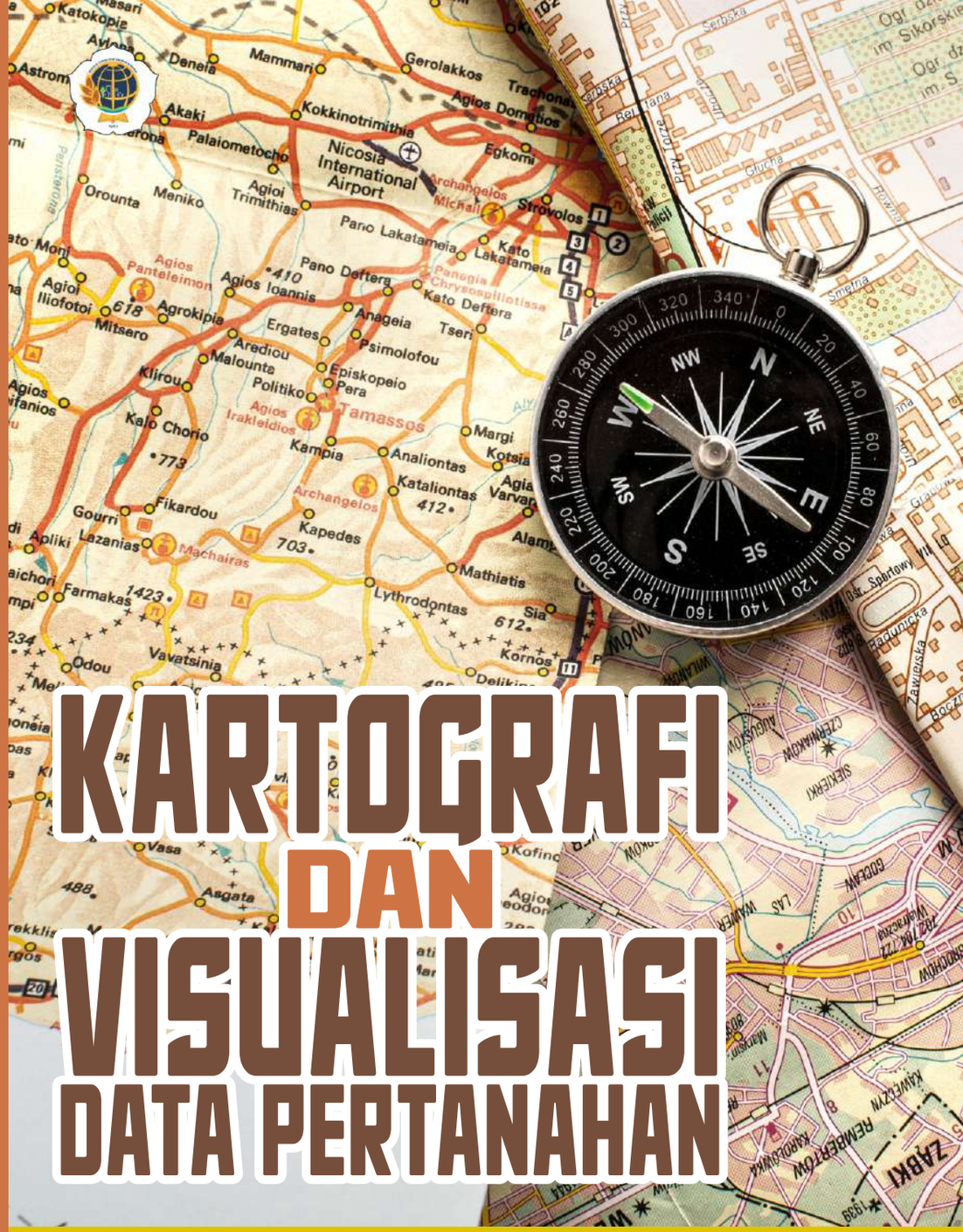
Pembelajaran Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan yang diselenggarakan di Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional bertujuan untuk mengantarkan calon insan pertanahan untuk dapat memahami proses penyajian informasi geospasial, utamanya yang terkait dengan tema pertanahan dan tata ruang. Di dalam kartografi peserta didik akan dikenalkan dengan konsep dasar mengenai data dan lingkup pekerjaan pembuatan peta. Pengetahuan terhadap Kartografi selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam pembuatan peta sebagai visualisasi atas informasi geospasial pertanahan. Mengingat di dalam proses pembuatan peta wajib memperhatikan norma atau kaidah pemetaan yang berlaku, secara khusus yang digunakan oleh Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan sebagai referensi pembuatan peta.

STPN Press
Jl. Tata Bumi No.5
Banyuraden, Sleman, Yogyakarta

ISBN: 978-6-02789-471-6
9 786027 894716

KARTOGRAFI DAN VISUALISASI DATA PERTANAHAN
Susilo Widiyantoro | Kusmiarto | Trisnanti Widi Rineksi | Rochmat Martanto



KARTOGRAFI DAN VISUALISASI DATA PERTANAHAN

Susilo Widiyantoro
Kusmiarto
Trisnanti Widi Rineksi
Rochmat Martanto

KARTOGRAFI DAN VISUALISASI DATA PERTANAHAN

Disusun Oleh:
Susilo Widiyantoro
Kusmiarto
Trisnanti Widi Rineksi
Rochmat Martanto

STPN PRESS

Pasal 113 UU Nomor 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf i untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).
3. Setiap orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk penggunaan secara komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp1.000.000.000,00 (satu miliar rupiah).
4. Setiap orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp4.000.000.000,00 (empat miliar rupiah).

KARTOGRAFI DAN VISUALISASI DATA PERTANAHAN

Diterbitkan pertama kali dalam bahasa Indonesia
oleh STPN Press, Oktober 2024.
Anggota IKAPI (No.127/Anggota Luar Biasa/DIY/2020)
Gedung Administrasi Akademik LT II
Jl. Tata Bumi No. 5 Banyuraden, Gamping, Sleman, Yogyakarta, 55293
Tlp. (0274) 587239, ext: 351
Faks: (0274) 587138
e-mail: stpn_press@stpn.ac.id
website: stpnpress.com

Penulis:
Susilo Widiyantoro
Kusmiarto
Trisnanti Widi Rineksi
Rochmat Martanto
Layout: Rifda Galuh Kusuma
Desain Cover: Rama Bagus Indrawan
Editor: Tim Prodi STPN

KARTOGRAFI DAN VISUALISASI DATA PERTANAHAN

STPN Press, 2024
xiii + 135 hlm.: 15 x 23 cm
ISBN: 978-602-7894-71-6

PENGANTAR KETUA SEKOLAH TINGGI PERTANAHAN NASIONAL

Sejak tahun 2021 ini Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional mencanangkan sebagai Tahun Menulis. Hal ini dilakukan karena secara kuantitas dan kualitas, karya publikasi sivitas akademika STPN, utamanya para dosen belum sesuai dengan harapan. Padahal salah satu tujuan yang ditetapkan dalam Rencana Strategis STPN 2020 – 2024 adalah menjadi centered of excellence di bidang pertanahan. Untuk mewujudkan hal tersebut maka segenap unsur STPN, utamanya para dosen harus bersama-sama meningkatkan kuantitas dan kualitas karya publikasinya.

Dalam konteks ini, secara kelembagaan STPN memfasilitasi semua upaya dan agenda untuk meningkatkan produktivitas dosen dalam menulis dan mempublikasikan karya tulisnya, salah satunya dalam bentuk penulisan buku. Alhamdulillah, tahun ini berhasil diterbitkan 6 judul buku oleh Prodi DIV Pertanahan bekerjasama dengan STPN Press.

Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya sampaikan selamat dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis, editor dan STPN Press yang sudah berkontribusi dalam penerbitan buku ini. Dalam kesempatan ini pula saya sampaikan bahwa secara kelembagaan STPN juga memfasilitasi kegiatan penelitian, tulis-menulis dan publikasi hasil penelitian dosen. Semoga Tuhan Yang Maha Esa meridhoi upaya kita bersama dalam mewujudkan centered of excellence STPN di bidang Pertanahan.

Yogyakarta, Oktober 2024
Ketua Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional

Dr. Agustyarsyah, S.SiT., S.H., M.P

KATA PENGANTAR

Kartografi merupakan salah satu ilmu pengetahuan kuno yang telah hidup sejak ribuan tahun sebelum masehi. Hal tersebut dapat diketahui dari sejumlah temuan peninggalan Bangsa Babilonia yang berupa gambaran topografi di atas potongan lempung. Selayaknya sebuah ilmu yang terus mengalami perkembangan, ilmu pembuatan peta ini pun mengalami evolusi seiring dengan adanya perkembangan ilmu pengetahuan kebumian, teknologi dalam penentuan posisi dan pemetaan, serta teknologi internet yang memampukan setiap orang untuk melakukan pertukaran data dan informasi geospasial lintas ruang dan lintas waktu. Dengan adanya perkembangan atau dinamika ilmu kartografi tersebut, berdampak pada norma atau kaidah pemetaan yang dinamis.

Bagi mahasiswa Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional (STPN), kemampuan untuk mengelola data geospasial menjadi menjadi salah satu kompetensi yang wajib dimiliki. Kemampuan mengelola tersebut dimulai dari pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, penyajian informasi dalam bentuk peta, sampai dengan tahap perbaikan peta ketika terjadi revisi atau perubahan data. Adapun penguasaan kompetensi tidak terlepas profil lulusan seorang mahasiswa dari Program Studi Diploma IV Pertanahan.

Buku ini disusun sebagai buku pegangan bagi dosen dan mahasiswa yang sedang mengambil Mata Kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan pada Program Studi Diploma IV Pertanahan STPN. Buku juga dapat digunakan sebagai bahan ajar bagi mata kuliah lain yang terkait dengan *spatial mapping*, baik di lingkungan STPN maupun pada perguruan tinggi lainnya.

Tim penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para pihak yang telah berkenan memberikan dukungan dan fasilitasi dalam penerbitan buku ini. Secara khusus ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Agustyarsyah, S.SiT., S.H., M.P., Ketua Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional, yang telah memberikan kesempatan

kepada tim penulis untuk mengembangkan dan mengabdikan ilmunya di lingkungan kampus yang asri;

2. Pengelola Program Studi Diploma IV Pertanahan, yang telah memberikan kepercayaan kepada tim untuk memberikan sumbangsih keilmuan pada Mata Kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan;
3. Penerbit STPN Press, yang telah memberikan fasilitasi dalam proses penerbitan buku ini;
4. Para kolega yang telah berkenan untuk berinteraksi dengan tim penulis sehingga memperkaya materi pada buku ini; dan
5. Semua pihak yang telah berkontribusi hingga terwujudnya buku ini.

Sebagaimana halnya dengan kegiatan pengukuran yang tidak terlepas dari faktor kesalahan, penulis menyadari bahwa dalam penulisan buku ini juga tidak terlepas dari kesalahan. Oleh karena itu segala bentuk saran, kritik, dan masukan yang bersifat membangun sangat kami butuhkan dan kami terima dengan terbuka demi penulisan buku selanjutnya. Pada akhirnya, semoga buku ini bermanfaat bagi para dosen, praktisi yang berkecimpung di dunia pemetaan, dan secara khusus bagi mahasiswa yang sedang menempuh Mata Kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan.

Yogyakarta, Oktober 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

PENGANTAR KETUA SEKOLAH TINGGI PERTANAHAN NASIONAL i
KATA PENGANTAR ii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR TABEL vii
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR SINGKATAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Deskripsi Mata Kuliah 1
1.2. Prasyarat Mata Kuliah 2
1.3. Rencana Pembelajaran 2
1.4. Petunjuk Penggunaan Buku Bagi Mahasiswa dan Dosen 2
1.5. Capaian Pembelajaran 3
1.6. Bentuk Evaluasi/Umpan Balik Aktivitas Belajar Mahasiswa 5
BAB II PENGUMPULAN DATA DAN LINGKUP PEKERJAAN KARTOGRAFI 6
2.1. Data Spasial dan Data Non Spasial 6
2.1.1. Pengertian 6
2.1.2. Perolehan data spasial dan data non spasial 8
2.2. Pengertian Kartografi 9
2.3. Pengertian, Fungsi, dan Syarat Peta 10
2.4. Klasifikasi Peta 12
2.5. Komponen Peta 14
2.5.1. Muka peta 14
2.5.2. Informasi tepi 17
2.6. Sistem Referensi Geospasial 22
2.6.1. Sistem referensi koordinat 23
2.6.2. Datum geodesi 24
2.6.3. Sistem proyeksi 25
2.7. Skala Peta 28
2.8. Pekerjaan Kartografi 33
2.8.1. Pengumpulan dan seleksi data 35

2.8.2. Manipulasi dan generalisasi data 37
2.8.3. Perancangan peta 44
2.8.4. Penyajian dan reproduksi peta 51
2.8.5. Revisi peta 59
2.9. Tugas 59
2.10. Pustaka 59
BAB III DINAMIKA DAN PROBLEMATIKA DALAM PEMBUATAN PETA DIGITAL 64
3.1. Dinamika Peta 64
3.1.1. Penyebab perubahan peta 65
3.1.2. Mekanisme perbaikan peta 68
3.2. Problematika Pembuatan Peta 75
3.3. Tugas 77
3.4. Pustaka 77
BAB IV PENYAJIAN INFORMASI GEOSPASIAL TEMATIK PERTANAHAN DAN RUANG (IGT-PR) 80
4.1. Standar Penyusunan dan Penyebarluasan Informasi Geospasial Tematik 80
4.2. Informasi Geospasial Tematik Pertanahan dan Ruang 82
4.3. Pembuatan Peta Penguasaan, Pemilikan, Penggunaan, dan Pemanfaatan Bidang Tanah.. 86
4.3.1. Definisi 86
4.3.2. Teknik Pembuatan Peta Penguasaan, Pemilikan, Penggunaan, dan Pemanfaatan Bidang Tanah 89
4.4. Tugas 92
4.5. Pustaka 94
BAB V PEMANFAATAN PETA TEMATIK PERTANAHAN DAN PENATAAN RUANG 96
5.1. Peta Tematik dalam Penyusunan Neraca Penatagunaan Tanah 96
5.2. Peta Tematik dalam Pertimbangan Teknis Pertanahan untuk Penerbitan PKKPR 100
5.3. Peta Tematik dalam Pengadaan Tanah 102
5.4. Tugas 106

