

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan suatu ekosistem unik di perairan tropis dengan tingkat kesuburan, keanekaragaman biota, dan nilai estetika yang tinggi dan termasuk salah satu yang paling peka terhadap perubahan kualitas lingkungan. Tetapi terumbu karang juga dapat mempengaruhi terhadap jalur keselamatan navigasi pelayaran. Sejak kapal James Cook kandas di endeavour sekitar terumbu karang, Jalur pelayaran umumnya menghindari terumbu karang. Kehidupan terumbu karang umumnya menempati di perairan dangkal jalur pelayaran sering berjalan paralel dengan sistem terumbu, kadang harus melewati celah pada terumbu karang untuk mencapai lautan terbuka. Banyak tempat pengembangan dan pemeliharaan infrastruktur jalur pelayaran yang sangat diperlukan kapal-kapal kargo untuk mengurangi kerusakan habitat dalam laut (Kritzer dkk, 2002).

Terumbu karang didefinisikan sebagai sebuah ekosistem kompleks sebagai hasil penyusunan dari biota penghasil kapur (terutama karang) bersama biota lain yang hidup di dasar maupun kolom perairan. Pada sumber lainnya dijelaskan terumbu karang terbentuk dari endapan-endapan masif kalsium karbonat (CaCO_3) yang di hasilkan oleh organisme karang pembentuk terumbu (karang hermatipik) dari Filum Cnidaria, Ordo Scleractinia yang hidup bersimbiosis dengan zooxantellae, dan sedikit tambahan dari alga berkapur serta organisme lain yang menyekresi kalsium karbonat (3). Beberapa fungsi dan manfaat dari ekosistem terumbu karang di antaranya: (1) sebagai pelindung alami pantai dari hempasan ombak (2) sebagai tempat tinggal, berlindung dan pemijahan ikan dan biota laut lainnya (3) sebagai lokasi wisata alam bawah air (4) dapat digunakan untuk mendukung kegiatan penelitian terutama untuk identifikasi dan monitoring (Purwanto dkk, 2018).

Survei hidrografi secara umum, merupakan serangkaian aktivitas pengamatan atau pengukuran yang dilakukan di wilayah perairan untuk memperoleh gambaran tiga dimensi (kedalaman) mengenai unsur-unsur spasial permukaan dasar lautnya (termasuk sungai, danau, dan lain sejenisnya). Pada survei melibatkan sejumlah aktivitas yang mencakup: [1] survei titik-titik kontrol geodesi; [2] pengamatan

pasang-surut; [3] survei investigasi ; [4] penentuan posisi tiga dimensi/batimetri (berdasarkan datum/referensi vertikal dan horizontal tertentu); [5] pengukuran arus; [6] pengambilan sampel sedimen (*sub-bottom profiler*); dan [7] pengukuran detail situasi di sekitar garis pantainya. Survei batimetri hanya fokus pada informasi kedalaman atau profil permukaan dasar lautnya (Prahasta, 2016).

