk mengangkat dan mengoperasikan seluruh sistem kamera udara non metrik serta dilengkapi dengan <i>GCS</i> sebagai alat komunikasi pesawat udara dan pilot di darat. Pesawat udara nirawak memiliki izin penggunaan sebagai wahana survei udara.

e. Pelaksanaan Survei Udara Menggunakan Kamera Udara Nonmetrik

1) Umum

- a) Penentuan posisi dalam pengumpulan DG Dasar mengacu pada SRGI.
- b) Melakukan inspeksi pada setiap prosedur dan hasil yang didapatkan untuk memastikan bahwa keluaran yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan.
- c) Dilakukan dengan menerapkan manajemen kualitas sehingga proses dan hasil pekerjaan sesuai dengan yang dipersyaratkan.
- d) Perbaikan yang diperlukan dilakukan selama proses pekerjaan berdasarkan hasil kontrol kualitas data.
- e) Hasil pekerjaan harus memenuhi persyaratan:
  - i. Kelengkapan kuantitas;
  - ii. Penggunaan sistem referensi koordinat;
  - iii. Spesifikasi teknis;
  - iv. Format data;
  - v. Ketelitian geometris; dan
  - vi. Kecukupan metadata.

2) Perencanaan Jalur Terbang

- a) Jalur terbang dibuat dengan memperhitungkan parameter survei udara agar hasil survei udara sesuai dengan spesifikasi teknis DG Dasar.
- b) Parameter yang diperhitungkan meliputi:
  - i. *Ground Sampling Distance (GSD)*
  - ii. *Pertampalan ke muka (forward overlap)*
  - iii. *Pertampalan ke samping (side overlap)*
  - iv. Tinggi terbang
  - v. Pengaturan kamera udara, *airborne GNSS* dan *IMU* (opsional), serta lainnya

3) Penyediaan Titik Kontrol Tanah

- a) *GCP* wajib digunakan. Jumlah dan sebaran *GCP* didesain sesuai kebutuhan ketelitian hasil akhir serta bentuk area pekerjaan dan pembagian sub-blok pekerjaan (bila ada).

- b) *GCP* dapat direpresentasikan sebagai *premark* atau *postmark*. Bentuk, warna dan ukuran *premark* didesain agar dapat diidentifikasi dengan jelas di foto udara. Objek yang digunakan sebagai *postmark* merupakan objek yang tegas dan dapat diidentifikasi dengan jelas di foto udara dan di lapangan.
  - c) *GCP* diukur dan diolah menggunakan metode pengukuran dan pengolahan data *GNSS* untuk menghasilkan ketelitian sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
- 4) Pelaksanaan Survei Udara.
- a) Kalibrasi *lever-arm* dilaksanakan apabila sistem kamera udara dipasang ulang di pesawat udara.
  - b) Apabila menggunakan *IMU* (opsional): Kalibrasi *boresight* dilaksanakan apabila sistem kamera udara dipasang ulang di pesawat udara dan/atau perbedaan sudut *boresight* (*misalignment*) tidak diketahui.
  - c) Kalibrasi *boresight* dan *lever-arm* dilaksanakan sesuai dengan spesifikasi kalibrasi *boresight* dan *lever-arm* yang dikeluarkan oleh pabrikan kamera udara untuk mendapatkan nilai kalibrasi yang presisi.
  - d) Foto udara diberi penomoran yang unik dan mudah diidentifikasi.
  - e) Fitur *autofocus* pada kamera udara non metrik dimatikan dan panjang fokus pada lensa dikunci, serta fitur lainnya disesuaikan agar mendapat foto udara yang tajam.
  - f) Survei udara dilaksanakan pada kondisi cuaca yang baik untuk mendapatkan kualitas radiometrik foto udara yang seragam.
  - g) Survei udara dilaksanakan tidak terlalu pagi atau terlalu sore untuk menghindari kualitas radiometrik yang buruk.
  - h) Survei udara juga dilaksanakan tidak tepat pada siang hari yang menyebabkan bayangan pesawat

muncul di foto udara atau pantulan sinar matahari yang terlalu kuat.

- i) Survei udara dilaksanakan sesuai dengan perencanaan jalur terbang agar mendapatkan nilai *GSD*, *forward overlap*, dan *side overlap* sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
  - j) Survei udara dilaksanakan dengan menggunakan *Airborne GNSS* dan *IMU* (opsional) untuk mendapatkan nilai parameter *Exterior Orientation* (EO) agar memperoleh ketelitian foto udara yang sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
  - k) *Airborne GNSS* diikat ke *base station* di darat dengan jarak yang cukup untuk menghasilkan nilai parameter *Exterior Orientation* (EO) agar memperoleh ketelitian foto udara sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
- 5) Pengolahan Data Hasil Survei.
- a) Pengolahan data foto udara dilakukan menggunakan metode *Structure from Motion* (*SfM*) dan *Dense Image Matching* (*DIM*).
  - b) *SfM* merekonstruksi posisi dan orientasi kamera udara (*camera pose*).
  - c) *DIM* menghasilkan *dense point cloud* foto udara.
  - d) Produk akhir foto udara berupa citra tegak resolusi tinggi dari foto udara non-metrik (*orthophoto*).
  - e) *Orthophoto* dapat berupa *ground orthophoto* atau *true orthophoto*.
  - f) Koreksi relief *ground orthophoto* menggunakan model data ketinggian pada permukaan tanah.
  - g) Koreksi relief *true orthophoto* menggunakan model data ketinggian seluruh objek yang ada di atas permukaan tanah atau menggunakan rasterisasi *point cloud* dari *dense image matching*.
  - h) Ketelitian foto udara dihitung menggunakan ICP pada *stereo model* dari foto udara dan/atau *orthophoto*.

- 6) Penyediaan Titik Uji.
  - a) Titik Uji (*ICP*) wajib digunakan untuk menguji kualitas geometris hasil pekerjaan.
  - b) Jumlah dan sebaran *ICP* didesain sesuai ketentuan SNI 8202:2019.
  - c) *ICP* dapat direpresentasikan sebagai *premark* atau *postmark*.
  - d) Bentuk, warna dan ukuran *premark* didesain agar dapat diidentifikasi dengan jelas di foto udara.
  - e) Objek yang digunakan sebagai *postmark* merupakan objek yang tegas dan dapat diidentifikasi dengan jelas di foto udara dan di lapangan.
  - f) *ICP* diukur dan diolah menggunakan metode pengukuran dan pengolahan data *GNSS* untuk menghasilkan ketelitian sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
- f. DG Dasar Hasil Survei Udara Menggunakan Kamera Nonmetrik.
  - 1) DG Dasar sebagai hasil dari survei udara menggunakan kamera udara nonmetrik berupa:
    - a) Koordinat *ICP* dan *GCP* dari hasil pengamatan *GNSS*;
    - b) *Stereo Model* dari foto udara nonmetrik; dan
    - c) Citra tegak resolusi tinggi dari foto udara:
      - i. *Ground Orthophoto*; dan/atau
      - ii. *True Orthophoto*.
  - 2) Spesifikasi DG Dasar yang dipersyaratkan untuk masing-masing keluaran.
3. Prosedur Standar Survei Udara Menggunakan Sensor Lidar
  - a. Ruang Lingkup

Standar ini menetapkan prosedur standar pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar menggunakan sensor lidar pada wahana udara. Ruang lingkup pembahasan meliputi standar peralatan, pengumpulan DG Dasar, dan hasil. Standar ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar pada wahana udara dengan menggunakan sensor lidar

agar hasil yang diperoleh memiliki kualitas yang seragam dan dapat dipertanggungjawabkan. Survei Udara Menggunakan Lidar direkomendasikan untuk area pengumpulan data dengan luas kecil-menengah pada daerah urban atau rural yang digunakan sebagai sumber data peta dasar skala besar.

b. Acuan Normatif

- 1) Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 2 Tahun 2020 tentang Manajemen Kualitas Informasi Geospasial pada Badan Informasi Geospasial.
- 2) Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.

c. Istilah dan Definisi

- 1) *Base station* adalah titik di tanah yang diketahui koordinatnya dan digunakan sebagai referensi pengukuran *Airborne GNSS*.
- 2) *Boresight misalignment* adalah perbedaan sudut antara salib sumbu sensor dan *IMU*.
- 3) *Digital Surface Model* yang selanjutnya disingkat *DSM* adalah model digital yang merepresentasikan bentuk permukaan bumi berikut objek yang berada di atasnya.
- 4) *Digital Terrain Model* yang selanjutnya disingkat *DTM* adalah model digital yang merepresentasikan bentuk permukaan bumi tanpa objek yang berada di atasnya.
- 5) *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disingkat *GNSS* adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
- 6) *GNSS Receiver* adalah perangkat elektronik yang menerima dan memproses sinyal secara digital dari konstelasi satelit navigasi untuk memberikan posisi, kecepatan dan waktu (dari penerima).
- 7) Titik uji/*Independent Check Point* yang selanjutnya disingkat *ICP* adalah titik di tanah yang diketahui

koordinatnya dan digunakan untuk menguji produk yang dihasilkan.

- 8) *Inertial Measurement Unit* yang selanjutnya disingkat *IMU* adalah alat ukur yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti *gyroscope* dan akselerometer untuk memperkirakan posisi relatif, kecepatan, dan akselerasi dari gerakan motor yang memperkirakan gerakan yaitu posisi (X Y Z) dan orientasi (*roll, pitch, heading*).
- 9) *Intensity image* adalah proyeksi *point cloud* lidar (data vektor) menjadi data raster berdasarkan intensitas pantulan.
- 10) *Lever-arm* adalah perbedaan posisi antar titik pusat sumbu koordinat sensor.
- 11) *Point cloud* adalah sekumpulan data titik dalam sistem ruang tertentu.
- 12) *Point density* adalah rerata jumlah titik dalam satu luasan tertentu yang disajikan dalam satuan titik per meter persegi.
- 13) *Point spacing* adalah rerata jarak antar titik dalam data *point cloud*
- 14) *Strip adjustment* adalah perataan data lidar antar jalur terbang yang berbeda dengan meminimalisir perbedaan tinggi antar jalur terbang untuk mendapatkan sebuah blok yang *seamless*.

d. Standar Peralatan

Peralatan utama yang digunakan untuk melaksanakan pekerjaan ini adalah sebagaimana Tabel 22.

Tabel 22. Spesifikasi Teknis Peralatan Survei Udara Menggunakan Sensor Lidar

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis Peralatan
1.	Sistem lidar	Sistem terintegrasi yang terdiri dari: a. Sensor lidar yang didesain untuk survei udara dengan kemampuan jarak laser ( <i>range performance</i> ) dan kekuatan pulsa laser ( <i>pulse rate</i> dan <i>scan rate</i> )

		yang memadai serta dilengkapi sertifikat kalibrasi instrumen; b. <i>GNSS Receiver</i> untuk mengukur posisi kamera; c. <i>IMU</i> ; d. Dudukan sensor; dan e. Peralatan navigasi bagi pilot serta operator alat.
2.	<i>GNSS receiver</i>	Perangkat penerima sinyal <i>GNSS</i> dengan jenis geodetik untuk pengukuran posisi <i>base station</i> dan pengukuran <i>GCP/ICP</i> .
3.	Perangkat lunak pengolah data lidar	Perangkat lunak yang mampu mengolah data mentah lidar, <i>Airborne GNSS</i> , dan <i>IMU</i> menjadi produk akhir <i>point cloud</i> , <i>intensity image</i> , <i>DTM</i> , dan <i>DSM</i> .
4.	Pesawat udara awak	Pesawat udara yang memiliki kemampuan untuk mengangkut dan mengoperasikan seluruh sistem kamera udara metrik serta memiliki izin penggunaan sebagai wahana survei udara.

e. Pengumpulan Data Geospasial Dasar

1) Umum

- a) Penentuan posisi dalam pengumpulan Data Geospasial Dasar mengacu pada Sistem Referensi Geospasial Indonesia.
- b) Melakukan inspeksi pada setiap prosedur dan hasil yang didapatkan untuk memastikan bahwa keluaran yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan.
- c) Dilakukan dengan menerapkan manajemen kualitas sehingga proses dan hasil pekerjaan sesuai dengan yang dipersyaratkan.



- d) Perbaikan yang diperlukan dilakukan selama proses pekerjaan berdasarkan hasil kontrol kualitas data.
  - e) Hasil pekerjaan harus memenuhi persyaratan:
    - i. Kelengkapan kuantitas;
    - ii. Penggunaan sistem referensi koordinat;
    - iii. Spesifikasi teknis;
    - iv. Format data;
    - v. Ketelitian geometris; dan
    - vi. Kecukupan metadata.
- 2) Perencanaan Jalur Terbang
- a) Jalur terbang dibuat dengan memperhitungkan parameter survei udara agar hasil survei udara sesuai dengan spesifikasi teknis DG Dasar.
  - b) Parameter yang diperhitungkan meliputi:
    - i. *Point density*;
    - ii. *Point spacing*;
    - iii. Tinggi terbang; dan
    - iv. Pengaturan sensor lidar, *Airborne GNSS* dan *IMU*, serta lainnya.
- 3) Penyediaan Titik Kontrol Tanah
- a) Titik kontrol tanah (*GCP*) dapat digunakan.
  - b) Jumlah dan sebaran *GCP* didesain sesuai kebutuhan ketelitian hasil akhir serta bentuk area pekerjaan dan pembagian subblok pekerjaan (bila ada).
  - c) Objek yang digunakan sebagai *GCP* merupakan objek di suatu permukaan keras, rata dan mendatar serta tidak terhalang oleh vegetasi.
  - d) *GCP* diukur dan diolah menggunakan metode pengukuran dan pengolahan data *GNSS* untuk menghasilkan ketelitian sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
- 4) Pelaksanaan Survei Udara
- a) Kalibrasi *boresight* dilaksanakan apabila sistem lidar dipasang ulang di pesawat udara dan/atau perbedaan sudut *boresight* (*misalignment*) tidak diketahui.