5.5. Pustaka 107
BAB VI PERKEMBANGAN TEKNOLOGI KARTOGRAFI DAN VISUALISASI TERKINI 109
6.1. Evolusi Kartografi 109
6.2. Sumber Daya Kerumunan (*Crowdsourced*) Dalam Kartografi 112
6.2.1. Definisi dan konsep *crowdsourcing* 112
6.2.2. Manfaat dan tantangan *crowdsourcing* 113
6.2.3. Contoh kasus *crowdsourcing* 114
6.3. Peta Interaktif 115
6.3.1. Definisi dan tujuan peta interaktif 115
6.3.2. Teknologi dan alat untuk membuat peta interaktif 119
6.3.3. Contoh kasus peta interaktif dalam pertanahan 120
6.4. Visualisasi Data Pertanahan 3D 122
6.4.1. Definisi dan tujuan visualisasi data pertanahan 3D 122
6.4.2. Teknologi dan alat untuk membuat visualisasidata pertanahan 3D..... 123
6.4.3. Contoh kasus visualisasi data pertanahan 3D 124
6.5. Tugas 129
6.6. Pustaka 131
BIOGRAFI PENULIS 133

DAFTAR TABEL

Tabel 1-1. Capaian Pembelajaran Lulusan Mata Kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan 4
Tabel 1-2. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah Kartografi Dan Visualisasi Data Pertanahan 5
Tabel 2-1. Penggunaan Resolusi Citra 35
Tabel 2-2. Pengaturan Layer Penggunaan Tanah 36
Tabel 2-3. Struktur Data Penggunaan Tanah 37
Tabel 3-1. Kebutuhan Skala Minimal Peta Dasar 67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1. Peta wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia 7
Gambar 2-2. Pola penyimpanan tiga tipe data pada jenis data yang berbeda 8
Gambar 2-3. Potongan peta topografi yang dibuat diatas lempung oleh bangsa Babilonia pada tahun 2300 SM 9
Gambar 2-4. Komponen penyusun peta 14
Gambar 2-5. Unsur-unsur penyusun muka peta 15
Gambar 2-6. Garis paralel (kiri) dan garis meridian (kanan) 16
Gambar 2-7. Informasi tepi peta ditinjau dari letak penempatan 17
Gambar 2-8. Keterangan didalam informasi tepi peta rupabumi 18
Gambar 2-9. Judul, petunjuk letak peta, diagram lokasi, dan sistem referensi geospasial pada peta RBI 19
Gambar 2-10. Riwayat peta, petunjuk bacaan koordinat geografi, dan petunjuk bacaan koordinat UTM pada peta RBI 20
Gambar 2-11. Pembagian daerah administrasi dan keterangan kode administrasi 21
Gambar 2-12. Keterangan atas penggunaan singkatan dan istilah di muka peta 21
Gambar 2-13. Tiga macam arah utara: utara sebenarnya, utara grid, dan utara magnetis 22
Gambar 2-14. Sistem koordinat ellipsoid 23
Gambar 2-15. WGS84 dan sistem referensi koordinat 3 dimensi 24
Gambar 2-16. Model bumi geoid EGM2008 25
Gambar 2-17. Bentuk dan letak sumbu simetri bidang proyeksi 26
Gambar 2-18. Kedudukan bidang proyeksi terhadap bumi ... 27
Gambar 2-19. Pembagian nomor zone UTM dan TM3 di Indonesia 27
Gambar 2-20. Kondisi kontur di Desa Sukamulya

Kecamatan Cugenang 30
Gambar 2-21. Tiga bentuk penyajian skala peta 31
Gambar 2-22. Perbesaran skala dengan sistem grid 32
Gambar 2-23. Map-o-graph 33
Gambar 2-24. Pantograph 33
Gambar 2-25. Lingkup pekerjaan kartografi yang berkesinambungan 34
Gambar 2-26. Penggunaan manipulasi data pada peta cadangan minyak bumi Indonesia tahun 2013 38
Gambar 2-27. Simbol dengan bentuk dasar titik (a), garis (b), dan area (c) 39
Gambar 2-28. Contoh simbol piktorial 39
Gambar 2-29. Contoh simbol geometri 40
Gambar 2-30. Contoh simbol huruf 40
Gambar 2-31. Lima jenis generalisasi geometris 42
Gambar 2-32. Empat jenis generalisasi konseptual 43
Gambar 2-33. Manipulasi dan generalisasi untuk layer pemilikan tanah 44
Gambar 2-34. Bentuk area berpengaruh terhadap keseimbangan muka peta dan format media gambar 45
Gambar 2-35. Model *frame map* 46
Gambar 2-36. Model *island map* 47
Gambar 2-37. Model *bleeding map* 47
Gambar 2-38. Model keseimbangan simetris 49
Gambar 2-39. Model keseimbangan asimetris 50
Gambar 2-40. Model keseimbangan grid 50
Gambar 2-41. Tampilan peta menjadi daya tarik bagi pembaca peta 51
Gambar 2-42. Komposisi warna *additive* (kiri) dan *substractive* (kanan) 52
Gambar 2-43. Pilihan model warna pada ArcGIS (kiri) dan QGIS (kanan) 52
Gambar 2-44. Komposisi warna HSV 53
Gambar 2-45. Komposisi warna RGB 53
Gambar 2-46. Komposisi warna CMYK 54
Gambar 2-47. Pengaturan spasi di GIS 55

Gambar 2-48. Delapan pilihan letak penulisan label pada tipe data titik (a), peletakan label pada tipe data garis (b) dan tipe data area (c) 56
Gambar 3-1. Bencana alam yang ditimbulkan dari sistem hidrologi 65
Gambar 3-2. Tsunami Aceh (kiri) dan likuifaksi Palu (kanan) merupakan contoh bekerjanya sistem tektonik 66
Gambar 3-3. Peta presentase kemiskinan di Indonesia tahun 2020 73
Gambar 3-4. Peta intensitas curah hujan harian yang diperbarui secara berkelanjutan 74
Gambar 3-5. *Tissot indicatrix* pada sistem proyeksi Mercator 76
Gambar 4-1. Daftar IGT Pertanahan dan Ruang pada masing-masing Direktorat Jenderal di Kementerian ATR/BPN 83
Gambar 4-2. Fitur kompilasi (a) dan fitur integrasi (b) pada Geoportal IGT-PR 85
Gambar 4-3. Fitur analisis tematik pada geoportal IGT-PR.. 86
Gambar 5-1. Peta-peta yang dihasilkan dari kegiatan Neraca Penatagunaan Tanah tahun 2020 di Kabupaten Seluma 99
Gambar 5-2. Peta Ketersediaan Tanah Kabupaten Seluma Tahun 2020 100
Gambar 5-3. Contoh Peta Pertimbangan Teknis Pertanahan 101
Gambar 5-4. Format peta rencana lokasi (atas) dan penguasaan tanah (bawah) dalam DPPT 104
Gambar 5-5. Rencana lokasi pelebaran Jalan Hasyim Ashari 105
Gambar 5-6. Peta GUPT di lokasi pelebaran jalan 105
Gambar 6-1. Alih media kartografi 111
Gambar 6-2. Perubahan dari perspektif satu arah menjadi perspektif dua arah 111
Gambar 6-3. Cuitan Twitter (sekarang X) yang mengandung tag geo-lokasi 112
Gambar 6-4. *Open Street Map* (OSM) 115
Gambar 6-5. *Scrollytelling with Mapbox* 118

Gambar 6-6. Beberapa *tools* yang dapat digunakan untuk membangun peta interaktif 120
Gambar 6-7. Peta interaktif BHUMI yang dimiliki oleh Kementerian ATR/BPN 121
Gambar 6-8. Bangunan fasilitas publik dalam format 3D pada peta interaktif PDOK 122
Gambar 6-9. Pemetaan dengan teknologi Lidar di Pulau Martinique 124
Gambar 6-10. Tingkatan *Level of Detail* 128

DAFTAR SINGKATAN

ATR/BPN	:	Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional
API	:	*Application Programming Interface*
BB	:	Bujur Barat
BIG	:	Badan Informasi Geospasial
BPS	:	Badan Pusat Statistik
BT	:	Bujur Timur
CPL	:	Capaian Pembelajaran Lulusan
CPMK	:	Capaian Pembelajaran Mata Kuliah
CSRT	:	Citra Satelit Resolusi Tinggi
EGM2008	:	*Earth Gravity Model 2008*
GeoJSON	:	*Geographic JavaScript Object Notation*
GIF	:	*Graphic Interchange Format*
GIS	:	*Geographic Information System*
HMSRS	:	Hak Milik atas Satuan Rumah Susun
HTML	:	*HyperText Markup Language*
IGD	:	Informasi Geospasial Dasar
IGT	:	Informasi Geospasial Tematik
InaGeoid	:	*Indonesian Geoid*
JPG	:	*Joint Photographic Experts Group*
KML	:	*Keyhole Markup Language*
Lidar	:	*Light Detection and Ranging*
LoD	:	*Level of Detail*
LS	:	Lintang Selatan
LU	:	Lintang Utara
NIB	:	Nomor Identifikasi Bidang
NPGT	:	Neraca Penatagunaan Tanah
NSPK	:	Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria
OSM	:	*Open Street Map*
P4T	:	Penguasaan, Pemilikan, Penggunaan, dan Pemanfaatan Tanah
PDF	:	*Portable Document Format*
PKKPR	:	Persetujuan Kesesuaian Kegiatan Pemanfaatan Ruang

PMNA/KBPN	:	Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional
PNG	:	*Portable Network Graphics*
PTP	:	Pertimbangan Teknis Pertanahan
RBI	:	Peta Rupa Bumi Indonesia
RDTR	:	Rencana Detail Tata Ruang
RPS	:	Rencana Pembelajaran Semester
RTR	:	Rencana Tata Ruang
RTRW	:	Rencana Tata Ruang Wilayah
SHP	:	*Shapefile*
SM	:	Sebelum Masehi
SNI	:	Standar Nasional Indonesia
SRTM	:	*Shuttle Radar Topographic Mission*
STPN	:	Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional
SWF	:	*Shockwave Flash*
TIFF	:	*Tagged Image File Format*
TM3^{o}	:	*Transverse Mercator* 3°
UAS	:	Ujian Akhir Semester
UTM	:	*Universal Transverse Mercator*
UTS	:	Ujian Tengah Semester
WGS84	:	*World Geodetic System 1984*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1. Deskripsi Mata Kuliah

Mata kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan adalah salah satu mata kuliah wajib yang ada di Program Studi Diploma IV Pertanahan pada Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional (STPN). Mata kuliah ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada peserta didik perihal kartografi sebagai ilmu dasar dalam pembuatan peta dan penerapan kartografi dalam visualisasi data pertanahan dan tata ruang dalam bentuk peta. Sebagai salah satu mata kuliah wajib dan memberikan sejumlah pemahaman dasar mengenai pembuatan peta maka mata kuliah ini diberikan kepada mahasiswa STPN tingkat pertama.

Substansi utama yang disampaikan dalam buku ini meliputi data geospasial, prinsip dasar dan lingkup pekerjaan kartografi, serta pembuatan peta sebagai produk akhir pekerjaan kartografi. Peta-peta yang akan disajikan dalam buku ini difokuskan pada tema-tema yang terkait dengan pertanahan dan tata ruang. Di bagian akhir pada buku ini dibahas mengenai kondisi perkembangan teknologi untuk mendukung pekerjaan kartografi dan visualisasinya di bidang pertanahan untuk mendukung kadaster 3 dimensi (*3d cadastre*).

Metode pembelajaran yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran yaitu: (1) *discovery learning*, melalui metode ini peserta didik diajak untuk mengembangkan kemampuan kognitifnya dengan cara terlibat aktif dalam setiap pembelajaran dan menemukan jawaban atau materi yang terkait dengan topik pembelajaran; dan (2) *inquiry learning*, melalui metode ini dosen tetap memiliki arti penting dalam proses pembelajaran dengan memberikan penjelasan singkat mengenai suatu materi dan pada akhir pembelajaran memberikan tugas sebagai bahan evaluasi atas capaian pembelajaran.

1.2. Prasyarat Mata Kuliah

Sebagai salah satu mata kuliah dasar yang diselenggarakan pada semester II maka mata kuliah ini tidak mempersyaratkan adanya mata kuliah lain sebagai prasyarat. Mata kuliah ini dirancang pada semester II agar peserta didik sebelumnya bisa memahami mengenai kebutuhan data yang akan dituangkan dalam sebuah peta.

1.3. Rencana Pembelajaran

Rencana pembelajaran pada mata kuliah ini mengikuti Rencana Pembelajaran Semester (RPS) yang sudah ditetapkan pada tahun 2018. Di dalam RPS tersebut mata kuliah ini terdiri dari 4 (empat) materi utama. Keempat materi tersebut yaitu: (1) pengumpulan data dan pembuatan peta, disampaikan pada pertemuan kuliah 1-4; (2) dinamika dan problematika pembuatan peta, disampaikan pada pertemuan kuliah 5-7; (3) penyajian peta pertanahan dan tata ruang, disampaikan pada pertemuan kuliah 9-12; dan (4) pemanfaatan peta pertanahan dan tata ruang untuk berbagai kepentingan, disampaikan pada pertemuan kuliah 13-15.