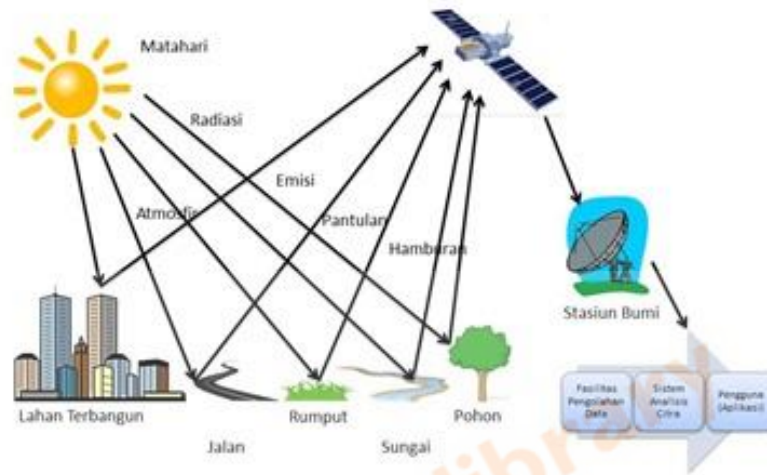
2.2 Citra Satelit Sentinel-2A

Sentinel-2 terdiri dari dua satelit konstelasi, yaitu Sentinel-2A dan Sentinel-2B yang disebut citra satelit resolusi menengah. Citra Satelit Sentinel-2A bertujuan untuk mengetahui variabilitas dalam kondisi permukaan tanah, dan lebar petak yang lebar (290 km) dan waktu kunjungan kembali yang tinggi (sepuluh hari di khatulistiwa dengan satu satelit, dan lima hari dengan dua satelit di bawah kondisi bebas awan yang menghasilkan 2-3 hari di pertengahan garis lintang) akan mendukung pemantauan perubahan permukaan bumi. Sentinel-2A terdiri dari konstelasi (susunan) dua satelit yang mengorbit dari kutub yang ditempatkan dalam orbit sinkron matahari yang sama, secara bertahap 180° satu sama lain. Batas cakupan berasal dari antara garis lintang 56° selatan dan 84° utara. Pemisahan spektral dari masing-masing *band* menjadi panjang gelombang individu dilakukan dengan filter garis yang dipasang di atas detektor (Essa Sentinel Online, 2020). Hasil data Sentinel-2A L1C terdiri dari 13 *band* spektral dengan rincian sebagai berikut:

- Resolusi spasial 10 m sebanyak 4 *band* (B2, B3, B4, B8)
- Resolusi spasial 20 m sebanyak 6 *band* (B5, B6, B7, B8A, B11, B12)
- Resolusi spasial 60 m sebanyak 3 *band* (B1, B9, B10)

Dua Satelit Sentinel-2A yang terdiri dari Sentinel-2A dan Sentinel-2B akan beroperasi secara simultan pada orbit *sun-synchronous* di ketinggian rata-rata 786 km. Posisi masing-masing Satelit Sentinel-2A di orbitnya akan diukur dengan Navigasi Global Frekuensi ganda Penerima Sistem Satelit (GNSS). Akurasi orbit akan dijaga dengan dedikasi sistem propulsi sistem satelit Sentinel-2 yang sedang dikembangkan oleh sebuah konsorsium industri yang dipimpin oleh Astrium GmbH (Jerman). Astrium SAS (Prancis) bertanggung jawab atas Multi Spectral Instrumen (MSI) (ESA, 2015).

Masing-masing satelit Sentinel-2A memiliki berat sekitar 1,2 ton. Keduanya telah diluncurkan dengan VEGA *launcher* Eropa. Umur satelit adalah 7,25 tahun, yang mencakup fase *commissioning* tiga bulan di orbit. Baterai dan propelan telah disediakan untuk mengakomodasi 12 tahun operasi, termasuk manuver pengorbitasi akhir masa hidup (Sentinel Online, 2020).



Sumber : GISPEDIA, (2015)

Gambar 2. 1 Pengambilan Data Citra Satelit

2.2.1 Sentinel-2A Captures Coral Bleaching of Great Barrier Reef

Karang di Great Barrier Reef sekarang mengalami peristiwa pemutihan pada setiap tahun. Keadaan karang yang memutih bisa bertahan hingga enam minggu. Karang mungkin pulih, atau mati dan ditutupi oleh ganggang, dalam kedua kasus menjadi gelap lagi, membuat mereka sulit untuk dibedakan dari karang sehat dalam citra satelit. Pola semacam itu membutuhkan pemantauan yang sistematis dan sering untuk mengidentifikasi peristiwa pemutihan karang dari ruang angkasa secara aktual. Dengan kedua satelit Sentinel-2 sekarang berada di orbit, misi tersebut dapat berkontribusi secara signifikan pada peningkatan pemahaman tentang tekanan pada terumbu karang pada skala global. Untuk penginderaan jauh terumbu karang; kombinasi dari peninjauan kembali yang sering dan resolusi spasial memungkinkan kita untuk melihat hal-hal yang benar-benar baru tetapi tantangannya adalah bagaimana untuk menghasilkan perangkat lunak yang dapat

memetakan atau mengukurnya. Untuk mencapai tujuan ini, satu set perangkat lunak khusus untuk aplikasi terumbu karang sedang dibuat oleh proyek Sen2Coral ESA dan diharapkan akan tersedia di kotak alat SNAP *open-source* pada akhir tahun (Sentinel Online, 2020)