- b) Kalibrasi *leverarm* dilaksanakan apabila sistem lidar dipasang ulang di pesawat udara.
  - c) Kalibrasi *boresight* dan *leverarm* dilaksanakan sesuai dengan dengan spesifikasi kalibrasi *boresight* dan *leverarm* yang dikeluarkan oleh pabrikan sistem lidar untuk mendapatkan nilai kalibrasi yang presisi.
  - d) Survei udara dilaksanakan pada kondisi cuaca yang baik untuk menghindari pantulan lidar pada awan.
  - e) Survei udara dilaksanakan pada kondisi darat yang kering, tidak sedang terjadi banjir atau permukaan tanah tertutup air oleh sebab lainnya.
  - f) Survei udara dilaksanakan sesuai dengan perencanaan jalur terbang agar mendapatkan nilai *point density* dan *point spacing* sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
  - g) Survei udara dilaksanakan dengan menggunakan Airborne GNSS dan IMU untuk mendapatkan ketelitian *point cloud* yang sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
  - h) Airborne GNSS diikat ke *base station* di darat dengan jarak yang cukup untuk menghasilkan ketelitian *point cloud* yang sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
- 5) Pengolahan Data
- a) Pembuatan *point cloud* dengan format LAS yang dibentuk per jalur pada setiap misi
  - b) *Strip adjustment* meminimalisir perbedaan elevasi antar jalur untuk memperoleh *point cloud* di seluruh area secara *seamless*.
  - c) Klasifikasi *point cloud* merupakan proses untuk mendapatkan kelas per *point* lidar sesuai dengan informasi semantik *point* tersebut.
  - d) Proses klasifikasi minimal menghasilkan *point cloud* yang terdiri dari kelas *ground*, *non-ground*, dan *low point (noise)*. Kelas-kelas yang lain dapat digunakan sesuai kebutuhan.
  - e) Pembentukan *intensity image* dilakukan dengan rasterisasi nilai intensitas pada *point cloud* lidar.

- f) Pembentukan model ketinggian meliputi *Digital Terrain Model (DTM)* dan *Digital Surface Model (DSM)*.
  - g) *DTM* dibentuk dari kelas *ground* dan dilakukan *hydro-flattening* yaitu meratakan area permukaan air.
  - h) *DSM* dibentuk dari kelas *ground* dan *non-ground* (atau kelas lain yang diklasifikasi lebih lanjut dari *non-ground*)
  - i) Ketelitian lidar dihitung menggunakan *ICP* pada *point cloud*.
- 6) Penyediaan Titik Uji
- a) Titik Uji (*ICP*) wajib digunakan untuk menguji kualitas geometris hasil pekerjaan.
  - b) Jumlah dan sebaran *ICP* didesain sesuai ketentuan SNI 8202:2019.
  - c) Objek yang digunakan sebagai *ICP* merupakan objek di suatu permukaan keras, rata dan mendatar serta tidak terhalang oleh vegetasi.
  - d) *ICP* diukur dan diolah menggunakan metode pengukuran dan pengolahan data *GNSS* untuk menghasilkan ketelitian sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
- f. DG Dasar Hasil Survei Udara Menggunakan Sensor Lidar.
- 1) Keluaran utama berupa:
    - a) Koordinat *GCP* dari hasil pengukuran *GNSS* (apabila digunakan)
    - b) Koordinat *ICP* dari hasil pengukuran *GNSS*
    - c) Data ketinggian dari lidar/*point cloud*
    - d) Citra tegak resolusi tinggi dari lidar/*intensity image*
    - e) *Digital Surface Model (DSM)*
    - f) *Digital Terrain Model (DTM)*
  - 2) Spesifikasi DG Dasar yang dipersyaratkan untuk masing-masing keluaran.

#### 4. Standar Prosedur Survei Udara Menggunakan Sensor Radar

##### a. Ruang lingkup

Dokumen standar ini mengatur standar prosedur pengumpulan DG Dasar menggunakan sensor radar dengan metode *interferometry* (*Interferometric Synthetic Aperture Radar* atau IFSAR), menggunakan pesawat berawak dengan sistem *high-power* dan *high-bandwidth* untuk menghasilkan data yang seragam dan homogen serta citra radar yang bebas awan. Akuisisi data IFSAR ini sangat efektif dan efisien diterapkan untuk cakupan area yang sangat luas (100.000 hektar atau lebih). Dokumen standar ini memuat pengaturan tentang standar peralatan, pengumpulan DG Dasar, dan hasil.

##### b. Acuan Normatif

- 1) Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 2 Tahun 2020 tentang Manajemen Kualitas Informasi Geospasial pada Badan Informasi Geospasial.
- 2) Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang Perubahan Atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.

##### c. Istilah dan Definisi

- 1) *Airborne Interferometric Synthetic Aperture Radar* yang selanjutnya disingkat *Airborne IFSAR* adalah teknik untuk menghasilkan data ketinggian permukaan bumi dari dua atau lebih data *Synthetic Aperture Radar (SAR)* yang direkam dari wahana udara dengan posisi yang sedikit berbeda, dengan menggunakan menggunakan perbedaan fase gelombang dari data SAR tersebut.
- 2) *Corner reflector* adalah alat yang terdiri dari dua atau lebih bidang yang saling bersinggungan secara tegak lurus sehingga dapat memantulkan gelombang radar dengan kuat ke sumber pengirimnya, yang dipasang pada titik di tanah yang diketahui koordinatnya untuk digunakan sebagai acuan dalam pengolahan data radar atau sebagai

titik uji dalam mengevaluasi ketelitian geometris citra radar yang dihasilkan.

- 3) *Digital surface model* yang selanjutnya disingkat *DSM* adalah model digital yang merepresentasikan bentuk permukaan bumi berikut objek yang berada di atasnya.
- 4) *Digital terrain model* (yang selanjutnya disingkat *DTM*) adalah model digital yang merepresentasikan bentuk permukaan bumi tanpa objek yang berada di atasnya.
- 5) *Dual-look reflectors* adalah *corner reflector* yang dapat menerima dan memantulkan gelombang radar dari dua arah yang berlawanan.
- 6) *Ground Control Point* yang selanjutnya disingkat dengan *GCP* adalah titik di tanah yang diketahui koordinatnya dan digunakan sebagai acuan dalam pengolahan data radar.
- 7) *Geographic Information System* yang selanjutnya disingkat *GIS* adalah sekumpulan perangkat keras komputer, perangkat lunak, data spasial dan personel yang dikelola untuk melakukan penggambaran, penyimpanan, pemutakhiran, analisis, dan menampilkan semua bentuk informasi yang memiliki referensi secara geografis atau spasial. Sistem ini biasanya digunakan untuk mempermudah proses pengambilan keputusan, pemecahan masalah, atau menjawab pertanyaan secara geografis atau spasial.
- 8) *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disebut *GNSS* adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
- 9) *GNSS Receiver* adalah perangkat elektronik yang menerima dan memproses sinyal secara digital dari konstelasi satelit navigasi untuk memberikan posisi, kecepatan dan waktu (dari penerima).
- 10) *Ground Sampling Distance* yang selanjutnya disingkat *GSD* adalah nilai ukuran piksel sensor radar yang sudah terproyeksi di permukaan tanah.

- 11) *Independent Check Point* yang selanjutnya disingkat *ICP* adalah titik di tanah yang diketahui koordinatnya dan digunakan untuk menguji produk yang dihasilkan.
- 12) *Inertial Measurement Unit* yang selanjutnya disingkat *IMU* adalah alat ukur yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti giroskop dan akselerometer untuk memperkirakan posisi relatif, kecepatan, dan akselerasi dari gerakan motor yang memperkirakan gerakan yaitu posisi (X Y Z) dan orientasi (*roll, pitch, heading*).
- 13) *Logsheets* adalah kertas kerja dengan format tertentu yang biasanya digunakan untuk mencatat di lapangan pada saat melakukan pengamatan atau survei.
- 14) *Orthorectified Radar Imagery* yang selanjutnya disingkat *ORI* adalah citra hitam putih yang menunjukkan intensitas radar yang dipantulkan oleh objek di permukaan bumi yang kesalahan geometrisnya sudah diperbaiki sehingga memiliki proyeksi ortogonal.
- 15) *Precise Point Positioning* yang selanjutnya disingkat *PPP* adalah metode penentuan posisi yang dihitung secara teliti berdasarkan hasil pengamatan sebuah *GNSS receiver* dengan memberikan koreksi yang akurat terhadap kesalahan orbit *GNSS* dan kesalahan jam.
- 16) *Synthetic Aperture Radar* yang selanjutnya disingkat *SAR* adalah sistem penginderaan jauh aktif menggunakan gelombang radar yang menggunakan pergerakan sensor untuk membuat antena sintesis yang panjang untuk meningkatkan resolusi spasial citra yang dihasilkan.
- 17) *Second-look lines* adalah jalur terbang pada sisi yang berlawanan yang bertujuan untuk menghasilkan tambahan data radar untuk satu area perekaman.
- 18) *Side overlap* atau pertampalan ke samping adalah cakupan yang sama yang didapatkan dari dua jalur terbang perekaman data radar yang berdampingan (dinyatakan dalam %).
- 19) *Single-look reflectors* adalah *corner reflector* yang hanya dapat menerima dan memantulkan gelombang radar dari satu arah.

d. Standar Peralatan

Spesifikasi teknis peralatan utama yang digunakan dalam survei udara *Airborne IFSAR* adalah sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 23.

Tabel 23. Spesifikasi Teknis Peralatan Survei Udara Menggunakan Sensor Radar

No	Peralatan	Spesifikasi Teknis Peralatan
1.	Sensor dan antena SAR ( <i>Across-track antennae separated by interferometric baseline</i> )	<div>a. <i>Bandwidth</i> <math>\geq</math> 600 Mhz untuk skala 1:5.000;</div> <div>b. Panjang antena <math>\leq</math> 1m untuk skala 1:5.000;</div> <div>c. Konstruksi dibuat dari material logam yang tahan lama dan stabil;</div> <div>d. Dipasang pada wahana pesawat.</div>
2.	Perangkat lunak perencanaan jalur terbang ( <i>flight planning</i> )	Mendukung untuk perencanaan jalur terbang akuisisi.
3.	Pesawat ( <i>aircraft</i> )	<div>a. <i>Pressurized, high-altitude capabilities</i>;</div> <div>b. <i>Single or twin engine</i>.</div>
4.	GNSS Receiver	<div>a. Tipe geodetik;</div> <div>b. Minimal menggunakan <i>dual frequency receiver</i>;</div> <div>c. Mampu melakukan pengamatan ke beberapa satelit navigasi.</div>
5.	Perangkat lunak pengolahan data	<div>Memiliki kemampuan:</div> <div>a. mengkalibrasi data;</div> <div>b. mengolah data GNSS dan IMU;</div>

No	Peralatan	Spesifikasi Teknis Peralatan
		c. mengolah citra radar secara otomatis; d. membuat <i>DSM</i> secara otomatis; e. mengkonversi <i>DSM</i> ; f. menjadi <i>DTM</i> secara otomatis; g. mengolah dan membuat <i>ORI</i> ; dan h. membuat mosaik <i>ORI</i> .

e. Pengumpulan Data Geospasial Dasar

1) Umum

- a) Penentuan posisi dalam pengumpulan Data Geospasial Dasar mengacu pada SRGI.
- b) Melakukan inspeksi pada setiap prosedur dan hasil yang didapatkan untuk memastikan bahwa keluaran yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan.
- c) Dilakukan dengan menerapkan manajemen kualitas sehingga proses dan hasil pekerjaan sesuai dengan yang dipersyaratkan.
- d) Perbaikan yang diperlukan dilakukan selama proses pekerjaan berdasarkan hasil kontrol kualitas data.
- e) Hasil pekerjaan harus memenuhi persyaratan
  - i. Kelengkapan kuantitas;
  - ii. Penggunaan sistem referensi koordinat;
  - iii. Spesifikasi teknis;
  - iv. Format data;
  - v. Ketelitian geometris; dan
  - vi. Kecukupan metadata.

2) Perencanaan dan persiapan survei

Peralatan yang digunakan pada tahap perencanaan survei udara *airborne IFSAR* adalah sebagai berikut:

- a) Perangkat lunak (*software*) perencanaan jalur terbang, yang memiliki kemampuan untuk membuat



rencana jalur terbang sesuai dengan kebutuhan dan spesifikasi sensor radar yang digunakan.

- b) Perangkat lunak GIS yang memiliki kemampuan untuk menyajikan secara visual jalur-jalur terbang yang yang direncanakan.
- c) Perangkat lunak GIS yang memiliki kemampuan untuk merencanakan dan menyajikan secara visual GCP berdasarkan rencana jalur terbang (*planned flight lines*).

Pekerjaan/kegiatan yang dilakukan pada tahap persiapan akuisisi data *airborne IFSAR* dapat dilihat pada Tabel 24 berikut ini.