Pertemuan ke-8 merupakan akhir dari pertemuan paruh semester awal, sedangkan pertemuan ke-16 menjadi akhir dari pertemuan paruh semester berikutnya. Pada setiap akhir pertemuan tersebut dilaksanakan Ujian Tengah Semester (UTS) dan Ujian Akhir Semester (UAS). UTS dan UAS diberikan kepada peserta didik sebagai bagian dari bentuk evaluasi pembelajaran. Kedua jenis evaluasi tersebut melengkapi dari evaluasi yang telah dilaksanakan di setiap ahir materi pembelajaran berupa tugas, tanya jawab, maupun *mini-project* yang diberikan.

1.4. Petunjuk Penggunaan Buku Bagi Mahasiswa dan Dosen

Buku ini menjadi pegangan wajib bagi peserta didik Mata Kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan. Terdapat beberapa hal yang perlu menjadi perhatian untuk memudahkan mempelajari buku ini yaitu: (1) mempelajari RPS yang telah ditetapkan; (2) mencermati Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan; (3) membaca

dan mendalami materi yang telah tertulis di RPS secara sekuensial; (4) mempelajari sejumlah referensi terkait dengan topik pembelajaran; (5) mengerjakan tugas-tugas yang ada di RPS maupun yang diberikan Dosen; dan (6) memberikan kritik dan saran demi perbaikan materi pada buku ini.

Disamping bagi peserta didik, kehadiran buku ini ditujukan pula sebagai bahan pegangan bagi Dosen pengampu mata kuliah. Tentunya masih dibutuhkan referensi lain sebagai suplemen materi agar kegiatan pembelajaran lebih lengkap dan kontekstual. Dalam rangka mewujudkan penulisan buku ini maka terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan oleh Dosen, yaitu: (1) penyampaian RPS mata kuliah dan pengantar materi pembelajaran pada pertemuan pertama perkuliahan; (2) penyampaian materi secara sekuensial berdasarkan RPS yang telah disusun dan menambahkan referensi lain yang relevan dengan topik pembelajaran; (3) mengevaluasi capaian pembelajaran berdasarkan materi yang telah disampaikan melalui tugas, kuis, atau *project* kepada peserta didik; dan (4) melakukan penyempurnaan materi pada buku ini berdasarkan hasil evaluasi dari peserta didik.

1.5. Capaian Pembelajaran

Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) untuk Mata Kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan ini merupakan turunan dari Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL). CPL mata kuliah ini sendiri (Tabel 1-1) telah sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 53 Tahun 2023 tentang Penjaminan Mutu Pendidikan Tinggi, yaitu untuk mencetak lulusan yang memiliki kompetensi sikap, keterampilan, dan pengetahuan.

Tabel 1-1. Capaian Pembelajaran Lulusan Mata Kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan

Kode	CPL yang dibebankan pada Mata Kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan (Semester II)
SIKAP (S)	
S4	Berperan sebagai warga negara yang bangga dan cinta tanah air, memiliki nasionalisme serta rasa tanggung jawab pada negara dan bangsa
S9	Menghormati keberagaman dan menjunjung tinggi nasionalisme
PENGETAHUAN (P)	
P1	Menguasai prinsip dan teknik kartografi, serta pengelolaan basis data pertanahan
P2	Menguasai prinsip-prinsip pemetaan secara kartografi dan data tektual pertanahan menjadi data spasial
KETERAMPILAN UMUM (KU)	
KU5	Mampu membuat peta secara kartografi berdasarkan prosedur baku, membaca data pertanahan dalam bentuk tekstual menjadi data dalam bentuk spasial
KETERAMPILAN KHUSUS (KK)	
KK1	Terampil membuat peta secara kartografi dan memvisualisasikan data pertanahan dalam bentuk tektual menjadi bentuk spasial atau yang lazim disebut dengan peta tematik

Berdasarkan CPL sebagaimana disebutkan dalam Tabel 1-1, selanjutnya disusunlah 4 CPMK yang berkontribusi terhadap CPL. Adapun CPMK Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan ditampilkan dalam Tabel 1-2 berikut ini.

Tabel 1-2. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan

Kode	CPMK yang dibebankan pada Mata Kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan (Semester II)
CPMK1	Mampu menjelaskan teknik pembuatan peta secara digital dan prinsip-prinsip pembuatan peta dengan data tekstual menjadi data spasial (S4, P1, P2)
CPMK2	Mampu mengidentifikasi problematika pembuatan peta (kartografi) (P1, KK1)
CPMK3	Mampu menganalisis data-data spasial secara kartografis menjadi peta dengan tema tertentu atau peta tematik (P2, KU5)
CPMK4	Mampu memanfaatkan produk peta tematik dalam pelayanan pertanahan sebagai visualisasi data pertanahan (S9, KK1)

1.6. Bentuk Evaluasi/Umpan Balik Aktivitas Belajar Mahasiswa

Evaluasi dan penilaian dalam proses pembelajaran Mata Kuliah Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan terdiri dari evaluasi setiap tatap muka dan tugas terstruktur. Evaluasi yang dilakukan pada setiap kegiatan tatap muka dilakukan oleh Dosen melalui kuis, tanya jawab, atau aktifitas presentasi. Sedangkan tugas terstruktur dapat diberikan dalam bentuk review literatur, mencari data spasial maupun data tekstual yang kemudian dianalisis dan dipaparkan, mengidentifikasi dan menuliskan kembali tahapan pembuatan peta, mengidentifikasi dan menganalisis produk-produk peta, dan membuat peta secara lengkap sesuai dengan standar atau norma yang berlaku. Berikutnya evaluasi berupa UTS dan UAS diselenggarakan pada paruh awal semester (pertemuan 8) dan pada akhir semester (pertemuan 16). Bentuk ujian yang diberikan dapat berupa soal tertulis maupun *mini-project*.

BAB II
PENGUMPULAN DATA DAN LINGKUP PEKERJAAN KARTOGRAFI

Pada Bab II ini peserta didik diajak untuk mengingat kembali dan lebih memahami konsep mengenai data. Data yang dimaksud dalam hal ini adalah data spasial dan data non spasial. Sebagai seorang peserta didik yang telah berada di semester II dan telah menempuh Mata Kuliah Ilmu Ukur Tanah pada semester I, tentu para peserta didik sudah tidak asing dengan pengumpulan data pengukuran bidang tanah melalui metode terestris maupun ekstraterestris. Tidak hanya data pengukuran namun data-data lain pun juga dikumpulkan sebagai penjelas atau keterangan atas bidang tanah yang telah diukur, seperti jenis penggunaan tanah, nama pemilikan, status hak atas tanah, dan lain sebagainya. Pengalaman belajar ketika belajar Ilmu Ukur Tanah tersebut digunakan sebagai dasar untuk lebih memahami mengenai data.

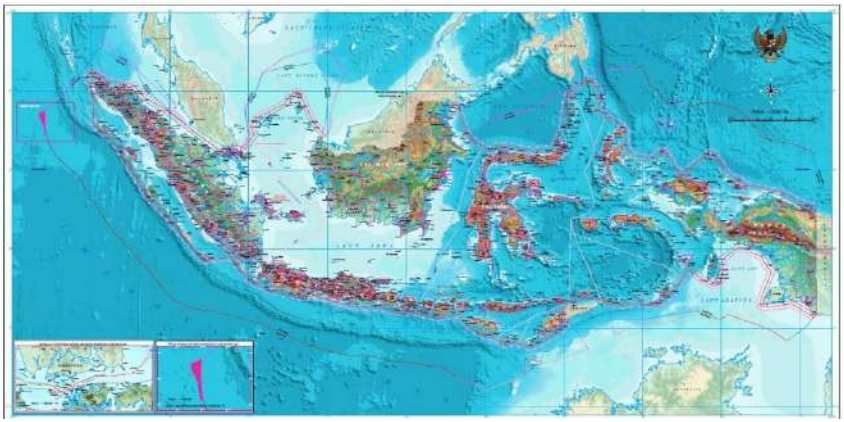
Data-data yang telah dikumpulkan dan diolah selanjutnya akan disajikan sebagai sebuah informasi dalam bentuk peta. Dalam proses pembuatannya, peserta didik wajib memahami mengenai konsep dalam ilmu kartografi. Berdasarkan hal tersebut diharapkan para peserta didik nantinya dapat membuat sebuah peta yang mampu memberikan informasi secara jelas, menarik, dan benar sesuai kondisi di lapangan. Bab ini untuk mendukung CPMK 1 yaitu peserta didik mampu memahami dan menjelaskan pekerjaan pembuatan peta.

2.1. Data Spasial dan Data Non Spasial

2.1.1. Pengertian

Data spasial diartikan sebagai suatu fakta atau fenomena yang berhubungan dengan letak atau posisi suatu unsur geografis yang ada di bumi (Aronoff, 1989). Letak geografis sendiri dapat dibagi menjadi dua jenis, yaitu letak relatif dan letak absolut (Miller, 2015). Letak relatif digunakan untuk mendefinisikan posisi suatu unsur geografis terhadap unsur geografis lainnya,

sedangkan letak absolut digunakan untuk mendefinisikan posisi unsur geografis terhadap sebuah sistem koordinat. Dikarenakan mengacu pada sebuah sistem koordinat maka letak absolut analogi dengan letak secara astronomis.



Gambar 2-1. Peta wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia
Sumber: Badan Informasi Geospasial, 2017

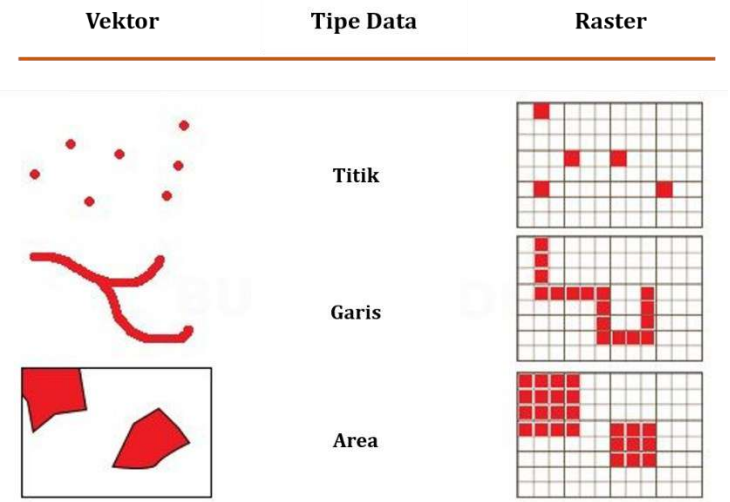
Gambar 2-1 ditampilkan sebagai contoh untuk memberikan ilustrasi mengenai letak relatif dan letak absolut. Dari Gambar 2-1 tersebut Indonesia secara relatif terletak di antara dua benua dan dua samudera. Hal tersebut membawa dampak positif bagi Indonesia karena berada di jalur lalu lintas dunia. Di sisi lain, letak Indonesia yang secara absolut atau astronomis berada di 6°LU-11°LS dan 95°BT-141°BT menyebabkan Indonesia mengalami 2 jenis musim dan memiliki 3 pembagian wilayah waktu.

Selanjutnya berbicara mengenai fakta unsur geografis maka tidak bisa dilepaskan dari dimensi atau ukuran dari unsur itu sendiri. Sebagai contoh Provinsi Riau pada tahun 2021 memiliki luas wilayah sebesar 87.023,66 km^2 (BPS, 2022), Gunungapi Bromo yang berada di Provinsi Jawa Timur memiliki ketinggian mencapai 2.329 mdpl (PVMBG, 2023), dan lain sebagainya.

Sejumlah contoh data spasial sebagaimana telah disebutkan tersebut butuh data non spasial sebagai data pendukung. Data non spasial ini akan memberikan informasi deskriptif atas data spasial. Contoh data non spasial meliputi nama, alamat, penggunaan tanah, status hukum, dan lain sebagainya.

2.1.2. Perolehan data spasial dan data non spasial

Ditinjau dari cara perolehan data, terdapat berbagai macam metode pengumpulan data yang bisa digunakan. Data spasial dapat diperoleh secara langsung di lapangan maupun didapatkan dari pekerjaan studio. Pekerjaan lapangan antara lain pengukuran terestris, ekstraterestris, fotogrammetri, dan penginderaan jauh melalui wahana satelit. Sedangkan pekerjaan studio antara lain digitasi peta, maupun analisis terhadap peta analog atau peta digital. Sama halnya dengan data spasial, data non spasial pun dapat diperoleh secara langsung di lapangan dan dari hasil pekerjaan studio. Pekerjaan lapangan untuk mendapatkan data non spasial antara lain melalui survey, sensus, kuesioner, dan observasi. Sedangkan pekerjaan studio untuk mendapatkan data non spasial dapat dilakukan dengan cara studi dokumen.



Gambar 2-2. Pola penyimpanan tiga tipe data pada jenis data yang berbeda

Berdasarkan cara perolehan data tersebut maka terdapat dua jenis data spasial yaitu data vektor dan data raster (Gambar 2-2). Data vektor yaitu data yang tersimpan dalam sebuah koordinat (X, Y) dan direpresentasikan dalam bentuk titik, garis, dan area/polygon. Sedangkan data raster yaitu data yang tersimpan dalam format pixel (baris dan kolom), serta direpresentasikan

dalam bentuk foto atau citra. Di sisi lain data non spasial akan disimpan dalam bentuk tabular.