2.2.2 Visualisasi Citra Satelit

Visualisasi meliputi sekumpulan algoritma yang didasari pemasukan contoh objek (berupa nilai spektral) oleh operator. Contoh ini disebut sampel dan lokasi geografis kelompok piksel sampel ini disebut sebagai daerah contoh (*training area*). Sebelum sampel diambil operator, analis atau pengguna harus mempersiapkan sistem klasifikasi yang akan diterapkan seperti halnya klasifikasi manual. Dua hal penting yang harus dipertimbangkan dalam klasifikasi ialah sistem klasifikasi dan kriteria sampel. Pengambilan sampel secara digital oleh analis pada dasarnya merupakan cara *software* untuk mengenali objek berdasarkan kecenderungan spektralnya (Projo, 2012).

2.2.3 Nilai Piksel Citra Satelit

Citra satelit penginderaan jauh umumnya disimpan dalam bentuk digital. Untuk pengolahan data digital perlu dipahami terlebih dahulu yang dimaksud citra digital. Citra digital adalah gambar dua dimensi yang bisa ditampilkan pada layar komputer sebagai himpunan/diskrit nilai digital yang disebut piksel atau *picture elements*. Ukuran piksel terhadap luasan yang diwakili di permukaan lahan yang diamati disebut dengan istilah resolusi spasial sebagai misal citra satelit Sentinel memiliki resolusi spasial 10 m x 10 m per piksel.

Tiap piksel pada citra memiliki nilai digital sesuai tingkat kecerahan atau *grey level*, sebagai contoh pada Gambar 2-1 dijelaskan citra digital yang memiliki nilai digital 1 hingga 5 sehingga bisa dituliskan matriks berisi nilai piksel dengan koordinat kolom baris seperti di sebelahnya. Citra satelit penginderaan jauh umumnya memiliki 256 tingkat kecerahan atau sering disebut memiliki resolusi radiometrik 8 bits (28, 56). Contoh citra satelit penginderaan jauh 8 bits adalah Landsat TM, SPOT, Ikonos, sedang citra NOAA AVHRR memiliki resolusi radiometrik 10 Bits, LANDSAT OLI dan Sentinel-2 MSI 12 Bits, dan Sentinel-1, JERS SAR 16 Bits (Kushardono,2017).

2.3 Jalur Navigasi Pelayaran

Pada jalur navigasi pelayaran alur pelayaran sangat diperlukan bagi kapal-kapal yang sedang berlalu-lintas di laut. Oleh sebab itu, setiap kapal wajib berlayar di alur pelayaran yang telah ditentukan agar menjaga kelestarian alam bawah laut. Sehingga penataan dan pengaturan ruang mutlak diperlukan. Pada kejadian ini kapal harus mengantisipasi potensi kecelakaan kapal seperti halnya tubrukan atau kandas. Sesuai dengan PM 129 Tahun 2016 Tentang Alur Pelayaran di Laut tersebut alur pelayaran terbagi menjadi dua, yaitu: [1] alur pelayaran laut (yang terdiri dari alur pelayaran umum dan perlintasan, dan alur pelayaran masuk pelabuhan), dan [2] alur pelayaran sungai dan danau (yang terdiri dari alur pelayaran sungai dan alur pelayaran danau) (Prahasta, 2016). Dalam perkembangan jaman untuk jalur navigasi pelayaran berbentuk elektronik, yaitu Electronic Navigational Chart (ENC) dan untuk mempermudah nahkoda melakukan perjalanannya.

2.3.1 Electronic Navigational Chart (ENC)

ENC merupakan peta digital yang digunakan untuk navigasi pada kapal yang dibuat sesuai dengan standar Spesifikasi Produk ENC IHO S-57 yang menyimpan seluruh objek-objek yang relevan yang telah dipetakan untuk keperluan keselamatan navigasi pelayaran, seperti: garis pantai, kedalaman, SBNP, dan lain-lain (IHO, 2012). Kebutuhan keselamatan navigasi kapal diikuti dengan perkembangan peta laut. Perkembangan teknologi saat ini memungkinkan untuk bernavigasi menggunakan peta laut modern atau sering disebut Electronic Navigational Chart (ENC). ENC ditampilkan dalam sistem informasi elektronik berupa *Electronic Chart Display and Information System (ECDIS)*. ENC adalah peta vektor resmi berbasis peta elektronik yang sesuai dengan persyaratan konvensi *Safety of Life at Sea (SOLAS)*. ENC berisikan data digital sesuai standar Spesifikasi Produk ENC IHO S-57 yang menyimpan seluruh objek-objek yang relevan yang telah dipetakan untuk keperluan keselamatan navigasi (Bambang, dkk 2018) sedangkan menurut IHO (2010) terdapat beberapa sifat ENC, yaitu:

1. Isi ENC didasarkan pada data survei yang relevan bersumber dari kantor hidrografi atau data yang ditampilkan dalam peta kertas resmi.
2. ENC disusun dan dikodekan sesuai dengan standar internasional yang

ditetapkan oleh IHO.

3. Posisi ENC direferensikan pada Datum World Geodetic System 1984 (WGS84) yang secara langsung *compatible* dengan posisi *Global Navigation Satellite System* (GNSS).
4. ENC hanya dikeluarkan oleh atau atas kewenangan pemerintah, kantor hidrografi resmi atau instansi pemerintah terkait lainnya.
5. ENC secara teratur diperbaharui dengan informasi *update* resmi yang didistribusikan secara digital

Menurut Anwar (2013) pemanfaatan ENC di kapal-kapal sebagai bagian dari sistem navigasi dimaksudkan untuk meningkatkan keselamatan bernavigasi. Penggunaan semua sensor navigasi yang ada di kapal ke dalam satu sistem ENC menjadikan bernavigasi lebih aman dan efisien seperti yang akan dijelaskan seperti berikut:

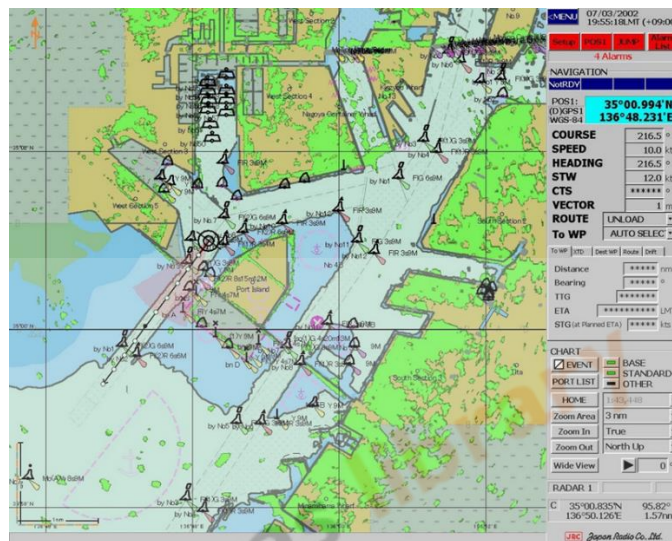
1. Aman.

- a. Dilengkapi tanda bahaya peringatan (alarm) untuk bahaya tabrakan, kandas dan *off track*.
- b. Bernavigasi lebih aman dalam tampak terbatas.
- c. Posisi kapal dapat ditetapkan setiap saat (*real-time positioning*).
- d. Memberikan rasa percaya yang tinggi dalam pengoperasian kapal dan bernavigasi.

2. Efisien.

- a. Tugas untuk perencanaan pelayaran dapat dilaksanakan lebih cepat dan mudah.
- b. Penentuan rute kapal lebih optimal dan dapat disimpan sebagai *file*.
- c. Tidak membutuhkan waktu lama untuk pengecekan objek di peta pada saat pelayaran.
- d. Daerah yang aman untuk dilewati (*safety values*) dapat dipantau oleh sistem sesuai dengan *draft* kapal.
- e. Posisi kapal dapat dipantau secara terus-menerus, meliputi haluan kapal, lalu lintas kapal, dan bahaya pelayaran.
- f. Pembaharuan data jika terdapat perubahan dilakukan secara otomatis.
- g. Posisi kapal di ENC tersaji setiap saat.

- h. Pengambilan keputusan untuk bermanuver dapat dilakukan dalam sesaat.
- i. Tampilan ENC dapat diintegrasikan dengan Radar, AIS, Gyro *Navtext*, *speed log*, *autopilot*, *echosounder*, dan lain sebagainya. Sebagai contoh dapat dilihat pada Gambar 2.2
- j. Selain di kapal, ECDIS juga dapat digunakan oleh *Vessel Traffic Service* di pelabuhan atau sistem *surveillance* di darat, laut maupun udara.