Tabel 24. Pekerjaan/kegiatan yang dilakukan pada tahap persiapan akuisisi data *Airborne IFSAR*

No	Tahapan Pekerjaan	Deskripsi Pekerjaan
1	Proses perijinan	Persyaratan administrasi dan perizinan harus dipenuhi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2	Membuat rencana distribusi titik kontrol yang terdiri dari Titik Kontrol Tanah ( <i>GCP</i> ) dan Titik Uji Independen ( <i>ICP</i> )	<div>a. <i>GCP</i> dirancang pada perpotongan antara jalur terbang utama (<i>primary flight lines</i>) dan jalur terbang pengikat (<i>tie-lines</i>).</div> <div>b. <i>ICP</i> dirancang di area terbuka (<i>unobstructed areas</i>), dapat berupa pilar dilengkapi dengan <i>premark</i> atau objek yang dapat diidentifikasi dengan jelas untuk keperluan <i>post marking</i>.</div>
3	Membuat rencana jalur terbang ( <i>flight</i>	<div>a. Rencana jalur terbang (<i>flight plan</i>) disiapkan dengan menggunakan <i>DEM</i> dengan</div>

No	Tahapan Pekerjaan	Deskripsi Pekerjaan
	<i>plan</i> ) akuisisi <i>Airborne IFSAR</i>	<p>resolusi 30 m atau lebih baik, sebagai referensi.</p> <p>b. Rencana jalur terbang (<i>flight plan</i>) dibuat dengan meng-<i>overlay area of interest (AOI)</i> dan topografi. Jarak antar jalur terbang dan overlap dirancang lebih rapat di area dengan kemiringan topografi tinggi (<i>high terrain relief</i>), sedangkan pada area datar dan terbuka (<i>low terrain relief</i>), Jarak antarjalur terbang dan <i>overlap</i> dapat dirancang lebih renggang.</p> <p>c. Jalur terbang tambahan (<i>secondary look lines</i>) dapat digunakan di area pegunungan untuk mengurangi efek bayangan (<i>shadow</i>) dan distorsi radar lainnya.</p> <p>d. <i>Side overlap</i> ≥ 10%.</p> <p>e. <i>Ground Sampling Distance (GSD)</i> ≤ 25 cm.</p> <p>Tinggi terbang diperhitungkan untuk mendapatkan nilai GSD didasarkan pada parameter-parameter sistem <i>Synthetic Aperture Radar (SAR)</i>, <i>Pulse Repetition Frequency (PRF)</i>, dan kecepatan pesawat.</p>

- 3) Pengukuran Titik Kontrol Tanah (*GCP*). Pengukuran *GCP* meliputi:
- a) Penentuan posisi *GCP* dilakukan dengan metode *GNSS static relative positioning* yang terikat pada Jaring Kontrol Geodesi, baik *CORS* maupun Jaring Kontrol Geodesi lainnya, atau menggunakan metode *PPP*. Dalam hal digunakan metode *PPP*, maka dilakukan koreksi dari *current epoch* ke *epoch* sebagaimana didefinisikan dalam SRGI.
  - b) Perangkat lunak (*software*) pengolahan data *GNSS* yang memiliki kemampuan mengolah data *GNSS* untuk menghasilkan data koordinat dengan tingkat ketelitian dan akurasi yang dibutuhkan; dan
  - c) *Handheld GNSS* untuk identifikasi calon lokasi *GCP*. Pekerjaan/kegiatan yang dilakukan pada tahap pengukuran titik kontrol tanah akuisisi data *airborne IFSAR* dapat dilihat pada Tabel 25 berikut ini.

Tabel 25. Kegiatan yang dilakukan pada tahap pengukuran *GCP* pada pelaksanaan survei udara *airborne IFSAR*

No	Tahapan Pekerjaan
1	Survei pendahuluan dilaksanakan melalui <i>desktop</i> untuk menentukan lokasi dan posisi titik kontrol yang direncanakan di lapangan.
2	Posisi titik kontrol di lapangan dapat digeser ke posisi lain yang lebih terbuka untuk mendapatkan visibilitas yang lebih baik dan mengurangi halangan pada pengukuran <i>GNSS</i> , namun harus dipastikan bahwa pergeseran tersebut tidak mengubah konfigurasi distribusi titik kontrol.
3	Setiap <i>GCP</i> dipasang Reflektor Sudut ( <i>Corner Reflector/CR</i> ) yang terbuat dari aluminium, ditempatkan pada permukaan tanah, dan diberi pengaman berupa tiang pancang.
4	<i>CR</i> ditempatkan di area terbuka dan tidak terhalang dengan kemiringan $\leq 10$ derajat atau kurang serta

No	Tahapan Pekerjaan
	diupayakan tidak ada halangan juga pada kemiringan lebih dari 20 derajat di atas cakrawala ( <i>horizon</i> ).
5	<i>Single-look reflectors</i> ditempatkan dengan orientasi menghadap ke arah dan tegak lurus jalur terbang pesawat. <i>Dual-look reflectors</i> ditempatkan dengan orientasi tegak lurus jalur terbang, tetapi berlawanan arah sehingga terlihat secara visual dalam citra radar dari kedua arah tampilan. <i>Two single-look reflectors</i> ditempatkan saling membelakangi untuk membentuk reflektor tampilan ganda.
6	Waktu pengamatan <i>GNSS</i> harus diyakinkan memenuhi untuk mendapatkan ketelitian <i>GCP/ICP</i> .
7	Interval waktu pengamatan <i>GNSS</i> adalah 15 detik.
8	Pengukuran <i>ICP</i> menggunakan metode dan spesifikasi yang sama dengan <i>GCP</i> . Pengukuran dilakukan secara independen dan tidak digunakan/diikutsertakan pada waktu proses pengolahan data <i>IFSAR</i> .
9	Pengukuran <i>GNSS</i> direkam dalam <i>GNSS measurement logsheet</i> .
10	Pengukuran titik kontrol <i>GNSS</i> harus diikatkan terhadap Jaring Kontrol Geodesi.
11	Perhitungan tinggi orthometrik menggunakan koreksi undulasi <i>geoid</i> dalam Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI2013).

4) Pelaksanaan survei udara *Airborne IFSAR*.

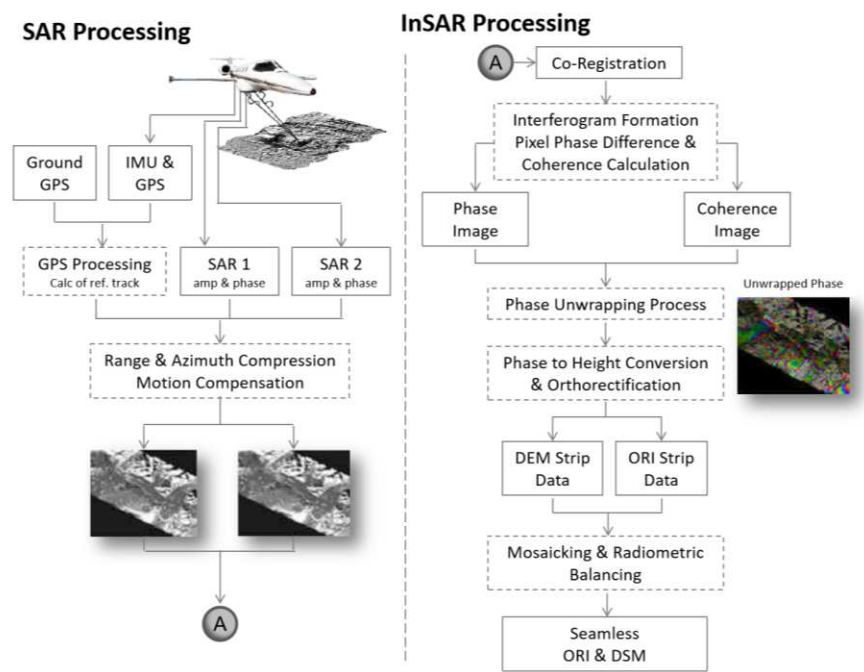
Pelaksanaan survei udara *Airborne IFSAR* menggunakan wahana pesawat berawak meliputi tahapan kegiatan sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 26 berikut ini.

Tabel 26. Kegiatan yang dilakukan dalam pelaksanaan survei udara *Airborne IFSAR*

No	Kegiatan
1.	Kalibrasi sensor
2.	Akuisisi data harus sesuai dengan rencana jalur terbang ( <i>flight plan</i> ) yang mencakup seluruh <i>Area of Interest (AOI)</i> dan blok pekerjaan.
3.	Setelah akuisisi, verifikasi data harus dilakukan untuk menerima data hasil akuisisi.
4.	<i>Reflight</i> harus dilakukan jika ada data hasil akuisisi yang tidak memenuhi persyaratan spesifikasi pekerjaan.
5.	Akuisisi data dicatat dalam lembar log akuisisi data ( <i>acquisition logsheet</i> ).
6.	Sistem penomoran jalur terbang dibuat secara sistematis dan berurutan berdasarkan waktu akuisisi.

Spesifikasi hasil pekerjaan pada tahap akuisisi data *airborne IFSAR*:

- a). *Side to side (side overlap)*  $\geq 10\%$
  - b). *Ground Sampling Distance (GSD)*  $\leq 25$  cm.
- 5) Pengolahan Data *Airborne IFSAR*
- Pengolahan data *Airborne IFSAR* dilakukan sebagaimana diagram alir pada Gambar 4 di bawah ini.



Gambar 4 Diagram alir pengolahan data SAR dan SAR interferometri (InSAR/IFSAR)

Kegiatan yang dilakukan pada tahap pengolahan data *IFSAR* menggunakan wahana pesawat berawak dapat dilihat pada Tabel 27 berikut ini:

Tabel 27. Pekerjaan/kegiatan yang dilakukan pada tahap pengolahan data *IFSAR* menggunakan wahana pesawat berawak

No	Kegiatan
1.	Kalibrasi data SAR Parameter kalibrasi terdiri dari: <i>a. Chirp</i> <i>b. Baseline</i> <i>c. System orientation (lever arms and attitude biases)</i> <i>d. System time delays</i> <i>e. Radiometric and phase corrections</i>
2.	Pengolahan data navigasi <i>GNSS</i> dan <i>INS</i>
3.	Pengolahan data SAR

No	Kegiatan
4.	Pengolahan <i>SAR</i> interferometri untuk membuat <i>DSM</i> dan melakukan proses orthorektifikasi citra <i>SAR</i>
5.	Titik Kontrol Tanah ( <i>Ground Control Point/GCP</i> ) digunakan sebagai titik ikat dan kontrol vertikal dalam pembuatan <i>DSM</i>
6.	Pembuatan <i>DTM</i> dari <i>DSM</i>
7.	Editing data <i>DSM</i> ( <i>noise/spike removal</i> ),
8.	Resolusi <i>DSM</i> ( <i>post spacing</i> ):1 meter untuk skala 1:5.000
9.	Resolusi <i>DTM</i> ( <i>post spacing</i> ) 1 meter untuk skala 1:5.000
10.	Pembuatan <i>seamless mosaic ORI</i> dan koreksi radiometrik ( <i>colour balancing</i> ).
11.	Resolusi <i>seamless mosaic ORI</i> : 25 cm untuk skala 1:5.000

- f. DG Dasar Hasil Survei Udara Menggunakan Sensor Radar.
  - 1) Keluaran utama berupa:
    - a) Koordinat *ICP* dan *GCP* dari hasil pengukuran *GNSS*.
    - b) Citra tegak resolusi tinggi dari radar atau *ORI*.
    - c) *DSM*.
    - d) *DTM*.
  - 2) Spesifikasi DG Dasar yang dipersyaratkan untuk masing-masing keluaran.

- 5. Standar Prosedur Penyediaan Citra Satelit Tegak Resolusi Tinggi
  - a. Ruang Lingkup

Standar ini menetapkan prosedur standar pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar dari data citra sensor optis pada wahana angkasa. Ruang lingkup pembahasan meliputi standar peralatan, pelaksanaan

penyediaan CSTRT, dan hasil. Standar ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengumpulan data geospasial dasar untuk penyediaan citra satelit tegak resolusi tinggi agar hasil yang diperoleh memiliki kualitas yang seragam dan dapat dipertanggungjawabkan. Penyediaan Citra Satelit Tegak Resolusi Tinggi direkomendasikan untuk area pengumpulan data dengan luasan yang besar pada daerah urban atau rural yang digunakan sebagai sumber data peta dasar skala besar.

b. Acuan Normatif.

- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2018 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Kegiatan Penginderaan Jauh.
- 2) Instruksi Presiden Nomor 6 Tahun 2012 tentang Penyediaan, Penggunaan, Pengendalian Kualitas, Pengolahan dan Distribusi Data Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi.
- 3) Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar sebagaimana telah diubah dengan Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2018 tentang Perubahan atas Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 15 Tahun 2014 tentang Pedoman Teknis Ketelitian Peta Dasar.

c. Istilah dan Definisi

- 1) *Area of Interest* yang selanjutnya disingkat *AOI* adalah cakupan daerah yang akan dilakukan kegiatan.
- 2) *Bundle adjustment* adalah metode untuk menghubungkan secara langsung sistem koordinat citra ke sistem koordinat tanah tanpa melalui orientasi relatif dan absolut.
- 3) Citra Satelit Resolusi Tinggi yang selanjutnya disingkat CSRT adalah citra satelit yang menggambarkan kondisi spasial sangat teliti dengan ketelitian/resolusi spasial kurang dari 4 (empat) meter.
- 4) *Ground Control Point* yang selanjutnya disingkat *GCP* adalah titik kontrol yang digunakan dalam proses pengolahan orthorektifikasi dan berfungsi sebagai referensi koordinat



- 5) *Independent Check Point* yang selanjutnya disingkat *ICP* adalah titik kontrol yang tidak disertakan dalam proses orthorektifikasi, namun digunakan sebagai referensi untuk cek ketelitian dari data yang dihasilkan dalam pengolahan citra.
- 6) *Incidence angle* adalah sudut yang diukur dari arah sensor yang menghadap permukaan tanah terhadap garis vertikal/normal.
- 7) Koreksi radiometrik adalah proses untuk memperbaiki nilai intensitas pada data yang diakibatkan oleh efek sudut dan posisi matahari saat pencitraan, topografi permukaan bumi, kondisi atmosfer, dan/atau sensor.
- 8) Koreksi geometris adalah proses untuk memperbaiki posisi/koordinat data sehingga sesuai dengan posisi di permukaan bumi.
- 9) Multispektral adalah citra yang dibuat dengan menggunakan sensor kanal jamak (lebih dari satu).
- 10) Orthorektifikasi adalah proses untuk memperbaiki kesalahan geometris pada data/citra penginderaan jauh karena terdapat penginderaan yang bersifat proyeksi perspektif yang diakibatkan oleh karakter sensor, arah penginderaan, dan relief sehingga menjadi proyeksi ortogonal.
- 11) Pankromatik adalah data citra yang berasal dari seluruh spektrum gelombang tampak.
- 12) *Rational Polynomial Coefficient* yang selanjutnya disingkat *RPC* adalah parameter yang menggambarkan hubungan geometri antara citra dengan tanah (*ground*) yang memungkinkan pemrosesan citra tanpa memerlukan model fisik sensor.
- 13) Resolusi spasial adalah ukuran terkecil objek di lapangan yang dapat direkam pada citra.
- 14) Skala besar adalah data geospasial dan informasi geospasial dengan skala 1:10.000 atau lebih besar.
- 15) Sistem Referensi Geospasial Indonesia yang selanjutnya disingkat SRGI adalah sistem referensi yang digunakan secara nasional dan konsisten untuk seluruh wilayah

Negara Kesatuan Republik Indonesia serta kompatibel dengan sistem referensi geospasial global.

16) *Tie point*/titik ikat adalah titik pada citra yang menggambarkan lokasi yang sama pada beberapa citra yang bertampalan

d. Standar Peralatan

Peralatan utama yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan ini adalah sebagaimana Tabel 28.

Tabel 28. Kebutuhan Peralatan Utama Penyediaan Citra Satelit Tegak Resolusi Tinggi

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis Peralatan
1.	<i>GNSS receiver</i>	Perangkat penerima sinyal <i>GNSS</i> dengan jenis geodetik.
2.	Perangkat lunak pengolah data hasil pengukuran <i>GNSS</i>	Memiliki kemampuan mengolah data <i>GNSS</i> untuk menghasilkan koordinat dengan level akurasi yang disyaratkan.
3.	Perangkat lunak Orthorektifikasi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Memiliki kemampuan menerima input data CSRT multisensor</li><li>• Memiliki kemampuan melakukan proses orthorektifikasi dan mosaik citra tegak resolusi tinggi</li></ul>

e. Pelaksanaan Penyediaan CSTRT

1) Umum

- a) Penentuan posisi dalam pengumpulan Data Geospasial Dasar mengacu pada SRGI.
- b) Melakukan inspeksi pada setiap prosedur dan hasil yang didapatkan untuk memastikan bahwa keluaran yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan.
- c) Dilakukan dengan menerapkan manajemen kualitas sehingga proses dan hasil pekerjaan sesuai dengan yang dipersyaratkan.

- d) Perbaikan yang diperlukan dilakukan selama proses pekerjaan berdasarkan hasil kontrol kualitas data.
  - e) Hasil pekerjaan harus memenuhi persyaratan:
    - i. Kelengkapan kuantitas;
    - ii. Penggunaan sistem referensi koordinat;
    - iii. Spesifikasi teknis;
    - iv. Format data;
    - v. Ketelitian geometris; dan
    - vi. Kecukupan metadata.
- 2) Pengadaan CSRT
- a) Pengadaan CSRT untuk instansi pemerintah dan pemerintah daerah dilaksanakan melalui instansi pemerintah yang melaksanakan urusan pemerintahan di bidang keantariksaan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.
  - b) Pengadaan CSRT untuk orang perseorangan, kelompok orang dan/atau badan usaha dilaksanakan sesuai dengan kebijakan yang berlaku di masing-masing pihak.
  - c) CSRT hasil pengadaan paling rendah memiliki spesifikasi teknis sebagai berikut:
    - i. dilengkapi dengan parameter fisik sensor dan orbit atau model pendekatan (*RPC*);
    - ii. data dalam bentuk *bundle* (pankromatik dan multispektral);
    - iii. incidence *angle* per *scene*  $\leq 20^\circ$ ; dan
    - iv. liputan awan  $\leq 20\%$  per *scene*.
- Catatan:
- Dalam hal CSRT dengan incidence *angle* per *scene*  $\leq 20^\circ$  tidak tersedia, penggunaan CSRT dengan incidence *angle* sampai dengan  $30^\circ$  masih dimungkinkan apabila ketelitian Citra Satelit Tegak Resolusi Tinggi yang dihasilkan tetap memenuhi standar ketelitian, misalnya untuk wilayah kecil (kurang dari 100 km<sup>2</sup>) dengan topografi relatif datar
- 3) Penyediaan GCP.
- a) GCP diperlukan untuk proses orthorektifikasi.

- b) *GCP* dapat berupa
  - i. titik/objek yang dapat diidentifikasi secara jelas pada CSRT dan diukur posisinya melalui pengukuran GNSS;
  - ii. *GCP Chip* berupa titik/objek hasil ekstraksi dari citra tegak resolusi tinggi yang tersedia yang memiliki resolusi spasial dan ketelitian lebih baik dari CSRT; dan/atau
  - iii. data dan/atau informasi geospasial lainnya sepanjang dapat digunakan untuk memenuhi spesifikasi teknis yang ditetapkan.
- c) *GCP* diukur secara *post-marking*.
- d) Objek yang digunakan sebagai *postmark* merupakan objek yang tegas dan dapat diidentifikasi dengan jelas di citra dan di lapangan.
- e) Jumlah dan sebaran *GCP* didesain sesuai kebutuhan ketelitian hasil akhir serta bentuk area pekerjaan.
- f) *GCP* dari hasil pengukuran GNSS memperhatikan ketentuan berikut
  - i. diukur dan diolah menggunakan metode pengukuran dan pengolahan data GNSS untuk menghasilkan ketelitian sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
  - ii. dilakukan dokumentasi pengukuran *GCP* dengan mengambil foto yang menunjukkan objek yang diukur yang menunjukkan empat arah mata angin (Utara, Timur, Selatan dan Barat) serta satu foto jarak jauh dari arah yang paling jelas untuk diidentifikasi.
  - iii. dilengkapi deskripsi *GCP* yang berisi hasil pengolahan titik dan foto dokumentasi pengukuran.
- g) *GCP Chip* dari hasil ekstraksi citra tegak resolusi tinggi yang tersedia, dan/atau IG lainnya harus dilengkapi dengan metadata dan informasi ketelitian geometrisnya serta dilengkapi dengan deskripsi *GCP*.

- 4) Ortorektifikasi CSRT.
- a) Orthorektifikasi CSRT dapat dilakukan menggunakan:
- i. *RPC* atau parameter fisik sensor dan orbit, *GCP*, dan *DEM*; atau
  - ii. *RPC* atau parameter fisik sensor dan orbit, serta *DEM* tanpa *GCP*.
- b) *DEM* yang digunakan adalah
- i. *DTM* untuk menghasilkan Citra Satelit Tegak Resolusi Tinggi yang kesalahan geometrisnya terkoreksi pada permukaan tanah (citra *ground-ortho*); atau
  - ii. *DSM* untuk menghasilkan Citra Satelit Tegak Resolusi Tinggi yang kesalahan geometrisnya terkoreksi pada semua objek yang tampak pada citra (citra *true-ortho*).
- c) Ketelitian dan resolusi *DEM* yang diperlukan untuk orthorektifikasi menggunakan *GCP* ditunjukkan pada Tabel 29 berikut

Tabel 29. Ketelitian dan Resolusi *DEM* untuk Orthorektifikasi

Ketelitian CSTRT (m)	<i>Incidence Angle (IA)</i> (derajat)	Ketelitian <i>DEM</i> (m)	Resolusi <i>DEM</i> (m)
1	$IA \leq 10$	5	10
	$10 < IA \leq 15$	3	6
	$15 < IA \leq 20$	2	4
2	$IA \leq 10$	10	20
	$10 < IA \leq 15$	7	14
	$15 < IA \leq 20$	5	10
3	$IA \leq 10$	15	30

Ketelitian CSTRT (m)	<i>Incidence Angle (IA)</i> (derajat)	Ketelitian <i>DEM</i> (m)	Resolusi <i>DEM</i> (m)
	$10 < IA \leq 15$	10	20
	$15 < IA \leq 20$	8	16

Catatan:

Karena ketelitian hasil orthorektifikasi juga dipengaruhi oleh faktor lain seperti luas area dan variasi topografi, Tabel 29 hanya merupakan gambaran umum hubungan antara ketelitian citra tegak hasil orthorektifikasi, *incidence angle* dan ketelitian DEM yang digunakan.

Ketelitian citra tegak satelit resolusi tinggi dapat terpenuhi dengan menggunakan data dengan kriteria yang berbeda dari Tabel 29.

- d) Jika terdapat CSRT yang bertampalan, harus menggunakan *tie point*.
  - e) Menghasilkan CSRT berwarna hasil fusi antara kanal pankromatik dan multispektral, dengan GSD sesuai dengan GSD kanal pankromatik dan warna sesuai dengan warna kanal multispektral.
  - f) Melakukan proses mosaik dengan mempertimbangkan data yang bebas awan dan/atau memiliki waktu akuisisi terkini.
- 5) Penyediaan Titik Uji.
- a) Titik Uji (*ICP*) berupa
    - i. titik/objek yang dapat diidentifikasi secara jelas pada CSRT dan diukur posisinya melalui pengukuran *GNSS*;
    - ii. titik/objek hasil ekstraksi dari citra tegak resolusi tinggi yang tersedia yang memiliki resolusi spasial dan ketelitian lebih baik dari CSRT; dan/atau

- iii. data dan/atau informasi geospasial lainnya sepanjang dapat digunakan untuk memenuhi spesifikasi teknis yang ditetapkan.
- b) Objek yang digunakan sebagai *postmark* merupakan objek yang tegas dan dapat diidentifikasi dengan jelas di citra dan di lapangan.
- c) *ICP* dari hasil pengukuran *GNSS* memperhatikan ketentuan berikut:
  - i. diukur dan diolah menggunakan metode pengukuran dan pengolahan data *GNSS* untuk menghasilkan ketelitian sesuai spesifikasi teknis DG Dasar.
  - ii. dilakukan dokumentasi pengukuran *ICP* dengan mengambil foto yang menunjukkan objek yang diukur yang menunjukkan empat arah mata angin (Utara, Timur, Selatan dan Barat) serta satu foto jarak jauh dari arah yang paling jelas untuk diidentifikasi.
  - iii. dilengkapi deskripsi *ICP* yang berisi hasil pengolahan titik dan foto dokumentasi pengukuran.
- d) *ICP* dari hasil ekstraksi citra tegak resolusi tinggi yang tersedia, DG, dan IG lainnya harus memiliki metadata dan diketahui ketelitian geometrisnya serta dilengkapi dengan deskripsi *ICP*.
- f. DG Dasar Hasil Penyediaan Citra Satelit Tegak Resolusi Tinggi
  - 1) DG Dasar yang dihasilkan berupa:
    - a) koordinat *ICP*;
    - b) koordinat *GCP* dan/atau *GCP Chip*; dan
    - c) citra satelit tegak resolusi tinggi.
  - 2) Spesifikasi DG Dasar yang dipersyaratkan untuk masing-masing keluaran.

## 6. Prosedur Standar Survei Batimetri Menggunakan *Echosounder*

### a. Ruang Lingkup

Ruang lingkup standar survei batimetri menggunakan *echosounder* ini meliputi kegiatan pengukuran kedalaman,

penentuan posisi titik perum, penentuan koreksi kedalaman, dan pemrosesan awal data hasil survei batimetri.

b. Acuan Normatif

*International Hydrographic Organization Standards for Hydrographic Surveys 6<sup>th</sup> Edition*, 2020.

c. Istilah dan Definisi

- 1) Survei Batimetri adalah kegiatan untuk menentukan kedalaman permukaan dasar laut atau perairan atau benda-benda di atasnya terhadap permukaan laut menggunakan gelombang suara yang dipancarkan dari *echosounder*.
- 2) *Singlebeam echosounder* yang selanjutnya disingkat SBES adalah alat pengukur kedalaman menggunakan pancaran gelombang suara tunggal, yang berfungsi mengirimkan sinyal gelombang suara dan menerima kembali pantulan gelombang suara dari dasar perairan yang selanjutnya dikonversi menjadi kedalaman.
- 3) *Multibeam echosounder* yang selanjutnya disingkat MBES adalah alat pengukur kedalaman menggunakan gelombang suara dengan sudut pancar banyak, yang berfungsi mengirimkan sinyal gelombang suara dan menerima kembali pantulan gelombang suara dari dasar perairan yang selanjutnya dikonversi menjadi kedalaman.
- 4) *Sound Velocity Probe* yang selanjutnya disingkat SVP adalah alat yang digunakan untuk mengukur kecepatan gelombang suara di perairan.
- 5) *Motion Reference Unit* yang selanjutnya disingkat MRU adalah alat yang digunakan untuk membaca dan memberikan koreksi pergerakan kapal selama survei (*pitch, roll, yaw atau heave*)
- 6) *Gyro* adalah alat yang digunakan untuk memberikan arah yang sebenarnya dari kapal (ketelitian *heading* berpengaruh terhadap ketelitian *beam point*)
- 7) Lajur survei adalah garis yang menggambarkan jalur lintas kapal dalam survei batimetri.
- 8) Lajur utama adalah lajur survei yang digunakan sebagai lajur utama dalam survei batimetri.