Kebutuhan terhadap kombinasi antara data spasial dan data non spasial saat ini menjadi hal yang urgen, terlebih di bidang pertanahan dan tata ruang yang memiliki sifat dinamis. Kombinasi antara data spasial dan data non spasial yang ditambahkan dengan aspek waktu selanjutnya disebut sebagai data geospasial (UN-GGIM, 2019; Breunig dkk, 2020). Keberadaan data geospasial yang lengkap akan membantu mewujudkan kadaster modern, yaitu suatu sistem pengadministrasian secara lengkap meliputi hak, batasan, dan kewajiban seseorang atas bidang tanah yang dimilikinya (Williamson, 2001).

2.2. Pengertian Kartografi

Kartografi, menurut *The International Cartographic Association* dalam Griffin dkk (2017), adalah ilmu pengetahuan, seni, dan teknologi tentang pembuatan peta. Berdasarkan definisi tersebut maka seorang kartografer, orang yang menggeluti pekerjaan kartografi, dituntut untuk tidak hanya ahli dalam membuat peta namun juga memiliki keterampilan menyusun setiap elemen didalam peta. Dalam proses penyusunan tersebut, seorang kartografer wajib memperhatikan kaidah kartografis yang berlaku supaya simbol maupun informasi lainnya yang ada di dalam peta mudah dimengerti oleh pengguna peta.

Gambar 2-3. Potongan peta topografi yang dibuat diatas lempung oleh bangsa Babilonia pada tahun 2300 SM.
Sumber: Milliard, 1987

Ditinjau dari sejarahnya, kartografi merupakan sebuah ilmu kuno yang telah ada sejak ribuan tahun sebelum masehi. Hal tersebut ditandai dengan adanya sejumlah penemuan produk peta peninggalan bangsa Babilonia. Salah satu contohnya yaitu potongan lempung yang didalamnya menampilkan peta topografi. Potongan peta tersebut ditemukan di daerah Yorgan Tepe, Iraq yang dulunya merupakan wilayah Kota Mesopotamia. Temuan tersebut diperkirakan dibuat sekitar tahun 2300 SM (Gambar 2-3).

Seiring dengan perkembangan jaman, pembuatan peta pun mengalami perkembangan. Dari sisi pengetahuan, peta yang semula kurang memperhatikan aspek kelengkungan bumi lambat laun mulai dipahami bahwa kelengkungan bumi berpengaruh pada tingkat kesalahan peta. Berikutnya dari sisi teknologi, peta yang semula hanya dibuat manual dan dihasilkan peta analog mulai beralih menggunakan teknologi modern dengan dibuat melalui komputer dan dihasilkan peta digital. Perkembangan teknologi pengukuran pun berdampak pada produk peta yang semula berupa peta garis berubah tampilan menjadi peta foto udara atau citra satelit.

Berdasarkan perkembangan tersebut, kartografi tidak lagi hanya sebatas pada pembuatan peta namun ditekankan pada aspek visualisasi data geospasial (Kraak dan Omerling, 2021). Kartografi didefinisikan sebagai pembuatan visualisasi data geospasial yang dapat diakses dan dimungkinkan adanya interaksi antara peta dengan penggunanya.

2.3. Pengertian, Fungsi, dan Syarat Peta

Peta dari tahun ke tahun didefinisikan secara berbeda. Tahun 1948, Erwin Raisz (1948) mendefinisikan peta sebagai berikut:

> *"… a conventionalized picture of the earth's pattern as seen from above, to which lettering is added for identification."*

Berikutnya pada tahun 1973, *International Cartographic Association* (ICA) dalam Kraak dan Fabrikant (2017) mendefinisikan peta sebagai berikut:

"a representation, normally to scale and on a flat medium, of a selection of material or abstract features on, or on relation to, the surface of the earth or of a celestial body"

Tahun 2003, ICA dalam Lapaine dkk (2021) mendefinisikan peta sebagai berikut:

"... a symbolized representation of geographic reality, representing selected features or characteristics, resulting from the creative effort of its author's execution of choices, and is designed for use when spatial relationships are of primary relevance."

Tiga pengertian peta sebagaimana disebutkan tersebut adalah beberapa definisi peta dari sekian banyak pendefinisian tentang peta yang terus mengalami penyesuaian akibat adanya perkembangan teknologi dan kebutuhan pengguna informasi. Namun demikian, pengertian peta dapat disederhanakan sebagai berikut: "Peta adalah visualisasi informasi geospasial yang ada di permukaan bumi, yang ditampilkan dalam bentuk simbol-simbol tertentu dan sifatnya selektif, serta dengan mempertimbangkan penggunaan skala dan sistem proyeksi tertentu". Di dalam Undang Undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial pada Pasal 1 disebutkan pengertian informasi geospasial adalah data geospasial yang sudah diolah sehingga dapat digunakan untuk kegiatan tertentu yang berhubungan dengan ruang kebumian. Dikarenakan peta akan digunakan sebagai alat bantu maka segala macam bentuk simbol yang divisualisasikan dalam sebuah peta selayaknya mudah untuk dibaca dan dipahami oleh penggunanya.

Berkaitan peta sebagai alat bantu untuk kegiatan yang berhubungan dengan kebumian maka fungsi peta yaitu: (1) menunjukkan posisi atau lokasi relatif; (2) memperlihatkan arah, ukuran, dan bentuk; (3) menampilkan adanya dinamika atau perubahan; dan (4) menampilkan karakter suatu wilayah. Supaya visualisasi yang dihasilkan dapat menyajikan informasi sebagaimana fungsi suatu peta maka persyaratan peta yaitu: (1) tepat, data yang ditampilkan teliti dan akurat; (2) benar, data yang ditampilkan sesuai dengan keadaan atau kondisi di lapangan; (3) jelas, data yang ditampilkan tidak membingungkan; dan (4)

menarik, visualisasi data yang ditampilkan tidak membosankan serta rapi dan bersih.

2.4. Klasifikasi Peta

Pembuatan peta didasarkan pada tujuan atau kepentingan tertentu. Berdasarkan tujuan tersebut maka peta diproduksi dengan tingkat ketelitian yang berbeda-beda, isi yang berbeda, dan bentuk yang berbeda pula. Hal-hal tersebut berpengaruh pada kategori atau klasifikasi peta. Bos (1977) mengelompokkan peta berdasarkan hal berikut:

1) Peta menurut isi. Berdasarkan isinya peta dibagi menjadi:
   a. Peta umum, disebut juga dengan peta topografi. Peta ini menggambarkan kondisi kenampakan atau bentang alam di permukaan bumi secara umum, dengan skala tertentu. Contoh peta ini antara lain peta RBI, peta dunia, atlas, dan peta geografi lainnya.
   b. Peta tematik. Peta ini menggambarkan tema khusus untuk kepentingan tertentu. Contoh peta ini antara lain peta penggunaan tanah, peta pendaftaran tanah, peta kemampuan lahan, dan peta tematik lainnya.
   c. Peta navigasi. Peta ini menggambarkan berbagai macam informasi yang terkait dengan pelayaran, penerbangan, atau perjalanan lainnya.
2) Peta menurut skala. Berdasarkan skalanya peta dapat dibagi menjadi:
   a. Peta skala sangat besar, yaitu peta dengan skala >1:10.000
   b. Peta skala besar, yaitu peta dengan skala <1:100.000 – 1:10.000
   c. Peta skala sedang, yaitu peta dengan skala 1:100.000 – 1:1.000.000
   d. Peta skala kecil, yaitu peta dengan skala >1:1.000.000
3) Peta menurut tujuan penggunaan. Berdasarkan tujuan penggunaan dapat dibagi menjadi peta pendidikan, peta ilmu pengetahuan, peta navigasi, peta keteknikan, dan peta untuk perencanaan.

Dent dkk (2009) membuat klasifikasi peta menurut sifat informasinya, yaitu:

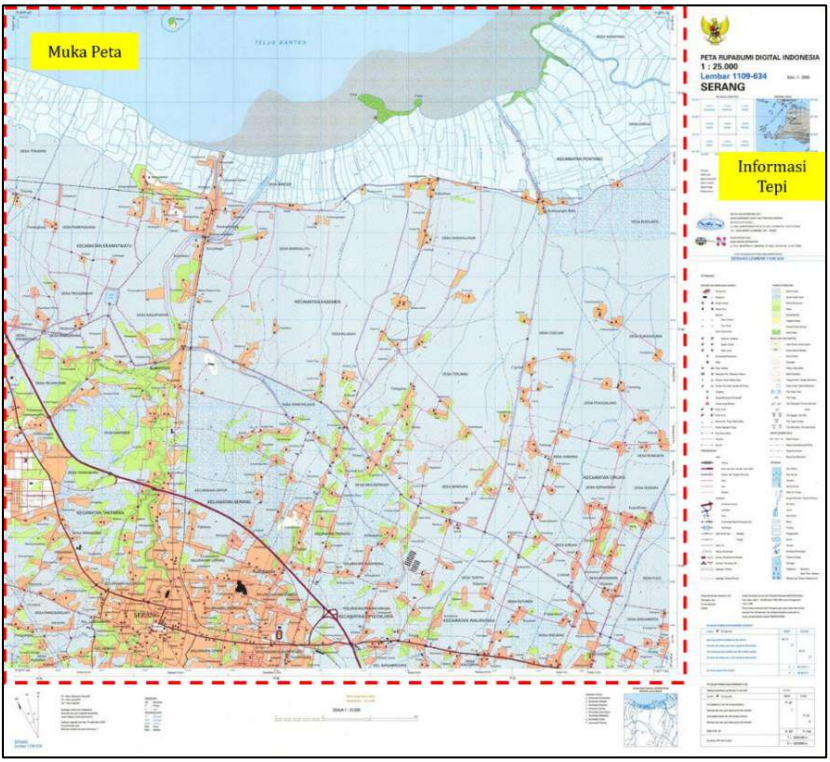
1) Peta kualitatif. Peta ini menampilkan data-data yang bersifat kualitatif. Pengguna akan mendapatkan informasi mengenai kondisi atau gambaran bentang alam dan distribusi spasial suatu unsur. Contoh peta ini antara lain peta geologi, peta jenis tanah, dan lain sebagainya.
2) Peta kuantitatif. Peta yang menampilkan kondisi statistik suatu unsur secara spasial. Contoh peta ini antara lain peta jumlah kepadatan penduduk, peta tingkat produktivitas pertanian, dan lain sebagainya.

Martanto dan Suhattanto (2019) mengklasifikasikan peta menurut bentuk tampilannya sebagai berikut:

1) Peta analog. Peta ini dihasilkan dari proses manual dan dibuat dalam format cetak. Peta jenis ini dibagi menjadi:
   a. Peta planimetri atau peta garis, yaitu peta yang dibuat dengan peralatan manual dan digambarkan di atas kertas secara dua dimensi. Perbedaan kenampakan ditampilkan dengan perbedaan warna atau simbol.
   b. Peta stereometri atau peta timbul, yaitu peta yang dibuat secara manual dan dibuat secara timbul (tiga dimensi) untuk menampilkan relief suatu wilayah.
2) Peta foto. Peta jenis ini dihasilkan dari pekerjaan fotogrametri secara konvensional. Foto udara yang diperoleh dari hasil pemotretan udara dilakukan mosaicking dan ortho-rektifikasi untuk mendapatkan peta foto.
3) Peta digital. Peta ini dihasilkan dari proses digital, mulai dari proses perekaman data, pegolahan, hingga penyajiannya dilakukan dengan menggunakan teknologi komputer. Peta ini memiliki kelebihan yaitu proses pembuatan lebih cepat dan tidak membutuhkan ruang tempat penyimpanan.

2.5. Komponen Peta

Suatu peta secara umum terdiri atas dua komponen utama yaitu muka peta dan informasi tepi peta (Gambar 2-4). Di setiap komponen tersebut terdiri dari sejumlah unsur peta.



Gambar 2-4. Komponen penyusun peta

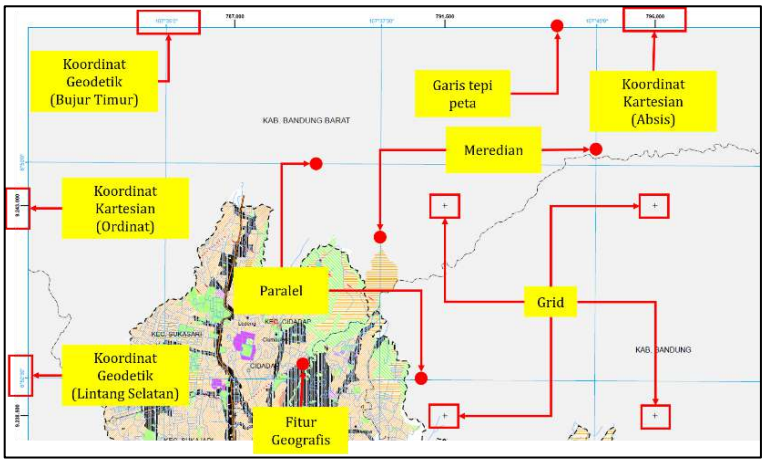
2.5.1. Muka peta

Bagian dari peta yang berfungsi sebagai tempat untuk menuangkan obyek dan fenomena geografis yang ada di permukaan bumi disebut muka peta. Unsur-unsur penyusun muka peta antara lain:

1) Garis tepi peta (*map neatline*)

Garis tepi digunakan sebagai pembatas muka peta dan tempat meletakkan penanda bacaan nilai koordinat (Gambar 2-5). Bentuk garis tepi mengikuti bentuk muka peta. Pada peta dengan muka peta berbentuk persegi panjang maka garis tepi pun juga berbentuk persegi

panjang, peta dengan muka peta berbentuk persegi maka garis tepi peta juga persegi, dan seterusnya.