Sumber : (Anwar, 2013)

Gambar 2.2 Overlay Dengan Radar, AIS, dan Sistem Sensor Lainnya

2.3.2 Simbolisasi ENC

Simbolisasi dilakukan berdasarkan beberapa kriteria, yaitu :

1. Harus sesuai dalam bentuk dan ukuran secara umum seperti yang terdapat pada IHO
2. Harus jelas dan tajam sehingga informasi yang disampaikan dapat diterima pengguna.
3. Harus sesuai dengan ketentuan IHO untuk menghindari ambiguitas ketika mengartikan objek satu dengan yang lainnya dari ECDIS.
4. Harus menggunakan warna sebagaimana yang telah ditentukan dalam S-52.
5. Harus sesuai dengan ketentuan yang telah dijelaskan dalam S-52.
6. Harus sesuai dengan prioritas yang ditonjolkan pada layar dalam tingkat kepentingan untuk keselamatan navigasi yang dibangun oleh Presentation Library (Pushidrosal, 2019). Contoh ENC dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Sumber : Hdc.PUSHIDROSAL 2020

Gambar 2. 3 Electronic Navigational Chart (ENC)

Adapun keterangan simbol yang terdapat pada Gambar 2.3 pada Tabel 2.1 :

Tabel 2. 1 Simbol Electronic Navigational Chart (ENC)

	Wilayah Terlarang		Radius Lampu mercusuar
	Bangkai Kapal		Mercusuar
	Buoy (pelampung)		Area gelombang
	Coral area		Dilarang Menurunkan Jangkar
	Depth area		Jalur pipa
	Land area		

2.4 Investigasi Kedangkalan

Investigasi kedangkalan adalah bagian dari survei hidrografi yang dilakukan untuk keselamatan alur pelayaran. Survei dan pemetaan ini bertujuan untuk mengecek bahaya kedangkalan, pengecekan suar tanda pelayaran, memastikan alur pelayaran aman dilalui oleh kapal khususnya kapal wisata serta menyediakan data hidro-oseanografi terbaru di Perairan Labuan Bajo (Luksa, 2018).

Pesisir pantai sampai saat ini merupakan tempat kosong pada peta kosong dalam investigasi bawah laut dan sejarah navigasi di daerah yang luas hampir tidak dipelajari (Kondrashov, 1995). Salah satu kegiatan survei yang dilakukan Pushidrosal adalah survei investigasi untuk melihat kondisi dasar laut secara jelas, dengan menggunakan *side scan sonar* (SSS), magnetometer, serta penyelam. Kegiatan penyelaman dilakukan untuk merekam kondisi bawah air dengan menggunakan kamera (Saputro dkk, 2015).

Survei investigasi bawah air dilaksanakan dengan materi sebagai berikut yaitu : 1) melakukan investigasi obstruksi bawah air dengan menggunakan *side scan sonar*; 2) melakukan investigasi struktur lapisan atas dasar laut dan keberadaan benda yang berada di bawah dasar laut dengan menggunakan *subbottom profiler*; 3) melakukan investigasi keberadaan benda yang mengandung unsur magnetik di bawah air dengan menggunakan magnetometer; dan 4) melakukan investigasi keberadaan benda di atas dasar laut secara lebih nyata dengan menggunakan ROV/AUV (PUSHIDROSAL, 2019)

2.4.1 Draft Kapal Tongkang 15.000 tons

Kapal tongkang merupakan kapal dengan lambung datar atau berbentuk menyerupai kotak besar yang digunakan untuk mengangkut muatan baik itu material padat, curah, maupun yang bersifat cairan, belakangan ini sering juga digunakan untuk mengangkut peti kemas dalam kaitannya dengan *short sea shipping*. Beberapa jenis kapal tongkang tidak *self propelled* sehingga harus ditarik atau didorong oleh kapal tunda. Untuk muatan yang memerlukan waktu bongkar muat tidak terlalu lama dan berlayar pada kecepatan yang rendah maka akan lebih menguntungkan untuk menggunakan tongkang yang mempunyai penggerak sendiri (Murtadha,2017).