- 9) Lajur silang adalah lajur survei yang berfungsi sebagai alur cek silang dalam validasi data batimetri.
  - 10) Referensi kedalaman adalah suatu permukaan yang ditetapkan secara permanen mengacu ke SRGI vertikal.
- d. Standar Peralatan

Peralatan utama yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan ini adalah sebagaimana dimaksud pada Tabel 30.

Tabel 30. Peralatan dan Spesifikasi Teknis Peralatan dalam Survei Batimetri

No	Peralatan	Spesifikasi Teknis
1.	<i>MBES</i>	<p>a. Spesifikasi Utama antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1. Frekuensi gelombang suara antara 36 - 700 kHz</li><li>2. <i>Ping Rate</i> minimal 30 Hz</li><li>3. Mode operasional <i>equidistant</i> dan <i>equiangle</i></li><li>4. <i>Swath coverage</i> minimal 120°</li><li>5. Mempunyai modul <i>backscatter</i></li><li>6. Range kedalaman 1 - 10.000 meter</li></ul> <p>b. Survei batimetri di perairan dangkal. Mengukur hingga kedalaman 200 m, (minimal order 1a, atau lebih tinggi) sesuai dengan <i>IHO Standards for Hydrographic Surveys 6<sup>th</sup> Edition, 2020</i>).</p> <p>c. Survei batimetri di perairan dalam. Untuk survei laut dalam, seperti survei landas kontinen, peralatan <i>MBES</i> mampu mengukur hingga kedalaman 10.000 m. (sesuai dengan order 2, <i>IHO Standards for Hydrographic Surveys 6<sup>th</sup> Edition, 2020</i>).</p>
2.	<i>SBES</i>	<p>Spesifikasi Utama antara lain:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>1. Frekuensi ganda (<i>dual frequencies</i>) antara 12 - 500 kHz</li><li>2. <i>Ping Rate</i> minimal 30 Hz</li><li>3. Akurasi kedalaman ukuran 0.3 cm sampai</li></ul>

No	Peralatan	Spesifikasi Teknis
		dengan 10 cm ditambah 0.1% dari kedalaman 4. <i>Range</i> kedalaman 1--10.000 meter
3.	<i>SVP</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Swarekam</li><li>• Resolusi 0,001 m/s ; Akurasi <math>\pm 0.020</math> m/s</li></ul>
4.	<i>MRU</i>	Akurasi angguk ( <i>pitch</i> ) dan guling ( <i>roll</i> ) 0,05°, sedangkan lambungan ( <i>heave</i> ) 5 cm
5.	<i>Gyro</i>	Akurasi arah ( <i>heading</i> ) 0,09° RMS
6.	<i>GNSS Receiver</i>	Akurasi horisontal mengacu ke <i>IHO</i>

e. Pelaksanaan Survei Batimetri

1) Umum

- a) Penentuan posisi dalam pengumpulan DG Dasar mengacu pada SRGI.
- b) Melakukan inspeksi pada setiap prosedur dan hasil yang didapatkan untuk memastikan bahwa keluaran yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan.
- c) Dilakukan dengan menerapkan manajemen kualitas sehingga proses dan hasil pekerjaan sesuai dengan yang dipersyaratkan.
- d) Perbaikan yang diperlukan dilakukan selama proses pekerjaan berdasarkan hasil kontrol kualitas data.
- e) Hasil pekerjaan harus memenuhi persyaratan:
  - i. Kelengkapan kuantitas;
  - ii. Penggunaan sistem referensi koordinat;
  - iii. Spesifikasi teknis;
  - iv. Format data;
  - v. Ketelitian geometris;
  - vi. Kecukupan metadata.

2) Survei Pendahuluan

- a) Survei pendahuluan dilaksanakan sebelum pelaksanaan kegiatan survei batimetri guna

melakukan pengecekan kondisi perairan, gelombang, cuaca, ketersediaan kapal, *basecamp* dan kondisi umum di lapangan.

- b) Pemantauan gelombang dan cuaca pada lokasi survei dilakukan dengan mengumpulkan informasi cuaca dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika dan/atau sumber lain yang terpercaya sebelum dan saat pelaksanaan survei.
- c) Survei pendahuluan meliputi:
  - i. Pengumpulan informasi gelombang dan cuaca;
  - ii. Pengumpulan informasi terkait ketersediaan kapal;
  - iii. Pengumpulan informasi rencana lokasi stasiun pasang surut temporer. Hal ini dilakukan bila tidak ada stasiun pasang surut permanen di sekitar lokasi survei.
- 3) Perencanaan Detail Survei
  - a) Menyusun rencana lajur survei mengacu ke orde survei (*IHO*) sesuai tujuan dan ruang lingkup pekerjaan
  - b) Parameter yang diperhitungkan antara lain jenis *echosounder* (*SBES* atau *MBES*), Frekuensi *Echosounder*, dan Cakupan Kedalaman.
- 4) Penyediaan Titik Kontrol

Titik kontrol ini digunakan sebagai berikut

  - a) titik referensi horisontal maupun vertikal;
  - b) verifikasi terhadap sistem penentuan posisi di kapal;
  - c) biasanya dipasang di dekat stasiun pasang surut temporer.
- 5) Pemasangan Stasiun Pasang Surut Temporer

Pemasangan stasiun pasang surut temporer mengikuti prosedur pada Prosedur standar Pengamatan Pasang Surut dan dilakukan pengamatan selama survei berlangsung.
- 6) Pelaksanaan Survei Batimetri

Secara umum pelaksanaan survei batimetri menggunakan *echosounder* meliputi:

- a) Verifikasi sistem penentuan posisi horisontal di kapal, terhadap titik kontrol yang sudah dibangun;
  - b) Instalasi peralatan di kapal;
  - c) Pengukuran *offset* untuk antena penentuan posisi, transduser, dan *draft* transduser;
  - d) Kalibrasi haluan kapal dan *patch test* untuk survei *MBES*. Pengukuran *SVP* dilakukan untuk koreksi kecepatan gelombang suara di media air;
  - e) Kalibrasi *barcheck* untuk survei *SBES*;
  - f) Uji coba sistem atau *sea trial*;
  - g) Selama survei berlangsung dilakukan pengecekan kualitas data. Bila ada data yang kurang baik, harus dilakukan survei ulang di daerah tersebut;
  - h) Seluruh pelaksanaan survei dicatat dalam sebuah *daily report* atau *log book*, yang berisi minimal nama lajur perum, waktu akuisisi, nama file *raw data*, dan lain-lain.
- 7) Pengolahan Data
- Tahapan pengolahan data secara umum adalah sebagai berikut
- a) Penyimpanan *raw data* hasil survei;
  - b) Koreksi terhadap *draft* transduser, koreksi kecepatan gelombang suara (hasil *SVP* atau *barcheck*);
  - c) *Cleaning* data kedalaman;
  - d) Koreksi kedalaman terhadap datum pasang surut atau referensi vertikal; dan
  - e) Pembentukan DTM.
- 8) Validasi Nilai Kedalaman
- Perhitungan validasi dari nilai kedalaman, menggunakan rumus *Total vertical uncertainty (TVU)*.
- TVU model kedalaman mengacu pada ketentuan IHO SP-44 (2020) untuk menentukan nilai kepastian kedalaman melalui persamaan berikut:

$$TVU = \pm \sqrt{a^2 + (bxd)^2}$$

Dimana:

$a$  adalah faktor kesalahan yang tidak bergantung pada kedalaman;  $b$  adalah faktor kesalahan yang bergantung pada kedalaman; dan  $d$  adalah nilai kedalaman.

Ada pun koefisien  $a$  dan  $b$  dapat dilihat pada dokumen IHO SP-44.

- f. DG Dasar Hasil Survei Batimetri Menggunakan *Echosounder*  
DG Dasar hasil survei batimetri menggunakan *echosounder* berupa data batimetri/kedalaman.

## 7. Standar Prosedur Survei Batimetri Menggunakan Sensor Lidar

### a. Ruang Lingkup

Standar ini menetapkan prosedur standar pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar dengan metode survei batimetri menggunakan sensor lidar pada wahana udara meliputi acuan normatif, peralatan, pelaksanaan survei, dan DG Dasar yang dihasilkan. Pengumpulan DG Dasar dengan metode survei batimetri menggunakan sensor lidar pada wahana udara direkomendasikan untuk wilayah perairan dangkal (<30m) serta tingkat kecerahan air tinggi.

### b. Acuan Normatif

- 1) Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 2 Tahun 2020 tentang Manajemen Kualitas Informasi Geospasial pada Badan Informasi Geospasial.
- 2) Standar Nasional Indonesia (SNI) 8202:2019, Ketelitian Peta Dasar yang merupakan SNI revisi dari SNI 8202:2015, Ketelitian Peta Dasar.

### c. Istilah dan Definisi

- 1) *Base station* adalah titik di tanah yang diketahui koordinatnya dan digunakan sebagai referensi pengukuran *Airborne* GNSS.
- 2) *Boresight misalignment* adalah perbedaan sudut antara salib sumbu sensor dan *IMU*.
- 3) *Digital Terrain Model* yang selanjutnya disingkat *DTM* adalah model digital yang merepresentasikan bentuk permukaan bumi tanpa objek yang berada di atasnya.

- 4) *DTM* di wilayah laut adalah *DTM* yang merepresentasikan bentuk permukaan bumi di dasar perairan.
- 5) *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disebut *GNSS* adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
- 6) *GNSS Receiver* adalah perangkat elektronik yang menerima dan memproses sinyal secara digital dari konstelasi satelit navigasi untuk memberikan posisi, kecepatan dan waktu (dari penerima).
- 7) Titik uji/*Independent Check Point* yang selanjutnya disingkat *ICP* adalah titik di tanah yang diketahui koordinatnya dan digunakan untuk menguji produk yang dihasilkan.
- 8) *Inertial Measurement Unit* yang selanjutnya disingkat *IMU* adalah alat ukur yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti *gyroscope* dan akselerometer untuk memperkirakan posisi relatif, kecepatan, dan akselerasi dari gerakan motor yang memperkirakan gerakan yaitu posisi (X Y Z) dan orientasi (*roll, pitch, heading*).
- 9) *Lever-arm* adalah perbedaan posisi antartitik pusat sumbu koordinat sensor.
- 10) *Point cloud* adalah sekumpulan data titik dalam sistem ruang tertentu.
- 11) *Point density* adalah rerata jumlah titik dalam satu luasan tertentu yang disajikan dalam satuan titik per meter persegi.
- 12) *Point spacing* adalah rerata jarak antar titik dalam data *point cloud*
- 13) *Strip adjustment* adalah perataan data lidar batimetri antar jalur terbang yang berbeda dengan meminimalisir perbedaan tinggi antar jalur terbang untuk mendapatkan sebuah blok yang *seamless*.

d. Standar Peralatan

Peralatan utama yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan ini adalah sebagaimana dimaksud pada Tabel 31.

Tabel 31. Kebutuhan Peralatan Utama

No	Jenis Peralatan	Keterangan
1.	Sistem lidar batimetri	Sistem terintegrasi yang terdiri dari: a. Sensor lidar batimetri yang didesain untuk survei udara dengan kemampuan jarak laser ( <i>range performance</i> ) dan kekuatan pulsa laser ( <i>pulse rate</i> dan <i>scan rate</i> ) yang memadai serta dilengkapi sertifikat kalibrasi instrumen; b. <i>Airborne</i> GNSS; c. <i>IMU</i> ; d. Dudukan sensor; dan e. Peralatan navigasi bagi pilot serta operator alat.
2.	GNSS <i>receiver</i>	Perangkat penerima sinyal GNSS dengan jenis geodetik.
3.	Perangkat lunak perencanaan misi dan jalur akuisisi	Perangkat lunak yang mampu menghasilkan perencanaan misi dan jalur akuisisi survei lidar batimetri ( <i>mission planning</i> )
4.	Perangkat lunak pengolah data lidar batimetri	Perangkat lunak yang mampu mengolah data mentah lidar batimetri, <i>Airborne</i> GNSS, dan <i>IMU</i> menjadi produk akhir <i>point cloud</i> , <i>intensity image</i> , <i>DTM</i> , dan <i>DSM</i>

e. Pelaksanaan Survei Batimetri Menggunakan Sensor Lidar

1) Umum

- a) Penentuan posisi dalam pengumpulan Data Geospasial Dasar mengacu pada Sistem Referensi Geospasial Indonesia.