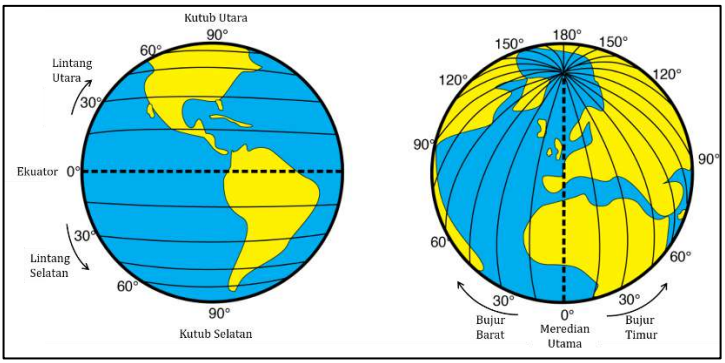
Gambar 2-5. Unsur-unsur penyusun muka peta

2) Grid dan gratikul

Nilai koordinat suatu titik yang ada di permukaan bumi dapat dinyatakan dalam dua bentuk, yaitu koordinat geodetik (geografis) dan koordinat kartesian. Keberadaan garis grid maupun gratikul di dalam peta digunakan untuk membantu pembacaan kedua nilai koordinat tersebut. Dengan adanya grid dan gratikul maka pengguna dapat menentukan nilai koordinat suatu titik yang ada di atas peta, baik secara langsung dengan cara membaca nilai koordinat yang muncul maupun secara tidak langsung dengan cara melakukan interpolasi koordinat.

Koordinat geodetik yaitu sistem penentuan posisi di permukaan bumi dengan menggunakan nilai lintang dan nilai bujur. Titik-titik di atas permukaan bumi dengan nilai lintang yang sama dihubungkan dengan garis lintang atau garis paralel (Gambar 2-6). Garis paralel ini akan membagi bumi menjadi dua bagian yaitu utara dan selatan, sehingga dikenal istilah Lintang Utara dan Lintang Selatan. Sedangkan titik-titik dengan nilai bujur yang sama dihubungkan dengan garis bujur atau garis meridian. Garis meridian akan membagi bumi menjadi dua bagian yaitu timur dan barat,

sehingga dikenal istilah Bujur Timur dan Bujur Barat. Garis paralel dan garis meridian ini selanjutnya disebut sebagai gratikul.



Gambar 2-6. Garis paralel (kiri) dan garis meridian (kanan)

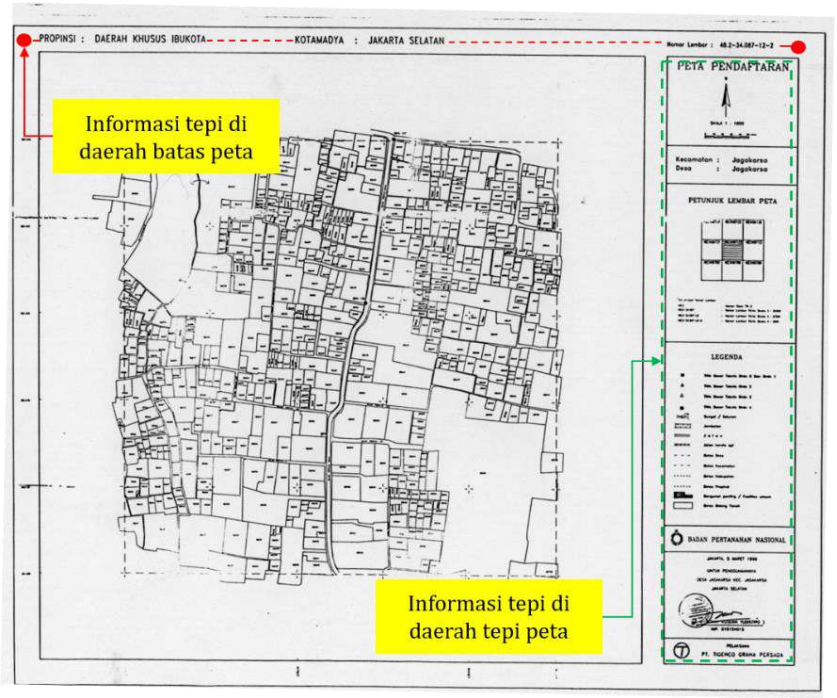
Koordinat kartesian yaitu sistem penentuan posisi di permukaan bumi dengan menggunakan nilai absis (X) dan nilai ordinat (Y). Nilai absis dan ordinat sebuah titik di permukaan bumi akan ditentukan dari sistem proyeksi yang digunakan. Titik-titik di atas permukaan bumi dengan nilai absis yang sama akan terhubung dalam satu garis vertikal yang sama, sedangkan titik-titik dengan nilai ordinat yang sama akan terhubung dalam satu garis horizontal yang sama. Garis yang membujur secara horizontal dan vertikal tersebut selanjutnya disebut sebagai grid (Gambar 2-6).

3) Fitur geografis

Fitur geografis merupakan kenampakan yang ada di permukaan bumi, baik yang bersifat alamiah maupun buatan, dan yang ditampilkan di atas permukaan peta. Fitur geografis yang bersifat alamiah antara lain: sungai, gunung, danau, selat, laut, dan garis kontur. Sedangkan yang termasuk dalam fitur geografis bersifat buatan antara lain: jalan, rel kereta api, bangunan, bandar udara, stasiun kereta, dan lain sebagainya.

2.5.2. Informasi tepi

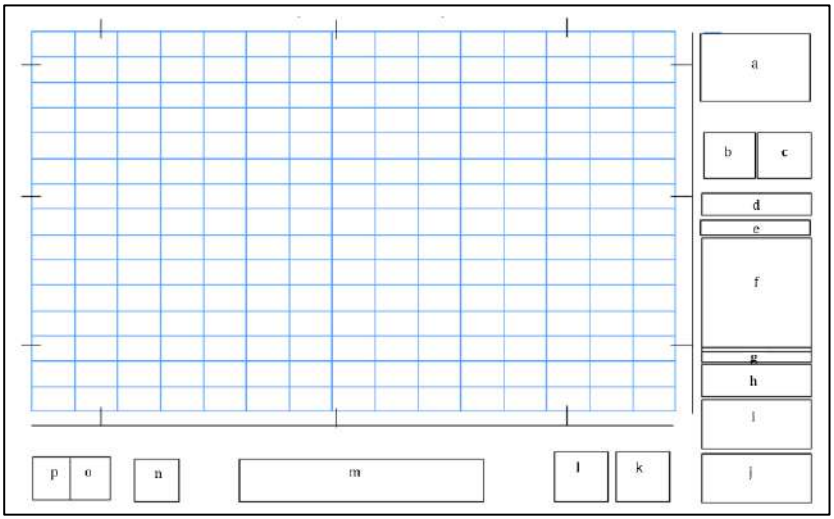
Bagian dari peta yang berfungsi sebagai tempat untuk menuangkan keterangan atau informasi yang ada di dalam muka peta disebut dengan informasi tepi. Sebagai tempat penjelas atas muka peta maka informasi tepi menjadi bagian yang tidak terpisahkan dari sebuah peta. Letaknya perlu diatur sedemikian rupa sehingga mudah dibaca, dipahami, dan menjadi daya tarik bagi pengguna peta. Riadika dalam Subagio (2002) menyebutkan terdapat 2 golongan informasi tepi peta dilihat dari letak penempatannya, yaitu informasi di daerah tepi peta dan informasi di daerah batas peta (Gambar 2-7).



Gambar 2-7. Informasi tepi peta ditinjau dari letak penempatan

Adapun keterangan atau informasi yang ada di dalam informasi tepi peta tergantung dari kebutuhan pengguna atau kemampuan pembuat peta. Dengan demikian antara produk peta satu dengan yang lain dimungkinkan berbeda dalam kelengkapan isi dari informasi tepi yang disajikan. Apabila merujuk pada

Standar Nasional Indonesia (SNI), terdapat 16 keterangan yang ada di informasi tepi Peta Rupa Bumi Indonesia (Gambar 2-8). Unsur-unsur penyusun informasi tepi tersebut antara lain:



Gambar 2-8. Keterangan didalam informasi tepi peta rupabumi
Sumber: SNI 6502.2:2010

1) Judul peta. Judul peta dibuat singkat, jelas, tidak menimbulkan penafsiran ganda, dan sesuai dengan tema peta. Pada peta RBI, di bagian judul ini dilengkapi pula dengan informasi skala peta, nomor lembar peta, dan edisi peta (Gambar 2-9). Skala yang dituliskan dibawah judul berupa skala numeris. Nomor lembar peta mengikuti sistem penomoran lembar peta rupa bumi skala tertentu. Berikutnya edisi terkait informasi luaran peta.
2) Petunjuk letak peta. Bagian ini menunjukkan posisi lembar peta atas wilayah yang dipetakan di muka peta terhadap lembar peta lainnya pada skala yang sama.
3) Diagram lokasi. Bagian ini menampilkan posisi lembar peta terhadap wilayah geografis yang lebih luas.
4) Sistem referensi geospasial. Bagian ini memberikan keterangan proyeksi, sistim grid, datum horizontal, datum vertikal, satuan tinggi, dan selang kontur (Gambar 2-9).

Penjelasan lebih lanjut perihal sistem referensi geospasial ada di sub bab 2.6.

Gambar 2-9. Judul, petunjuk letak peta, diagram lokasi, dan sistem referensi geospasial pada peta RBI

5) Instansi pembuat peta. Keterangan ini untuk menunjukkan instansi yang melaksanakan pengumpulan data, pengolahan data, dan penerbit peta.
6) Keterangan isi legenda. Berisikan simbol yang ada di dalam muka peta dan penjelasan/arti atas simbol dimaksud. Penjelasan lebih lengkap mengenai simbologi ada di sub bab 2.8.
7) Keterangan mengenai ibukota negara, ibukota provinsi, ibukota/kotamadya, ibukota kecamatan dan kota atau kampong lainnya.
8) Keterangan riwayat. Berisikan informasi mengenai riwayat pembuatan peta, meliputi instansi pembuat, data dasar yang digunakan, waktu pelaksanaan survey, dan keterangan tambahan mengenai data yang digunakan di peta.

9) Petunjuk pembacaan koordinat geografi. Berisi contoh pembacaan koordinat geodetik/geografi pada salah satu unsur yang tergambarkan di muka peta.

10) Petunjuk pembacaan koordinat UTM. Berisi contoh pembacaan koordinat sistem proyeksi UTM pada salah satu unsur yang tergambarkan di muka peta dan digunakan pula sebagai contoh untuk pembacaan koordinat geografi (Gambar 2-10).

Dibuat dicetak dan diedarkan oleh	:	Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (BAKOSURTANAL)
Dikompilasi dari	:	Foto Udara skala 1 : 30.000 tahun 1993/1994 secara Fotogrametri
Survey lapangan	:	Tahun 1996
Catatan	:	Peta ini bukan referensi resmi mengenai garis-garis batas administrasi nasional dan internasional. Jika terdapat kesalahan pada peta ini, harap memberitahukan kepada BAKOSURTANAL

PETUNJUK PEMBACAAN KOORDINAT GEOGRAFI

Contoh: . 144 G. Indrakila	TIMUR	SELATAN
Garis bujur pertama sebelah kiri titik terbaca	110°25'	
Perkiraan dari selang satu menit sampai ke titik tersebut	39"	
Garis lintang pertama sebelah atas titik tersebut terbaca		07°51'
Perkiraan dari selang satu menit sampai ke titik tersebut		45"
Koordinat geografi titik tersebut	λ = 110°25'39" T	
	φ = 07°51'45" S	

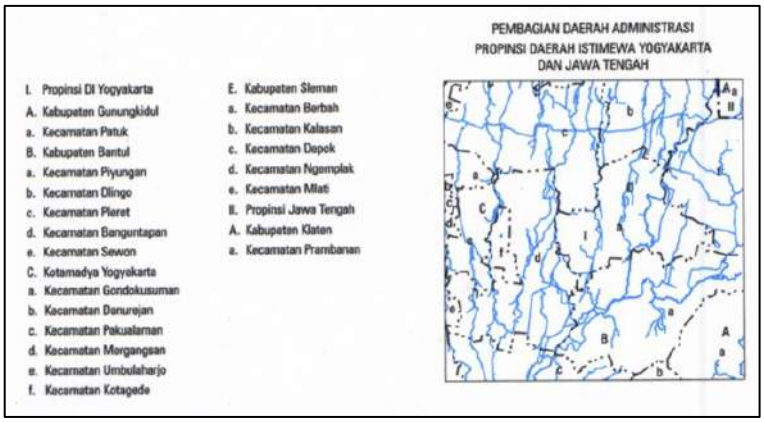
PETUNJUK PEMBACAAN KOORDINAT UTM

Sebagai pembatasan pembacaan di peta ialah	0,1 km	
Contoh: . 144 G. Indrakila	TIMUR	UTARA
Grid sebelah kiri dari titik tersebut terbaca	04 36	
Perkiraan dari satu garis skala grid ke titik tersebut	9	
Grid sebelah bawah dari titik tersebut terbaca		91 30
Perkiraan dari satu garis skala grid ke titik tersebut		9
ZONE UTM : 49	04 369	91 309
Koordinat UTM titik tersebut	T = 0436900 m	
	U = 9130900 m	

Gambar 2-10. Riwayat peta, petunjuk bacaan koordinat geografi, dan petunjuk bacaan koordinat UTM pada peta RBI

11) Gambaran pembagian daerah administrasi. Menampilkan kode pembagian daerah administrasi atas daerah yang terpetakan di muka peta pada tingkat kecamatan, kabupaten, dan provinsi.