2.4.2 Kedalaman Aman

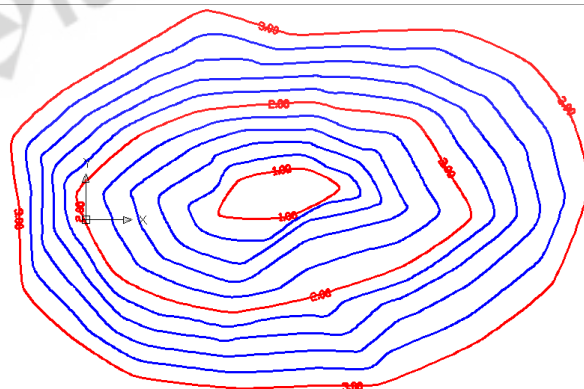
Batas kedalaman aman pada alur pelayaran sudah diatur oleh Pemerintah yaitu menurut PM 129 Tahun 2016 Tentang Alur Pelayaran di Laut dan Bangunan dan/atau Instalansi di Perairan pasal 80 zona aman dan keselamatan aman terdiri dari : a. zona terlarang pada area 500 (lima ratus) meter dihitung dari sisi terluar instalasi atau bangunan; dan b. zona terbatas pada area 1.250 (seribu dua ratus lima

puluh) meter dihitung dari sisi terluar zona terlarang atau 1.750 (seribu tujuh ratus lima puluh) meter dari titik terluar bangunan (Peraturan Menteri Republik Indonesia Nomor 129 Tahun 2016).

2.5 Kontur

Kontur adalah cara untuk memperlihatkan relief (bentuk dan ketinggian) pada peta-peta topografi, dan merupakan cara yang paling teliti untuk memperlihatkan ketinggian, kemiringan dan bentuk permukaan tanah terutama pada peta-peta skala besar. Untuk menggambarkan bentuk relief permukaan bumi secara akurat, dapat ditempuh dengan menggambarkan garis kontur secara rapat, sehingga relief yang kecil dapat digambarkan.

Garis kontur dapat juga didefinisikan sebagai garis pada peta yang menghubungkan titik-titik yang mempunyai ketinggian yang sama. Garis ini sering pula disebut garis *tranches*, garis tinggi, dan garis lengkung horizontal. Misalnya garis kontur +40 m, artinya garis tersebut menghubungkan titik-titik yang mempunyai ketinggian 40 m. Garis-garis kontur dapat dibayangkan sebagai proyeksi garis perpotongan bidang-bidang mendatar dengan permukaan tanah dalam bentuk dan ukuran yang lebih kecil. Pada gambar 2.15 contoh garis kontur pada peta (Umaryono, 1986).



Gambar 2. 4 Garis Kontur

Interval kontur adalah jarak tegak antara dua garis kontur yang berdekatan atau jarak antara dua bidang mendatar yang terdekat. Pada peta topografi umumnya interval kontur dibuat sama. Semakin besar skalanya maka semakin kecil interval kontur. Tabel 2.2 berikut ini adalah contoh interval kontur yang umum digunakan serta disesuaikan skala dan bentuk permukaan tanah (Umaryono,1986).

Tabel 2. 2 Skala dan Interval Kontur

No.	Skala	Interval kontur (m)	Ketelitian Peta RBI					
			Kelas 1		Kelas 2		Kelas 3	
			Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)	Horizontal (CE90 dalam m)	Vertikal (LE90 dalam m)
1.	1:1.000.000	400	200	200	300	300,00	500	500,00
2.	1:500.000	200	100	100	150	150,00	250	250,00
3.	1:250.000	100	50	50	75	75,00	125	125,00
4.	1:100.000	40	20	20	30	30,00	50	50,00
5.	1:50.000	20	10	10	15	15,00	25	25,00
6.	1:25.000	10	5	5	7,5	7,50	12,5	12,50
7.	1:10.000	4	2	2	3	3,00	5	5,00
8.	1:5.000	2	1	1	1,5	1,50	2,5	2,50
9.	1:2.500	1	0,5	0,5	0,75	0,75	1,25	1,25
10.	1:1.000	0,4	0,2	0,2	0,3	0,30	0,5	0,50

Sumber: BIG (Badan Informasi Geospasial)