- b) Melakukan inspeksi pada setiap prosedur dan hasil yang didapatkan untuk memastikan bahwa keluaran yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan.
  - c) Dilakukan dengan menerapkan manajemen kualitas sehingga proses dan hasil pekerjaan sesuai dengan yang dipersyaratkan.
  - d) Perbaikan yang diperlukan dilakukan selama proses pekerjaan berdasarkan hasil kontrol kualitas data.
  - e) Hasil pekerjaan harus memenuhi persyaratan:
    - i. kelengkapan kuantitas;
    - ii. penggunaan sistem referensi koordinat;
    - iii. spesifikasi teknis;
    - iv. format data;
    - v. ketelitian geometris; dan
    - vi. kecukupan metadata;
- 2) Survei Pendahuluan
- a) Survei pendahuluan dilaksanakan sebelum pelaksanaan kegiatan survei lidar batimetri guna melakukan pengecekan kondisi perairan, gelombang, cuaca dan kondisi umum di lapangan.
  - b) Pemantauan gelombang dan cuaca pada lokasi survei dilakukan dengan mengumpulkan informasi cuaca dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika dan/atau sumber lain yang terpercaya sebelum dan saat pelaksanaan survei.
  - c) Pengecekan kualitas perairan dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan kejernihan perairan dengan menggunakan *secchi disk*, pengamatan kekeruhan perairan dengan turbidimeter, dan/atau pengamatan visual di lokasi-lokasi perairan yang akan disurvei.
  - d) Survei pendahuluan meliputi:
    - i. pengumpulan informasi gelombang dan cuaca; dan
    - ii. Pengukuran kualitas perairan menggunakan *secchi disk*.



- 3) Perencanaan Jalur Terbang
  - a) Jalur terbang dibuat dengan memperhitungkan parameter survei udara agar hasil survei udara sesuai dengan standar hasil.
  - b) Parameter yang diperhitungkan meliputi:
    - i. *Point density*;
    - ii. *Point spacing*;
    - iii. *Tinggi terbang*;
    - iv. Pengaturan sensor lidar batimetri, Airborne GNSS dan IMU, serta lainnya.
  - c) *Cross line* (lajur silang) dapat dipertimbangkan dalam rangka melakukan uji kedalaman pada sebagian area survei.
- 4) Penyediaan Titik Kontrol Tanah
  - a) Titik kontrol tanah (*GCP*) dapat dipergunakan dalam hal terdapat sensor lidar topografi dan lidar batimetri secara terintegrasi (*dual sensors*).
  - b) Jumlah dan sebaran *GCP* dan titik kontrol kedalaman didesain sesuai kebutuhan ketelitian hasil akhir serta bentuk area pekerjaan dan pembagian subblok pekerjaan (bila ada).
  - c) *GCP* dapat direpresentasikan sebagai *premark* atau *postmark*. Bentuk, bahan dan ukuran *premark* didesain agar dapat diidentifikasi dengan jelas di *point cloud* atau *intensity image*. *Postmark* hanya digunakan sebagai *GCP* vertikal. Objek yang digunakan sebagai *postmark* merupakan objek yang memiliki permukaan keras, rata dan mendatar serta tidak terhalang oleh vegetasi.
  - d) *GCP* diukur dan diolah menggunakan metode pengukuran dan pengolahan data GNSS untuk menghasilkan ketelitian sesuai standar hasil.
- 5) Pelaksanaan Survei Batimetri Menggunakan Sensor Lidar
  - a) Kalibrasi *boresight* dilaksanakan apabila sistem lidar batimetri dipasang ulang di pesawat udara dan/atau perbedaan sudut boresight (*misalignment*) tidak diketahui.

- b) Kalibrasi *leverarm* dilaksanakan apabila sistem lidar batimetri dipasang ulang di pesawat udara.
  - c) Kalibrasi *boresight* dan *leverarm* dilaksanakan sesuai dengan dengan spesifikasi kalibrasi *boresight* dan *leverarm* yang dikeluarkan oleh pabrikan sistem lidar batimetri untuk mendapatkan nilai kalibrasi yang presisi.
  - d) Survei dilaksanakan pada kondisi cuaca dan gelombang yang baik untuk menghindari pantulan lidar batimetri pada awan, ombak, dan kondisi perairan yang sedang keruh.
  - e) Survei dilaksanakan pada kondisi darat yang kering, tidak sedang terjadi banjir atau permukaan tanah tertutup air oleh sebab lainnya.
  - f) Survei dilaksanakan sesuai dengan perencanaan jalur terbang agar mendapatkan nilai *point density* dan *point spacing* sesuai standar hasil.
  - g) Survei udara dilaksanakan dengan menggunakan *Airborne GNSS* dan *IMU* untuk mendapatkan ketelitian *point cloud* yang sesuai standar hasil.
  - h) *Airborne GNSS* diikat ke *base station* di darat dengan jarak yang cukup untuk menghasilkan ketelitian *point cloud* yang sesuai standar hasil.
- 6) Pengolahan Data
- a) Pembuatan *point cloud* dengan format LAS yang dibentuk per jalur pada setiap misi
  - b) *Strip adjustment* meminimalisir perbedaan elevasi antar jalur untuk memperoleh *point cloud* di seluruh area secara *seamless*.
  - c) Klasifikasi *point cloud* merupakan proses untuk mendapatkan kelas per *point* lidar batimetri sesuai dengan informasi semantik *point* tersebut.
  - d) Proses klasifikasi (pengolahan *waveform* lidar batimetri) minimal menghasilkan *point cloud* yang terdiri dari kelas *ground*, *non-ground*, *bathymetric point*, *bathymetric water surface*, dan *low point (noise)*.

Kelas-kelas yang lain dapat digunakan sesuai kebutuhan.

- e) Pembentukan model ketinggian meliputi *DTM*.
  - f) *DTM* dibentuk dari kelas *bathymetric point* dengan menghilangkan *low point (noise)* dan meratakan area permukaan dasar laut.
  - g) Ketelitian lidar batimetri dihitung menggunakan *ICP* di darat dan titik kedalaman di laut.
- 7) Penyediaan Titik Uji
- a) Titik Uji terdiri dari:
    - i. Titik uji independen (*Independent Check Point/ICP*) di darat; dan
    - ii. Titik uji kedalaman di laut.
  - b) Titik Uji (*Independent Check Point/ICP*) wajib digunakan untuk menguji kualitas geometris hasil pekerjaan.
  - c) Objek yang digunakan sebagai *ICP* merupakan objek di suatu permukaan keras, rata dan mendatar serta tidak terhalang oleh vegetasi.
  - d) *ICP* diukur dan diolah menggunakan metode pengukuran dan pengolahan data *GNSS* untuk menghasilkan ketelitian sesuai standar hasil.
  - e) Titik uji kedalaman di laut diukur dan diolah menggunakan hasil akuisisi lajur silang pada wilayah yang bertampalan dengan lajur survei utama untuk menghasilkan ketelitian sesuai standar hasil.
- f. DG Dasar Hasil Survei Batimetri Menggunakan Sensor Lidar
- DG Dasar Hasil Survei Batimetri Menggunakan Sensor Lidar berupa:
- 1) Keluaran utama berupa:
    - a) Koordinat *GCP* dari hasil pengukuran *GNSS* (apabila digunakan);
    - b) Koordinat *ICP* dari hasil pengukuran *GNSS*;
    - c) Data ketinggian/kedalaman dari lidar/*point cloud*;
    - d) Citra tegak resolusi tinggi dari lidar/*intensity image*; dan
    - e) *DTM*.

- 2) Spesifikasi DG Dasar yang dipersyaratkan untuk masing-masing keluaran.

## 8. Prosedur Standar *Satellite Derived Bathymetry (SDB)*

### a. Ruang Lingkup

Standar ini menetapkan prosedur standar pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar menggunakan pemodelan batimetri berbasis citra penginderaan jauh multispectral (*Satellite Derived Bathymetry/SDB*). Ruang lingkup pembahasan meliputi pemanfaatan teknologi penginderaan jauh sensor optis dengan pendekatan model empiris, yaitu dengan mengkorelasikan data kedalaman air dan nilai radiansi band spektral pada citra satelit. Selain itu, dalam standar ini diatur mengenai persyaratan peralatan, standar pelaksanaan pengumpulan DG Dasar, dan hasil pekerjaan. Standar ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengumpulan data geospasial dasar untuk pembuatan peta dasar untuk menghasilkan data model batimetri yang dapat dipertanggungjawabkan sesuai dengan kebutuhan dan penggunaan. Pengumpulan DG Dasar menggunakan metode *Satellite Derived Bathymetry* pada wahana air direkomendasikan untuk area pengumpulan data wilayah pantai dengan luas kecil-menengah pada wilayah perairan jernih sebagai alternatif penyediaan data batimetri pada perairan dangkal sebagai sumber data peta dasar maupun survei *reconnaissance*.

### b. Acuan Normatif

- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 11 Tahun 2018 tentang Tata Cara Penyelenggaraan Kegiatan Penginderaan Jauh.
- 2) Instruksi Presiden Nomor 6 Tahun 2012 tentang Penyediaan, Penggunaan, Pengendalian Kualitas, Pengolahan dan Distribusi Data Satelit Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi.
- 3) Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 2 Tahun 2020 tentang Manajemen Kualitas Informasi Geospasial pada Badan Informasi Geospasial.
- 4) *IHO Standards for Hydrographic Surveys 6th edition*, 2020

c. Istilah dan Definisi

- 1) Satelit adalah wahana antariksa yang beredar mengelilingi bumi berfungsi sebagai sarana perolehan data primer dalam kegiatan penginderaan jauh.
- 2) Sensor adalah bagian dari sistem Penginderaan Jauh bumi berbasis antariksa, yang merekam gelombang elektromagnetik dari semua rentang spektral atau bidang gravimetrik, dan terdiri atas sensor pasif dan sensor aktif.
- 3) Atmosfer adalah lapisan udara yang terdiri atas campuran berbagai gas dan partikel yang menyelimuti bumi
- 4) Citra Satelit adalah gambar yang dihasilkan dari kegiatan penginderaan permukaan bumi menggunakan sensor yang dipasang pada Satelit.
- 5) Koreksi Geometris adalah proses untuk memperbaiki posisi/koordinat data sehingga sesuai dengan posisi di permukaan bumi.
- 6) Koreksi Radiometrik adalah proses untuk memperbaiki nilai intensitas pada data yang diakibatkan oleh efek sudut dan posisi matahari saat pencitraan, topografi permukaan bumi, kondisi atmosfer, dan atau sensor.
- 7) Data raster adalah data geospasial berupa matriks dalam bentuk baris dan kolom (grid) yang menampilkan informasi dan dihasilkan dari penginderaan jauh.
- 8) Data *training* adalah bagian dataset untuk membuat prediksi atau menjalankan fungsi dari sebuah algoritma SDB, berupa data hasil pengukuran kedalaman laut.
- 9) Data *testing* adalah bagian dataset untuk menguji performa algoritma yang digunakan untuk SDB, berupa data hasil pengukuran kedalaman laut.

d. Standar Peralatan dan Sumber Data

Peralatan utama yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan ini adalah sebagaimana dimaksud pada Tabel 33.

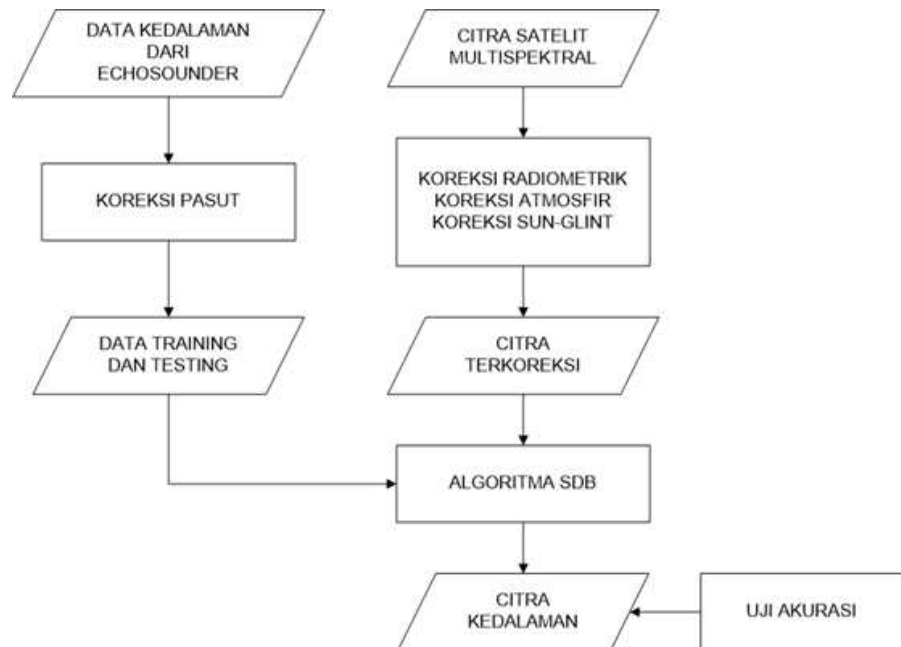
Tabel 33. Kebutuhan Peralatan Utama

No	Peralatan dan Sumber Data	Spesifikasi Peralatan dan Sumber Data
1.	Citra Satelit Tegak (Resolusi Tinggi/ Menengah)	data raster berupa gambar yang dihasilkan dari kegiatan penginderaan permukaan bumi menggunakan sensor yang dipasang pada Satelit
2.	Data kedalaman	data kedalaman dasar laut hasil pengukuran kedalaman dengan survei batimetri
3.	Perangkat lunak pengolahan citra satelit	memiliki kemampuan melakukan proses koreksi atmosfer/radiometrik, koreksi geometris, koreksi kolom air dan pengolahan data citra satelit optis
4.	Perangkat lunak pengolahan data Sistem Informasi Geografis	memiliki kemampuan melakukan proses pengolahan dan analisis spasial data vektor maupun raster

e. Pengumpulan Data Geospasial Dasar

1) Umum

Prosedur umum untuk ekstraksi data batimetri menggunakan pendekatan *SDB* ditunjukkan dengan gambar berikut.