12) Keterangan pembagian daerah administrasi. Berisikan keterangan atas kode daerah administrasi yang muncul pada gambaran pembagian administrasi (Gambar 2-11).



Gambar 2-11. Pembagian daerah administrasi dan keterangan kode administrasi

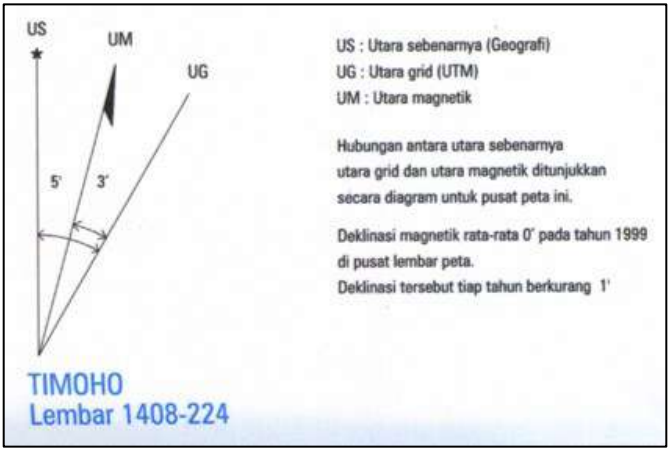
13) Skala peta. Menampilkan skala numeris dan skala grafis. Penjelasan lebih lanjut mengenai skala ada di sub bab 2.7.

14) Keterangan singkatan dan kesamaan arti. Berisikan keterangan atas penggunaan singkatan dan atas penggunaan istilah di dalam muka peta (Gambar 2-12).

Gambar 2-12. Keterangan atas penggunaan singkatan dan istilah di muka peta

15) Keterangan mengenai Utara Sebenarnya (US), Utara Grid (UG), dan Utara Magnetik (UM). Keterangan atas singkatan tiga jenis arah utara dan hubungan antara ketiganya (Gambar 2-13).

16) Bagan orientasi peta dan keterangan lembar peta. Menampilkan arah Utara Sebenarnya (US), Utara Grid (UG), dan Utara Magnetik (UM) pada daerah yang terpetakan pada lembar peta (Gambar 2-13). US atau utara sejati menunjukkan arah utara sebenarnya yang mengarah ke kutub utara sesuai dengan garis lintang bumi, UG menunjukkan arah utara yang sejajar garis grid pada sumbu ordinat, sedangkan UM menunjukkan arah utara kompas atau ke suatu lokasi tertentu yang berada di dekat kutub utara. Perbedaan ketiga sudut tersebut menimbulkan 3 sudut, yaitu sudut deklinasi (US dan UM), konvergensi meridian (US dan UG), dan konvergensi magnetis (UM dan UG).



Gambar 2-13. Tiga macam arah utara: utara sebenarnya, utara grid, dan utara magnetis

2.6. Sistem Referensi Geospasial

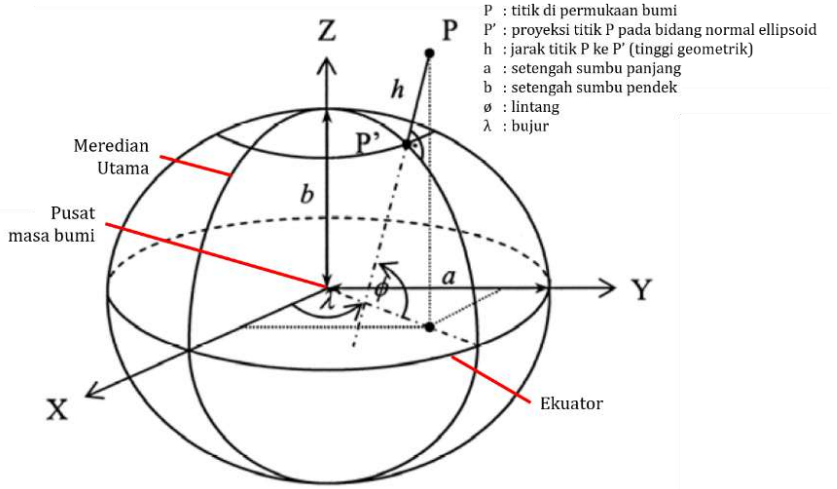
Di dalam Penjelasan Pasal 27 Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial, disebutkan bahwa sistem referensi geospasial adalah sistem referensi koordinat, datum geodesi, dan sistem proyeksi. Pengetahuan mengenai sistem referensi geospasial ini perlu diketahui seorang kartografer karena akan berpengaruh terhadap tingkat ketelitian peta yang dihasilkannya.

2.6.1. Sistem referensi koordinat

Sistem referensi koordinat merupakan suatu metode yang digunakan untuk penentuan posisi suatu unsur di permukaan bumi (Janssen, 2009). Lebih lanjut di dalam Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 disebutkan bahwa sistem referensi koordinat merupakan sistem koordinat geosentrik tiga dimensi dengan ketentuan berikut:

a. Titik pusat sistem koordinat berimpit dengan pusat massa bumi sebagaimana digunakan dalam *International Terrestrial Reference System* (ITRS);
b. Satuan dari sistem koordinat menggunakan Sistem Internasional; dan
c. Orientasi sistem koordinat bersifat *equatorial*, dimana sumbu Z searah dengan sumbu rotasi bumi, sumbu X merupakan perpotongan bidang ekuator dengan garis bujur yang melalui Greenwich, dan sumbu Y berpotongan tegak lurus terhadap sumbu X dan Z.

Berdasarkan pengertian tersebut, terdapat dua sistem yang digunakan untuk pendefinisian posisi yaitu sistem koordinat geografis dan sistem koordinat kartesian (Gambar 2-14).

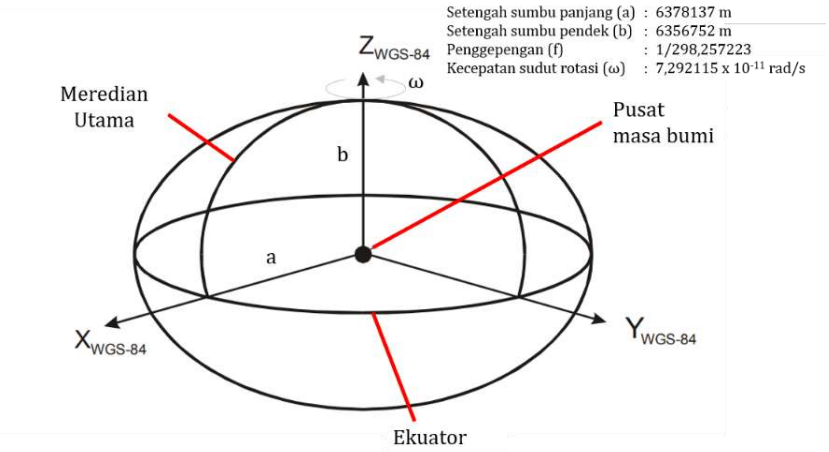


Gambar 2-14. Sistem koordinat ellipsoid
Sumber: Janssen, 2009

2.6.2. Datum geodesi

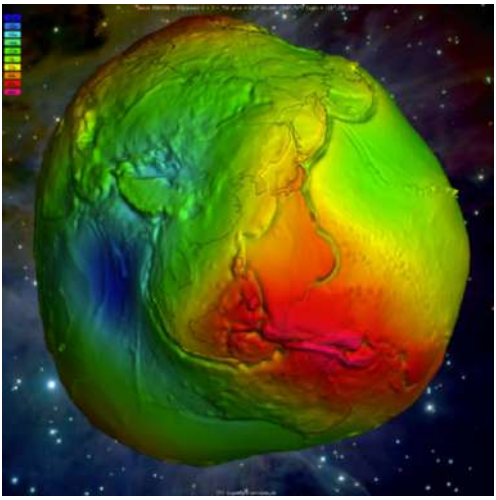
Datum geodesi adalah sistem referensi yang digunakan untuk pendefinisian nilai koordinat, termasuk nilai ketinggian (Dent dkk., 2009). Berdasarkan pengertian tersebut maka datum geodesi dibagi menjadi dua macam, yaitu datum horizontal dan datum vertikal. Wujud datum horizontal yang digunakan di Indonesia saat ini yaitu *World Geodetic System 1984* (WGS84), sedangkan datum vertikal yang digunakan yaitu *Indonesian Geoid* (InaGeoid).

WGS84 merupakan model bumi berbentuk ellipsoid yang digunakan secara internasional (ICAO, 2002). Model dan parameter WGS84 sampai saat ini dianggap masih ideal untuk keperluan penentuan posisi karena dianggap memiliki ukuran yang mendekati ukuran bumi (Gambar 2-15). Di dalam kegiatan pendaftaran tanah, penggunaan WGS84 sebagai datum horizontal untuk pemetaan bidang tanah sudah diatur dalam Pasal 3 Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional (PMNA/KBPN) Nomor 3 Tahun 1997 tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah.



Gambar 2-15. WGS84 dan sistem referensi koordinat 3 dimensi
Sumber: Peraturan BIG Nomor 13 Tahun 2021

Berikutnya dalam hal penentuan tinggi secara teliti, datum vertikal yang saat ini diakui secara nasional melalui Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 13 Tahun 2021 yaitu InaGeoid. Seiring dengan adanya dinamika bumi maka InaGeoid yang saat ini digunakan yaitu InaGeoid2020 versi 2.0. Model geoid terbaru tersebut diperoleh dari gabungan antara: (1) data gayaberat, yang diperoleh dari hasil survei gayaberat terestris maupun *airborne*; (2) model geoid global, yaitu *Earth Gravity Model 2008* (EGM2008) seperti pada Gambar 2-16; dan (3) data ketinggian, didapatkan dari data *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) 30 meter (BIG, 2023). Sampai dengan buku ini dibuat, InaGeoid2020 versi 2.0 belum dapat diakses oleh publik. Dalam kegiatan pendaftaran tanah di Indonesia, penggunaan geoid belum dimanfaatkan karena sistem pendaftaran tanah masih menggunakan sistem 2 dimensi atau belum menggunakan unsur tinggi orthometrik.

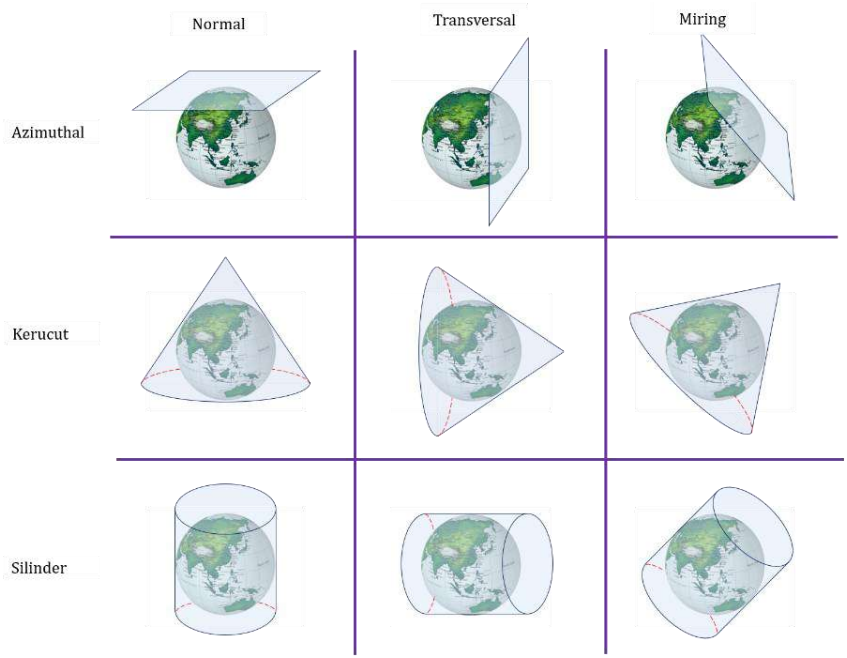


Gambar 2-16. Model bumi geoid EGM2008
Sumber: ICGEM, 2024

2.6.3. Sistem proyeksi

Proyeksi peta merupakan fungsi yang memberikan relasi antara koordinat di atas permukaan bumi dan koordinat di atas peta (Dent dkk, 2009). Sistem proyeksi dapat dibedakan berdasarkan bentuk bidang proyeksi, letak sumbu simetri bidang

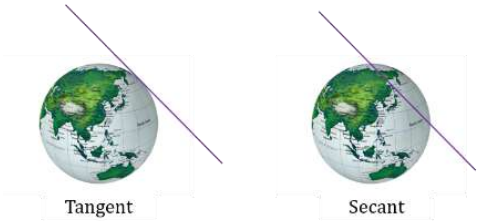
proyeksi, kedudukan bidang proyeksi, dan ketentuan geometrik yang akan dipenuhi. Ditinjau dari bentuk bidang proyeksi, terdapat tiga macam bentuk yaitu: (1) proyeksi datar atau azimuthal, dengan sumbu simetrinya melalui pusat bumi dan tegak lurus terhadap bidang proyeksi; (2) proyeksi kerucut, dengan sumbu simetrinya sejajar sumbu rotasi bumi dan melalui pusat bumi; dan (3) proyeksi silinder, dengan sumbu simetrinya sejajar sumbu rotasi bumi dan melalui pusat bumi. Selanjutnya ditinjau dari letak atau posisi sumbu simetri dapat dibagi dalam tiga jenis, yaitu: (1) proyeksi normal, sumbu sumetri bidang proyeksi berimpit dengan sumbu bumi; (2) proyeksi transversal, sumbu sumetri bidang proyeksi tegak lurus terhadap sumbu bumi; dan (3) proyeksi miring, sumbu sumetri bidang proyeksi membentuk sudut sumbu bumi. Gambar 2-17 berikut ini menunjukkan ilustrasi bentuk bidang proyeksi dan letak sumbu simetri bidang proyeksi dimaksud.