Gambar 5. Alur umum untuk ekstraksi data batimetri menggunakan algoritma *SDB* secara empirik

Ekstraksi data batimetri menggunakan pendekatan *SDB* hanya ditujukan untuk perairan dangkal karena terdapat limitasi kedalaman yaitu

- Perairan jernih (*clear waters*), 25-35 m
- Perairan dengan kekeruhan sedang (*moderate turbid waters*), 10-25 m
- Perairan dengan kekeruhan tinggi (*turbid waters*), 5-10 m
- Perairan dengan kekeruhan sangat tinggi (*very turbid waters*), 0-5 m

2) Pemrosesan Awal

a) Koreksi Radiometrik

Koreksi radiometrik dilakukan untuk mengkalibrasi nilai piksel dan atau mengoreksi kesalahan pada pixel. Proses tersebut meningkatkan interpretabilitas dan kualitas data penginderaan jauh. Koreksi radiometrik, secara garis besar mencakup tiga langkah utama, yaitu:

- i. Konversi nilai *digital number* menjadi *spectral radiance at the sensor*. Proses ini membutuhkan informasi *gain* dan *bias* yang diperoleh dari sensor dan terdapat dalam metadata setiap band.
- ii. Konversi *spectral radiance* menjadi *apparent reflectance at the top of atmosphere*. Proses ini memerlukan informasi mengenai sudut datang sinar matahari pada saat perekaman citra.
- iii. Koreksi atmosfer digunakan untuk - menghilangkan efek yang ditimbulkan oleh proses penyerapan dan hamburan (*absorption and scattering*) ketika sinar elektromagnetik dari sensor melewati atmosfer. Secara garis besar ada tiga kategori:
  - (a) Menghilangkan efek *path radiance (scatter)*, misalnya metode *dark pixel subtraction*, *regression*, *covariance matrix* dan *regression intersection*.
  - (b) Kalibrasi langsung menggunakan reflektan yang diperoleh dari lapangan; membutuhkan pengukuran nilai reflektan dari lapangan menggunakan spectral radiometer.
  - (c) Model atmosfer; metode ini menggabungkan penyerapan dan hamburan oleh atmosfer. Metode yang dapat digunakan diantaranya 6S (*Second Simulation of the Satellite Signal in the Solar Spectrum*), MODTRAN (*Moderate-Resolution Atmospheric Transmittance and Radiance Code*), FLAASH (*Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Hypercubes*), dan ATCOR.
- b) Koreksi *Sun-glint*

Jika citra multispektral yang akan digunakan memiliki *noise* yang diakibatkan oleh efek *sun-glint*,



maka perlu dilakukan koreksi *sun-glint*. *Sun-glint* terjadi dalam citra ketika orientasi permukaan air sedemikian rupa sehingga matahari dipantulkan langsung ke sensor, dan merupakan fungsi dari keadaan permukaan laut, posisi matahari dan sudut pandang. Beberapa metode untuk koreksi *sun-glint* diantaranya:

- i. Hadley et al. (2005) “*Simple and robust removal of sun glint for mapping shallow-water benthos*”

$$R'_i = R_i - b_i(R_{NIR} - Min_{NIR})$$

$R'_i$  = nilai piksel band i yang telah dikoreksi

$R_i$  = nilai piksel band i

$b_i$  = nilai slope dari persamaan regresi band NIR dan band visible

$R_{NIR}$  = nilai piksel band NIR

$MIN_{NIR}$  = nilai piksel minimum band NIR (tanpa *sun-glint*)

- ii. Lyzenga et al. (2006) “*Multispectral Bathymetry Using a Simple - Physically Based Algorithm*”

$$L_i(VIS)' = L_i(VIS) - r_{ij}[L_j(NIR) - L_j(NIR)']$$

$L_i(VIS)'$  = nilai piksel band i visible yang telah dikoreksi

$L_i(VIS)$  = nilai piksel band i visible

$r_{ij}$  = rasio antara kovarian dan varian band visible dan band NIR

$L_j(NIR)$  = nilai piksel band NIR

$L_j(NIR)'$  = nilai rata-rata piksel band NIR

### 3) Estimasi Kedalaman

Terdapat beberapa metode yang umum digunakan untuk ekstraksi kedalaman secara empiris diantaranya adalah

- Multiple Linear Regressions (MLR);*
- Random Forest;*
- Support Vector Machine (SVM);*
- Semi-parametric regression using spatial coordinates (GAM); atau*

e. *Geographical Weight Regression.*

4) Validasi

Validasi model batimetri dimaksudkan untuk menguji kualitas ketelitian model dengan data kedalaman yang diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan (data in situ). Terdapat 4 (empat) pendekatan yang umum digunakan untuk melakukan validasi, diantaranya adalah:

a. *Root mean square error (RMSE)*

*RMSE* dapat dihitung dengan membandingkan nilai kedalaman model dengan nilai kedalaman hasil pengamatan melalui persamaan di bawah ini

$$RMSE_{(depth)} = \sum \sqrt{\frac{(Y_i - Y'_i)^2}{N}}$$

di mana  $Y_i$  adalah nilai kedalaman aktual hasil pengamatan,  $Y'_i$  adalah nilai kedalaman yang diperoleh dari metode *SDB*, dan  $N$  adalah jumlah populasi data.

b. *Mean average error (MAE)*

Berbeda dengan *RMSE*, *MAE* memberikan bobot yang sama untuk setiap kesalahan, sehingga lebih mencerminkan penilaian kualitas yang lebih objektif untuk sampel data yang bersifat kontinyu. Persamaan *MAE* adalah sebagai berikut

- c.  $MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \hat{x}_i|$  statistik yang merepresentasikan proporsi variansi sebuah variabel terikat yang dapat dijelaskan oleh variabel bebas dalam sebuah persamaan regresi. Nilai  $R^2$  1 atau 100% pada sebuah model menunjukkan bahwa variansi pada data pengukuran seluruhnya dapat dijelaskan oleh model yang dibuat. Semakin besar nilai  $R^2$  maka semakin bagus model yang dihasilkan. Persamaan  $R^2$  adalah sebagai berikut

$$R^2 = 1 - \frac{\text{variansi terjelaskan}}{\text{total variansi}}$$

d. *Total vertical uncertainty (TVU)*

TVU model kedalaman mengacu pada ketentuan IHO SP-44 (2020) untuk menentukan nilai kepastian kedalaman melalui persamaan berikut:

$$TVU = \pm \sqrt{a^2 + (bxd)^2}$$

Dimana:

a adalah faktor kesalahan yang tidak bergantung pada kedalaman, b adalah faktor kesalahan yang bergantung pada kedalaman, dan d adalah nilai kedalaman model batimetri. Koefisien a dan b dapat dilihat pada dokumen IHO SP-44.

- f. DG Dasar Hasil *Satellite Derived Bathymetry (SDB)*
- 1) DG Dasar yang dihasilkan berupa:
    - a) Data kedalaman (citra kedalaman); dan/atau
    - b) *Digital Terrain Model (DTM)*.
  - 2) Spesifikasi DG Dasar yang dipersyaratkan untuk masing-masing keluaran.

Tabel 34. Daftar Keluaran Utama dan Ketentuan yang  
Dipersyaratkan

Keluaran	Ketentuan
Umum	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistem Referensi: SRGI2013</li><li>• Sistem Referensi Tinggi: <i>Geoid</i></li><li>• Ketelitian peta dasar mengikuti SNI 8202</li></ul>
Data Kedalaman Hasil SDB	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ketelitian horizontal citra tegak <math>\leq 2/3</math> x nilai ketelitian peta dasar</li><li>• Akurasi kedalaman secara umum: 0.5 m + faktor dependensi kedalaman</li><li>• Faktor dependensi kedalaman: 10%-20% x kedalaman</li><li>• Faktor dependensi kedalaman bervariasi sesuai dengan kondisi perairan dan dasar laut</li></ul>

9. Prosedur Standar Survei Terestris Garis Pantai

a. Ruang Lingkup

Standar ini menetapkan spesifikasi dan prosedur pengumpulan data geospasial dasar garis pantai metode terestris yang meliputi garis pantai pasang tertinggi, muka laut rata-rata, dan surut terendah.

b. Acuan Normatif

- 1) Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 Tentang Informasi Geospasial sebagaimana telah diubah dengan Undang-Undang Nomor 11 Tahun 2020 Tentang Cipta Kerja
- 2) Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial
- 3) Standar *International Hydrographic Organization (IHO) Special Publication* edisi ke - 6 tahun 2020

c. Istilah dan Definisi

- 1) Garis Pantai adalah garis pertemuan antara daratan dan lautan yang dipengaruhi pasang surut air laut.
- 2) Pasang surut adalah naik turunnya permukaan laut secara periodik akibat interaksi gaya gravitasi antara bulan, matahari, dan bumi.
- 3) Pasang tertinggi adalah saat ketika muka air laut pada kedudukan paling tinggi dalam suatu periode tertentu yang ditetapkan berdasarkan ketentuan *International Hydrographic Organization (IHO)*.
- 4) Surut terendah adalah saat ketika muka air laut pada kedudukan air paling rendah dalam suatu periode tertentu yang ditetapkan berdasarkan ketentuan *International Hydrographic Organization (IHO)*.
- 5) *Mean sea level* yang selanjutnya disingkat *MSL* adalah rata-rata tinggi muka laut berdasarkan pengamatan dalam jangka waktu tertentu.
- 6) Pemeruman adalah kegiatan untuk menentukan kedalaman permukaan dasar laut atau benda di atasnya terhadap permukaan laut.
- 7) Titik kontrol horizontal adalah titik kontrol yang koordinatnya dinyatakan dalam sistem koordinat horizontal yang sifatnya dua dimensi.

- 8) Tinggi muka air laut rata-rata adalah tinggi muka air laut dari hasil rata-rata pengukuran pasang surut laut dalam suatu periode tertentu yang ditetapkan berdasarkan ketentuan dari *International Hydrographic Organization* (IHO).
  - 9) *Geoid* adalah bidang ekuipotensial medan gayaberat bumi yang berimpit dengan muka laut rata-rata global, yang digunakan sebagai bidang acuan untuk penentuan posisi vertikal atau tinggi suatu titik di permukaan bumi.
  - 10) Datum pasut adalah suatu kedudukan permukaan laut tertentu yang dijadikan sebagai bidang referensi ketinggian.
  - 11) *Global Navigation Satellite System (GNSS)* adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
- d. Standar peralatan

Tabel 35. Peralatan Utama dan Spesifikasinya

No	Peralatan	Spesifikasi Peralatan
1.	<i>GNSS receiver</i>	Perangkat penerima sinyal <i>GNSS</i> dengan jenis geodetik
2	Tongkat Penduga	Memiliki ketelitian sampai sentimeter

- e. Pengumpulan DG Dasar
- 1) Perencanaan
    - a) Pembuatan peta kerja yang berisi cakupan area yang akan disurvei dan rencana titik garis pantai yang akan disurvei.
    - b) Penyusunan rencana personil, peralatan, dan jadwal pelaksanaan pekerjaan.
    - c) Penyusunan formulir survei dan *quality control*.
  - 2) Pelaksanaan

Untuk mendapatkan tiga garis pantai diperlukan data model yang merupakan penggabungan dari beberapa sumber data agar diperoleh elevasi darat dan laut sampai batas minimal terjadinya kondisi saat pasang tertinggi dan surut terendah. Salah satu sumber data garis pantai

diperoleh melalui metode terestris (*Shoreline Transect*). Pengukuran garis pantai merupakan penentuan posisi horizontal (x,y) dan vertikal (z) di sepanjang pantai. Pengukuran (*transect*) garis pantai dilakukan dengan menyusuri profil tegak lurus garis pantai dengan ketentuan sebagai berikut:

- a) Titik A merupakan titik awal yang tidak pernah terendam air laut.
- b) Titik B merupakan titik akhir yang selalu terendam air laut.
- c) Jumlah titik pengukuran *shoreline transect* antara A dan B serta jarak antar titik pengukuran sejajar garis pantai dan tegak lurus garis pantai disesuaikan dengan profil garis pantai dan skala output garis pantai.
- d) Selama pengukuran data garis pantai, informasi bentuk pantai, vegetasi, jenis material pantai, dan wilayah yang sulit diakses perlu didokumentasi.



Gambar 6. Ilustrasi metode *shoreline transect* pada garis pantai

Hasil keluaran dari survei garis pantai adalah data hasil *tracking* pengukuran garis pantai (x, y, z) dari datum pasang surut.