Gambar 2-17. Bentuk dan letak sumbu simetri bidang proyeksi

Ditinjau dari kedudukan bidang proyeksi terhadap bumi, bidang proyeksi dapat dibagi dalam dua macam yaitu: (1) proyeksi

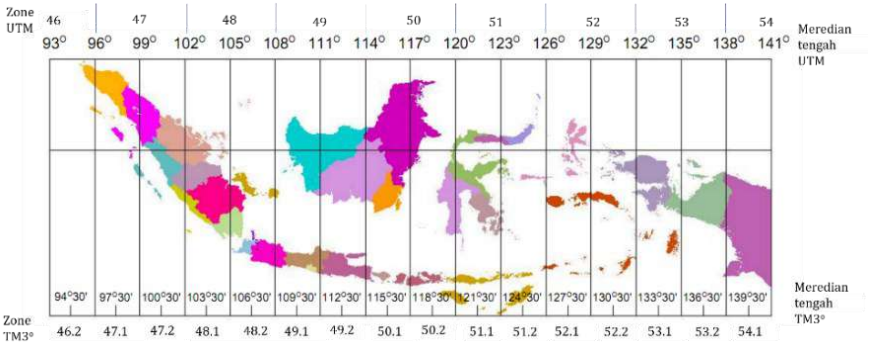
tangent, jika bidang proyeksi bersinggungan dengan permukaan bumi; dan (2) proyeksi secant, jika bidang proyeksi berpotongan dengan permukaan bumi (Gambar 2-18). Sedangkan ditinjau dari kententuan geometri dapat dibagi dalam: (1) ekuidistan, hasil proyeksi mempertahankan jarak; (2) ekuivalen, hasil proyeksi mempertahankan luas; dan (3) konform, hasil proyeksi mempertahankan bentuk dan sudut.



Gambar 2-18. Kedudukan bidang proyeksi terhadap bumi

Adapun bidang proyeksi yang digunakan di Indonesia secara umum yaitu *Universal Transverse Mercator* (UTM). Prihandito (1988) menyebutkan proyeksi UTM sebagai berikut:

1) berbentuk silinder, konform, transversal, dan memotong bumi pada dua buah meridian (secant), sehingga memiliki batas paralel atas dan paralel bawah yang ada di 84° LU dan 80° LS;



Gambar 2-19. Pembagian nomor zone UTM dan TM3 di Indonesia

2) lebar zone sebesar 6°, sehingga bumi akan terbagi dalam 60 zone yang dimulai dari meridian 180° BB dan 174° BB sebagai zone nomor 1 dan dilanjutkan ke arah timur sampai

zone nomor 60. Indonesia terletak pada zone nomor 46 sampai nomor 54 (Gambar 2-19);

3) tiap zone memiliki meridian tengah sendiri;
4) perbesaran di meridian tengah sebesar 0,9996; dan
5) titik nol semu pada meridian tengah adalah absis (X) = 500.000 m, sedangkan nilai ordinat (Y) di ekuator untuk bagian utara ekuator (LU) dan bagian selatan ekuator (LS) berturut bernilai 0 m dan 10.000.000 m.

Namun demikian, untuk keperluan pendaftaran tanah sistem proyeksi yang digunakan oleh Kementerian ATR/BPN bukan UTM melainkan *Transverse Mercator* (TM) dengan lebar zone sebesar 3°, yang selanjutnya lebih dikenal dengan sebutan TM3°. Penggunaan TM3° sebagai sistem proyeksi untuk pemetaan pendaftaran tanah diatur lebih lanjut di dalam Pasal 3 PMNA/KBPN Nomor 3 Tahun 1997. Berdasarkan peraturan tersebut ciri-ciri proyeksi TM3° sebagai berikut:

1) berbentuk silinder, konform, tangent, dan transversal;
2) meridian sentral terletak 1,5° di timur dan di barat meridian sentral zone UTM, sehingga 1 zone UTM akan terbagi menjadi dua zone (Gambar 2-19);
3) besaran faktor skala di meridian tengah sebesar 0,9999;
4) titik nol semu yang digunakan pada meridian tengah adalah absis (X) = 200.000 m dan ordinat (Y) = 1.500.000 m.

2.7. Skala Peta

Skala merupakan perbandingan jarak secara horizontal dua buah titik di atas peta dan di atas permukaan bumi, dengan menggunakan sistem satuan yang sama (Dent dkk., 2009). Secara matematis pengertian tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$$skala\ peta = \frac{jarak\ peta}{jarak\ bumi}$$

Berikut beberapa contoh hitungan yang berkaitan dengan skala peta:

1) Mencari jarak di bumi

   Sebuah peta memiliki skala 1:100.000.

Skala tersebut memiliki arti, jarak 1 cm di atas peta sama dengan jarak 100.000 cm di atas permukaan bumi.

Apabila kota A dan kota B memiliki jarak di atas peta sebesar 4,5 cm maka jarak sesungguhnya dapat dihitung sebagai berikut.

$$jarak\ bumi = \frac{jarak\ peta}{skala\ peta}$$
$$= \frac{4{,}5}{1/100.000}$$
$$= 450.000$$

Jadi, jarak sesungguhnya kota A dan kota B yaitu *450.000 cm* atau *4.500 m* atau *4,5 km*.

2) Mencari jarak di atas peta

Sebuah peta memiliki skala 1:50.000. Jika jarak kota C dan kota D sejauh 2,75 km maka jarak di atas peta dapat dihitung sebagai berikut.

2,75 km = 275.000 cm

$$jarak\ peta = skala\ peta \times jarak\ bumi$$
$$= \frac{1}{50000} \times 275000$$
$$= 5{,}5$$

Jadi, jarak kota C dan kota D di atas peta yaitu *5,5 cm*.

3) Mencari skala peta

Jarak kota E dan kota F di lapangan yaitu 1,80 km. Apabila di atas peta kedua kota berjarak 1,80 cm maka skala peta dapat dihitung sebagai berikut.

1,80 km = 180.000 cm

$$skala\ peta = \frac{jarak\ peta}{jarak\ bumi}$$
$$= \frac{1{,}80}{180000}$$
$$= 0{,}00001 = \frac{1}{10000}$$

Jadi, skala peta yaitu *1:10.000*.

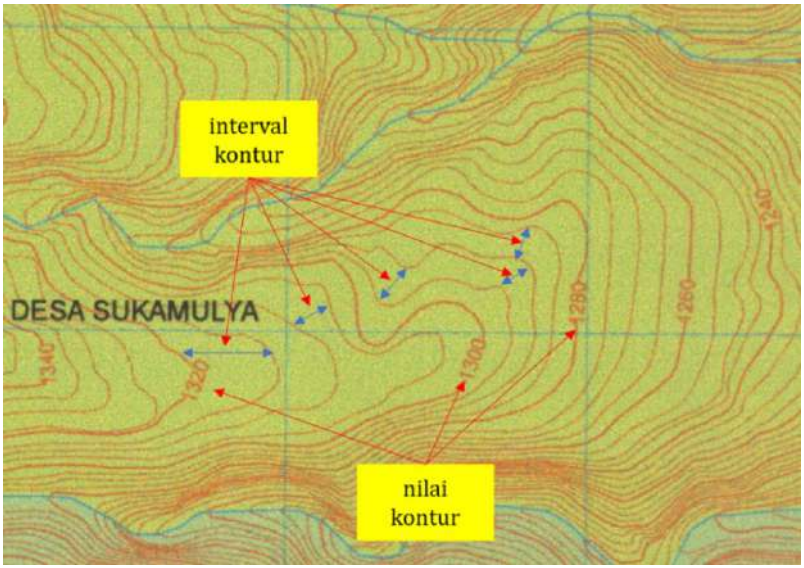
Selain berelasi terhadap jarak, skala juga berhubungan dengan nilai interval kontur. Interval kontur yaitu beda tinggi

antar garis kontur yang berurutan (Gambar 2-20). Hubungan keduanya dapat dituliskan dalam bentuk persamaan berikut:

$$interval\ kontur\ (ik) = \frac{1}{2000} \times penyebut\ skala$$

Contoh:

Pada Gambar 2-20 menunjukkan kondisi kontur di suatu wilayah. Berdasarkan gambar tersebut maka skala peta dapat dihitung dengan urutan cara berikut.



Gambar 2-20. Kondisi kontur di Desa Sukamulya Kecamatan Cugenang
Sumber: Bakosurtanal, 1999

a. Hitung interval kontur, dengan menggunakan rumus

$$ik = \frac{nk_{i+1} - nk_i}{jgk + 1}$$

ik : interval kontur

nk_i : nilai kontur ke-i

nk_{i+1} : nilai kontur setelah kontur ke-i

jgk : jumlah garis kontur antara nk_i dan nk_{i+1}

Berdasarkan Gambar 2-20 maka interval konturnya sebesar:

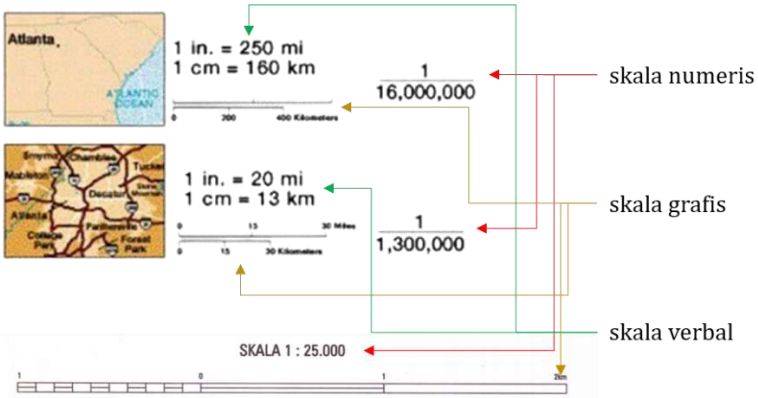
$$ik = \frac{1300 - 1280}{3 + 1}$$

$$ik = 5\ m$$

b. Hitung skala. Jika interval kontur Gambar 2-20 sebesar 5 m maka skala petanya diperoleh dengan hitungan 1: (2000 x 5) atau sebesar 1:10.000

Penulisan skala dalam sebuah peta dapat disajikan dalam tiga bentuk, yaitu: (1) skala numeris; (2) skala grafis atau skala bar; dan (3) skala verbal (Gambar 2-21). Pada sejumlah peta, skala grafis digambarkan bersamaan dengan skala numeris karena alasan berikut:

1) Lebih komunikatif. Beberapa pembaca kurang memahami sistem satuan yang digunakan pada skala numeris. Di Gambar 21 dapat dilihat penulisan skala numeris tidak disertai dengan sistem satuan panjang. Dengan adanya sistem satuan, penggunaan skala grafis akan lebih memudahkan pembaca peta memperkirakan jarak sesungguhnya di lapangan baik dalam satuan mil, kilometer, atau meter.



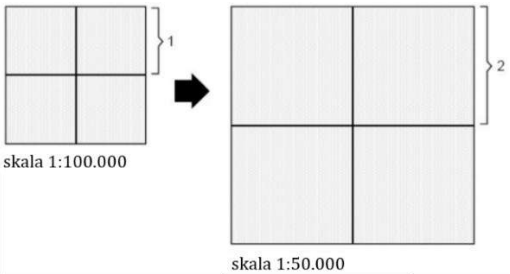
Gambar 2-21. Tiga bentuk penyajian skala peta

2) Menampilkan perbandingan jarak yang semestinya. Peta untuk kepentingan tertentu akan direproduksi kembali, baik dalam ukuran yang sama ataupun berbeda. Reproduksi pada ukuran yang berbeda dapat menyebabkan peta mengalami pembesaran atau pengecilan dari ukuran sebenarnya. Jika hal tersebut terjadi maka skala numeris tidak dapat digunakan sebagai rujukan untuk hitungan jarak. Keberadaan skala grafis dapat digunakan untuk

menunjukkan adanya perubahan nilai perbandingan jarak tersebut.

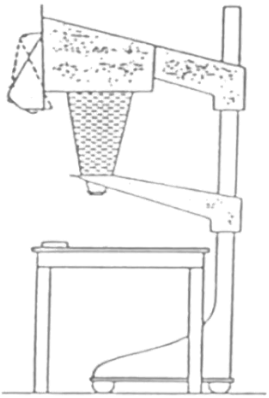
Terkait dengan perubahan nilai skala, terdapat beberapa alat atau cara untuk melakukan perubahan nilai skala. Berikut alat atau cara yang bisa digunakan:

1) Sistem grid bujur sangkar. Sistem ini dilakukan dengan cara membuat grid berbentuk bujur sangkar di atas peta. Selanjutnya di media gambar baru dibuat grid bujur sangkar dengan ukuran yang disesuaikan dengan maksud perubahan nilai skala, diperkecil atau diperbesar. Grid yang dibuat pada media gambar baru tersebut akan membantu dalam proses pemetaan. Gambar 2-22 menunjukkan pembuatan sistem grid pada perbesaran skala.



Gambar 2-22. Perbesaran skala dengan sistem grid

2) Alat map-o-graph. Alat ini dilengkapi dengan alat optik yang ada di dalamnya, berupa lensa yang dapat digerakkan ke atas maupun ke bawah (Gambar 2-23). Alat ini termasuk dalam salah satu tipe *optical pantograph*. Metode ini mulai ditinggalkan karena keterbatasan alat.



Gambar 2-23. Map-o-graph

3) Alat pantograph. Alat ini terdiri dari tiga bagian utama, yaitu lengan, kaca pengamat, dan tempat pensil (Gambar 2-24). Pembesaran atau pengecilan skala dilakukan dengan cara mengatur lengan pantograph.