### 3) Pemrosesan DG

Pemrosesan yang dilakukan pada data hasil pengukuran adalah melakukan:

1. *filtering* data;
  2. pengolahan data koordinat titik ikat untuk pengukuran titik garis pantai. Koordinat Horizontal dalam sistem koordinat Geografis, nilai elevasi direferensikan pada Elipsoid.
  3. pengolahan data koordinat titik pengukuran sepanjang area survei. Koordinat Horizontal dalam sistem koordinat Geografis, nilai elevasi direferensikan pada Elipsoid.
  4. menghitung ketelitian hasil pengukuran (*HRMS* dan *VRMS*).
  5. mereferensikan nilai elevasi titik hasil survei garis pantai (ellipsoid) ke *Geoid*.
- f. Spesifikasi Teknis DG Dasar

Tabel 36. Spesifikasi Teknis Survei Terestris Garis Pantai

Keluaran	Ketentuan
Umum	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistem Referensi: SRGI2013</li><li>• Sistem Koordinat: Geografis</li><li>• Sistem Referensi Tinggi: <i>Geoid</i></li><li>• Ketelitian peta dasar mengikuti SNI 8202:2019</li></ul>
Koordinat titik shoreline transek	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ketelitian posisi horizontal dan vertikal <math>\leq 0,4 \times</math> nilai ketelitian peta dasar</li></ul>

10. Standar Prosedur Survei Batas Wilayah Administrasi

- a. Ruang Lingkup
- Standar ini menetapkan prosedur pengumpulan DG Dasar dalam survei batas wilayah administrasi secara langsung di lapangan, yang meliputi acuan normatif, spesifikasi peralatan, pelaksanaan survei, spesifikasi DG Dasar hasil pelaksanaan survei batas wilayah administrasi.
- b. Acuan Normatif
- 1) Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 2 Tahun 2020 tentang Manajemen Kualitas Informasi Geospasial pada Badan Informasi Geospasial.

- 2) Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-6724-2002, Jaring Kontrol Horizontal.
- 3) Standar Nasional Indonesia (SNI) 8202:2019, Ketelitian Peta Dasar.
- c. Istilah dan Definisi
  - 1) SRGI adalah sistem referensi koordinat yang digunakan secara nasional dan konsisten untuk seluruh wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia serta kompatibel dengan sistem referensi geospasial global.
  - 2) *Continuously Operating Reference Station* yang selanjutnya disingkat *CORS* adalah titik kontrol geodesi dimana dilakukan pengamatan posisi secara kontinu menggunakan peralatan penerima *GNSS* tipe geodetik.
  - 3) *DOP* (*Dilution of Precision*) adalah bilangan yang umum digunakan untuk merefleksikan kekuatan geometri dari konstelasi satelit, dimana nilai *DOP* yang kecil menunjukkan geometri satelit yang kuat (baik), dan nilai *DOP* yang besar menunjukkan geometri satelit yang lemah (buruk)
- d. Peralatan

Peralatan utama yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan ini adalah sebagaimana dimaksud pada Tabel 36.

Tabel 36. Kebutuhan Peralatan

No	Jenis Peralatan	Spesifikasi Teknis
1	<i>GNSS Receiver</i>	Perangkat penerima sinyal <i>GNSS</i> dengan jenis geodetik
2	Navigation Receiver	Perangkat penerima sinyal <i>GPS</i> dengan jenis navigasi
3	Perangkat lunak pengolah data <i>GNSS</i>	Perangkat lunak yang mampu mengolah data mentah hasil pengukuran <i>GNSS</i> menjadi koordinat fix suatu titik ukur

- e. Pelaksanaan Survei
  - 1) Pengukuran Pilar Batas
    - a) Pengukuran pilar batas administrasi menggunakan teknologi Pengamatan *GNSS*.



- b) Pengukuran pilar batas harus terikat pada Jaring Kontrol Geodesi, antara lain CORS atau titik kontrol geodesi yang lainnya.
- c) Pengukuran pilar batas dapat dilakukan secara *real time kinematik* yaitu:
  - i. Pengamatan GNSS dengan menggunakan GNSS receiver sebagai rover pada titik pilar dan CORS sebagai base dengan koneksi internet;
  - ii. Pengamatan GNSS dengan menggunakan GNSS receiver GNSS sebagai rover pada titik pilar dan GNSS receiver sebagai base pada titik kontrol geodesi dengan koneksi gelombang radio.
- 2) Pengukuran pilar batas juga dapat dilakukan secara *statik*, yaitu:
  - a) Pengamatan GNSS dengan menggunakan GNSS receiver sebagai rover pada titik pilar dan CORS sebagai base dengan perangkat lunak pengolah data GNSS.
  - b) Pengamatan GNSS dengan menggunakan GNSS receiver sebagai rover pada titik pilar dan GNSS receiver sebagai base pada titik kontrol geodesi dengan perangkat lunak pengolah data GNSS.
- 3) Pelacakan Batas di Lapangan
  - a) Pelacakan batas di lapangan dilakukan dengan melakukan pengamatan GNSS pada titik yang menjadi batas wilayah administrasi.
  - b) Pengamatan GNSS menggunakan GNSS receiver wajib terikat pada Jaring Kontrol Geodesi dengan ketentuan sebagaimana diatur pada huruf a) Pengukuran Pilar Batas.
  - c) Pelacakan batas di lapangan juga dapat dilakukan dengan Pengamatan GPS menggunakan receiver GPS tipe navigasi sebagai data pendukung pada tahap pemrosesan DG bersama DG Dasar yang lain.
- f. DG Dasar Hasil Survei Batas Wilayah Administrasi  
Keluaran dan ketentuan yang dipersyaratkan sebagaimana dimaksud pada Tabel 38.

Tabel 38. Daftar Keluaran Utama dan Ketentuan yang  
Dipersyaratkan

Keluaran	Ketentuan
Umum	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sistem Referensi: SRGI 2013</li></ul>
Pengukuran Pilar Batas Administrasi	<ul style="list-style-type: none"><li>• interval perekaman data 1 detik</li><li>• <math>DOP \leq 5</math></li><li>• Format data RINEX</li></ul>
Pelacakan Batas Administrasi di Lapangan menggunakan GNSS receiver	<ul style="list-style-type: none"><li>• interval perekaman data 1 detik</li><li>• <math>DOP \leq 5</math></li><li>• Format data RINEX</li></ul>
Pelacakan Batas Administrasi di Lapangan menggunakan GPS Navigasi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Data berupa titik (<i>waypoint/placemark</i>) dan garis (<i>tracking/streaming</i>)</li><li>• Interval perekaman data 1 detik</li><li>• Format data GPX, KML, KMZ</li></ul>

11. Standar Prosedur Survei Batas Negara

a. Ruang Lingkup

Dokumen ini mengatur standar prosedur pengumpulan DG Dasar untuk pembuatan Peta Dasar unsur batas negara menggunakan metode survei batas negara meliputi survei *Common Border Datum Reference Frame (CBDRF)* Republik Indonesia (RI) - Malaysia, survei demarkasi batas negara RI-Papua New Guinea (PNG) dan survei demarkasi batas negara RI - *Democratic Republic of Timor Leste* (RDTL). Standar ini terdiri dari spesifikasi peralatan, pelaksanaan survei, dan spesifikasi teknis DG Dasar dalam pelaksanaan survei batas negara. Beberapa kaidah dalam survei batas negara adalah menggunakan *the best available* teknologi yang tersedia, mengutamakan kepentingan negara serta mengacu pada ketentuan yang disepakati bersama dengan negara tetangga. Survei batas Negara direkomendasikan hanya untuk dilaksanakan dalam rangka proses penyelesaian demarkasi di salah satu batas negara saja, sehingga *Standard Operating Procedures (SOP)* yang telah disepakati oleh kedua negara pada

segmen tertentu tidak berlaku untuk batas negara di wilayah lainnya.

b. Acuan Normatif

- 1) Peraturan Badan Informasi Geospasial Nomor 2 Tahun 2020 tentang Manajemen Kualitas Informasi Geospasial pada Badan Informasi Geospasial.
- 2) *Standard Operating Procedures* densifikasi yang disepakati Indonesia dan Papua Nugini
- 3) *Terms of Reference for the Establishment for Common Border Datum Reference Frame (CBDRF) Between Malaysia and Indonesia*
- 4) *Standard Operating Procedures for the Densification of the CBDRF Between Malaysia (Sabah and Sarawak) and Indonesia (Kalimantan Timur and Kalimantan Barat)*
- 5) *Terms of Reference for Border Demarcation and Marker Maintenance* yang disepakati oleh Indonesia dan RDTL

c. Istilah dan Definisi

- 1) *Global Navigation Satellite System* yang selanjutnya disingkat *GNSS* adalah sistem penentuan posisi global berbasis pengamatan multi satelit navigasi.
- 2) Kalibrasi *GNSS* adalah metode pengujian, pengukuran dan verifikasi *GNSS Receiver* untuk mendapatkan kepastian *precise positioning* sesuai dengan standar ISO 17123-8.
- 3) *Common Border Datum Reference Frame* yang selanjutnya disingkat *CBDRF* adalah titik kontrol geodesi yang disepakati bersama untuk digunakan sebagai acuan bersama dengan negara tetangga dalam pengukuran pilar batas negara.

d. Standar Peralatan

Peralatan utama yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan survei batas negara sesuai Tabel 39 dan harus dilakukan kalibrasi *GNSS* terlebih dahulu sebelum digunakan.

Tabel 39. Kebutuhan Peralatan Utama

No	Jenis Peralatan	Keterangan
1	GNSS Receiver	1. Tipe geodetik. 2. Minimal menggunakan <i>dual frequency receiver</i> . 3. Mampu melakukan pengamatan ke beberapa satelit navigasi.
2	Navigation Receiver	Perangkat penerima sinyal <i>GPS</i> dengan jenis navigasi
3	Perangkat lunak pengolah data GNSS	Perangkat lunak yang mampu mengolah data mentah hasil pengukuran <i>GNSS</i> menjadi koordinat fix suatu titik ukur.
4	Elektronik Total Station (ETS)	Merupakan alat ukur sudut digital yang terintegrasi dengan pengukur jarak elektronik untuk membaca jarak dan sudut ke suatu titik tertentu.

- e. Pelaksanaan Survei Batas Negara
  - 1) Umum
    - a) Penentuan posisi dalam Data Geospasial dasar mengacu pada Sistem Referensi yang telah disepakati kedua negara.
    - b) Melakukan inspeksi pada setiap prosedur dan hasil yang didapatkan untuk memastikan bahwa keluaran yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi yang dipersyaratkan.
    - c) Dilakukan dengan menerapkan manajemen kualitas sehingga proses dan hasil pekerjaan sesuai dengan prosedur operasional standar yang dipersyaratkan.
    - d) Perbaikan yang diperlukan dilakukan selama proses pekerjaan berdasarkan hasil kontrol kualitas data.
    - e) Pengujian hasil pekerjaan dilakukan berdasarkan produk yang dihasilkan dan didokumentasikan oleh Ketua Tim Survei.
    - f) Hasil pekerjaan harus memenuhi persyaratan
      - i. Kelengkapan kuantitas
      - ii. Penggunaan sistem referensi koordinat yang telah disepakati kedua negara

- iii. Spesifikasi teknis yang disepakati kedua negara
- iv. Format data GNSS sesuai yang disepakati kedua negara
- v. Ketelitian geometris mengacu kepada SOP Densifikasi yang telah menjadi kesepakatan dua negara.

2) Pelaksanaan Survei

Pelaksanaan survei batas negara menggunakan pengamatan GNSS metode *static relative point positioning* pada pilar CBDRF dan/atau pilar batas negara dilakukan dengan spesifikasi teknis sebagaimana tercantum pada tabel 40.

Tabel 40. Standar Pengukuran Survei Batas Negara

No	Item	Standar
1	Observasi	<i>Carrier Phase</i> (L1 and L2)
2	Jumlah Satelit	Min. 5
3	Nilai PDOP	$\leq 7$
4	<i>Mask Angle</i>	15 derajat
5	Interval perekaman	15 detik
6	Lama Pengamatan	Min. 6 jam
7	Tipe Antena	Geodetic L1/L2 with ground plane
8	Tinggi Antena	Nearest mm (Pada awal dan akhir pengukuran)
9	<i>Centering</i> Antena	Tepat pada tanda
10	Atmosfer	<i>Default</i>
11	Kontrol Kualitas	<ul style="list-style-type: none"><li>• Multipath</li><li>• Tinggi antena diukur sesuai prosedur</li><li>• Positive mark occupation</li><li>• Pengisian log sheet</li><li>• Orientasi antena menghadap utara</li></ul>

No	Item	Standar
12	Okupasi	Min dua kali pada sesi yang berbeda

3) Pengolahan Data Hasil Survei

Pemrosesan data hasil survei *GNSS* pada pilar *CBDRF* atau pilar batas negara dilakukan dengan cara mengkonversi *raw data* ke dalam format *RINEX* yang digunakan untuk pertukaran data dan dapat dibaca oleh berbagai perangkat lunak pengolah data *GNSS*. Data format *RINEX* terdiri dari data observasi, navigasi dan meteorologi.

f. DG Dasar Hasil Survei Batas Negara

DG Dasar hasil survei batas negara menggunakan metode pengamatan *GNSS* pada pilar *CBDRF* dan/atau pilar batas negara adalah berupa data *GNSS* dengan spesifikasi sebagai berikut:

- 1) Interval data 30 detik.
- 2) Tersimpan dalam file dengan format *RINEX*.

- 3) Format Penamaan File: contoh R16P20571.20n
- R16 = No alat
  - P2 = No patok
  - 057 = julian day
  - 1 = session 1
  - 20 = tahun pengamatan
  - n = navigasi

KEPALA BADAN INFORMASI GEOSPASIAL  
REPUBLIK INDONESIA,

ttd.

MUH ARIS MARFAI