Gambar 2-24. Pantograph

4) Secara digital. Keberadaan data digital, *hardware* dan *software* pengolah data, serta didukung kemampuan sumberdaya manusia yang kompeten semakin memudahkan pembesaran maupun pengecilan skala peta. Proses perubahan nilai skala secara digital ini lebih mudah dilakukan dibandingkan ketiga cara sebelumnya.

2.8. Pekerjaan Kartografi

Berkaitan dengan pengertian kartografi sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, dapat dikatakan bahwa pekerjaan kartografi merupakan pekerjaan yang terjadi secara

berkesinambungan (Gambar 2-25). Robinson dkk. (1995) mengemukakan lingkup pekerjaan kartografi, yaitu: (1) pengumpulan dan seleksi data; (2) manipulasi dan generalisasi data; (3) perancangan peta; (4) penyajian dan reproduksi peta; dan (5) revisi peta. Sepanjang masih ditemukan dinamika kondisi lingkungan, dinamika teknologi pada pembuatan peta, dan dinamika kebutuhan informasi geospasial maka pekerjaan pembuatan peta tidak akan pernah berhenti.

Gambar 2-25. Lingkup pekerjaan kartografi yang berkesinambungan

Di dalam setiap pelaksanaan kegiatannya, kartografer wajib mematuhi kaidah kartografi yang berlaku. Kaidah kartografi yaitu seperangkat ketentuan yang digunakan sebagai dasar dalam pembuatan peta (Kertanegara, 2013). Dengan mentaati kaidah maka peta akan menjadi lebih informatif. Berikut ini akan diuraikan setiap pekerjaan kartografi yang dikaitkan dengan salah satu kaidah kartografi yang berlaku di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN), yaitu Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria (NSPK) untuk Pemetaan Tematik. NSPK yang digunakan dalam pembahasan ini yaitu NSPK 2012 dan NSPK 2021.

2.8.1. Pengumpulan dan seleksi data

Di dalam sub bab 2.1 secara singkat telah dijelaskan bahwa terdapat berbagai macam metode untuk pengumpulan data spasial maupun non spasial. Berhubungan dengan kegiatan pengumpulan data tersebut, seorang kartografer dituntut untuk memahami ilmu geodesi karena setiap metode pengumpulan data akan menghasilkan data yang berbeda-beda. Contoh: pengukuran metode terestris polar akan diperoleh data sudut dan jarak, metode ekstraterestris akan diperoleh data koordinat, dan metode fotogrammetri diperoleh data format *raster image*. Setiap data yang dihasilkan di setiap metode memiliki satuan, format, dan perlakuan yang berbeda dalam proses pengolahannya. Tidak hanya ilmu terkait geodesi, kartografer juga setidaknya memahami ilmu lain yang terkait dengan data atau informasi yang akan disajikan dalam sebuah peta. Berangkat dari pemahaman tersebut maka seorang kartografer akan mampu memilih metode yang tepat dalam proses pengumpulan data dan metode yang paling sesuai dengan produk peta yang akan dihasilkannya.

Tabel 2-1. Penggunaan Resolusi Citra

Skala	Resolusi Spasial	Akurasi
1 : 100.000	30 m	50 m
1 : 50.000	20 m	25 m
1 : 25.000	10 m	12,5 m
1 : 10.000	2,5 m	5 m
1 : 5.000	1 m	2,5 m
1 : 3.000	0,61 m	1,5 m
1 : 2.500	0,5 m	1 m

Sumber: NSPK 2012 (Direktorat Pemetaan Tematik, 2012)

Pasca data dikumpulkan, pekerjaan selanjutnya yaitu seleksi dan kompilasi data. Di tahapan ini kartografer dituntut mampu memilih dan menata data. Data yang mengandung kesalahan tentu akan dieliminir supaya tidak berpengaruh terhadap kualitas peta yang dihasilkan. Data yang dipilih merupakan data yang presisi atau mendekati nilai yang sebenarnya. Data yang telah diseleksi

selanjutnya ditata atau diurutkan sesuai dengan tema, kluster, atau kategori tertentu.

Di dalam NSPK Tematik 2012 maupun NSPK Tematik 2021, pengumpulan data diawali dengan tahap persiapan berupa penyiapan peta kerja dari citra satelit atau foto udara yang dikompilasikan dengan sejumlah data spasial lainnya, seperti data kawasan hutan, administrasi wilayah, peta pendaftaran, dan data-data lain yang dibutuhkan. Pada tahap ini seorang kartografer dituntut untuk mampu menyiapkan peta kerja secara lengkap yang berisi data-data terkait beserta peta dasarnya berupa citra satelit atau foto udara yang memiliki resolusi atau tingkat ketelitian sesuai dengan petunjuk yang berlaku (Tabel 2-1). Di sisi lain dalam proses pembuatan peta kerja tersebut dipastikan seluruh data yang disajikan berada dalam sistem referensi geospasial yang sama sehingga selanjutnya bisa dilakukan tumpang susun data.

Tabel 2-2. Pengaturan Layer Penggunaan Tanah

Label	Kode RGB			Simbol	1: 100 K	1 : 50K	1 : 25K	1 : 10K	1:5K	1: 2K	1: 1K
Perkampungan	255	164	164		v						
Kampung	255	164	164			v					
Kampung Padat	255	164	164				v				
Kampung Padat Teratur	255	164	164					v			
Kampung Padat Teratur Kepadatan Tinggi	255	164	164						v		
Rumah Tinggal pada Kampung Padat Teratur Kepadatan Tinggi	255	164	164							v	
Rumah Tinggal Vertikal pada Kampung Padat Teratur Kepadatan Tinggi	255	164	164								v
Rumah Tinggal Horizontal pada Kampung Padat Teratur Kepadatan Tinggi	255	164	164								v
Rumah Toko pada Kampung Padat Teratur Kepadatan Tinggi	255	164	164							v	
Rumah Toko Vertikal pada Kampung Padat Teratur Kepadatan Tinggi	255	164	164								v
Rumah Toko Horizontal pada Kampung Padat Teratur Kepadatan Tinggi	255	164	164								v
Rumah Kantor pada Kampung Padat Teratur Kepadatan Tinggi	255	164	164							v	
Rumah Kantor Vertikal pada Kampung Padat Teratur Kepadatan Tinggi	255	164	164								v

Sumber: NSPK 2012 (Direktorat Pemetaan Tematik, 2012)

Tabel 2-3. Struktur Data Penggunaan Tanah

Nama Field	Tipe Data Field	Lebar Field	Desimal	Keterangan
FID				*Automated generated by* ArcGIS
Shape				
Object ID	Long Integer			
Penggunaan	Text	50		Jenis penggunaan tanah
Catatan_guna				Informasi/catatan mengenai penggunaan tanah
Pemanfaatan				Jenis pemanfaatan tanah
Luas	Double			Luas dalam hektar
Penguasaan	Text	50		Jenis penguasaan tanah
Keterangan		254		Keterangan yang diperlukan

Sumber: NSPK 2021 (Direktorat Pemetaan Tematik, 2021)

Berikutnya seleksi data dilaksanakan pada tahap penyiapan peta kerja dan pasca pengumpulan data. Pada tahap penyiapan peta kerja, seleksi dilakukan dengan cara memilih data-data tertentu yang akan disajikan dalam peta kerja. Pasca pengumpulan data, seleksi data dilakukan dengan cara mentabulasikan data, membuat layer berdasar kategori tertentu, dan membuat struktur data. Tabel 2-2 dan Tabel 2-3 berikut ini akan menampilkan contoh pengaturan layer penggunaan tanah dan pembuatan struktur data penggunaan tanah berdasarkan NSPK yang berlaku.

2.8.2. Manipulasi dan generalisasi data

Manipulasi merupakan teknik pemilihan dan penggunaan model, simbol, warna, atau pola tertentu untuk merepresentasikan data spasial maupun data non spasial yang ada di permukaan bumi. Gambar 2-26 menampilkan contoh manipulasi penggunaan model data statistik dan warna dataran. Jumlah cadangan minyak bumi pada gambar tersebut direpresentasikan dalam bentuk ellips, semakin besar jumlah cadangan minyak maka semakin besar pula dimensi ellipsnya.

Gambar 2-26. Penggunaan manipulasi data pada peta cadangan minyak bumi Indonesia tahun 2013
Sumber: Indonesian Petroleum Association, 2014

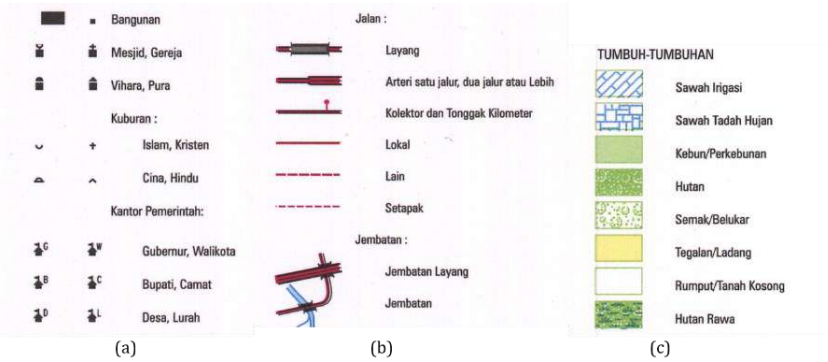
Terkait dengan penggunaan simbol, terdapat tiga bentuk dasar simbol peta yang merepresentasikan tipe data spasial. Ketiga bentuk tersebut yaitu:

a. Titik. Simbol bentuk titik digunakan untuk menunjukkan posisi atau lokasi suatu unsur (Gambar 2-27a). Selain dipengaruhi oleh maksud/tujuan tersebut, penggunaan simbol titik dipengaruhi pula oleh skala peta. Sebagai contoh suatu pusat pemerintahan wilayah pada skala 1:1.000 tergambarkan dalam bentuk area, sedangkan pada skala 1:1.000.000 akan tergambarkan dalam bentuk titik. Simbol bentuk titik ini dapat digambarkan dengan jenis simbol piktorial, geometrikal, maupun huruf atau angka.

b. Garis. Simbol garis digunakan untuk menunjukkan unsur geografis yang bentuknya memanjang (Gambar 2-27b). Sebagai contoh jalan, sungai, rel, dan lain sebagainya. Seperti halnya simbol titik, penggunaan simbol garis tergantung pula pada skala peta. dan dalam penggambarannya dapat berupa simbol pictorial, geometri, maupun huruf/angka

c. Area. Simbol area digunakan untuk menampilkan unsur geografis yang memiliki area atau luasan. Di Gambar 2-27c ditampilkan contoh area sawah irigasi, hutan, tegalan, dan

seterusnya. Simbologi pada bentuk area dapat menggunakan warna atau pola tertentu. Sebagai contoh pada Tabel 1-4 yang menampilkan pengaturan komposisi warna maupun pola untuk setiap jenis penggunaan tanah.



Gambar 2-27. Simbol dengan bentuk dasar titik (a), garis (b), dan area (c)

Berdasarkan bentuk data tersebut selanjutnya simbol dapat dimanipulasi dengan beberapa jenis simbol berikut:

1) Piktorial atau simbol gambar. Simbol ini memiliki kesesuaian dengan unsur geografis yang diwakilinya, sehingga pembaca peta akan dengan mudah mengenali maksud simbol tersebut tanpa perlu membaca legenda. Namun demikian, terdapat beberapa kekurangan dari penggunaan simbol ini yaitu: (1) sulit digambarkan; (2) butuh ruang untuk penggambaran dan berpotensi menutupi detail di sekitarnya; dan (3) sulit diletakkan pada posisi yang sebenarnya. Contoh penggunaan simbol piktorial antara lain: stasiun kereta, bandar udara, pelabuhan, tambang, dan pembangkit listrik (Gambar Gambar 2-28).

Gambar 2-28. Contoh simbol piktorial

2) Geometrik atau simbol abstrak. Simbol ini memiliki bentuk yang teratur namun tidak merepresentasikan unsur geografis yang diwakilinya. Berhubung bentuknya yang teratur maka simbol ini mudah digambarkan, mudah

ditempatkan, dan cenderung tidak menutupi detail lainnya. Namun, pengguna peta perlu membaca legenda untuk mengetahui makna simbol karena bentuknya yang kurang atau tidak representatif. Contoh penggunaan simbol geometrik antara lain: ibukota negara, ibukota kabupaten/kota, tugu batas, titik tinggi, dan tanda tinggi geodesi (Gambar 2-29).

Gambar 2-29. Contoh simbol geometri

3) Huruf atau angka. Simbol ini disusun dari gabungan huruf atau angka yang menunjukkan akronim atau huruf depan dari unsur yang diwakilinya (Gambar 2-30). Penggunaan simbol ini mudah digambarkan dan mudah untuk dipahami. Namun, dimungkinkan menimbulkan salah tafsir apabila muncul teks lain. Selain itu butuh tempat yang agak besar dan akan menutupi informasi detail lainnya.

Gambar 2-30. Contoh simbol huruf

Dalam hal tertentu, data yang telah mengalami manipulasi dilakukan generalisasi. Generalisasi yaitu penyederhanaan atau reduksi kenampakan yang ada di dalam peta dengan tetap mempertahankan ciri atau karakteristik utama peta sehingga informasi penting yang akan disajikan dapat dilihat dengan jelas. Penyederhanaan ini muncul sebagai akibat dari: (1) isi di dalam muka peta yang bertambah padat; (2) keterbatasan kemampuan pandangan mata; dan (3) tuntutan terhadap kebutuhan informasi peta dan kemudahan dalam proses reproduksi. Adapun faktor yang berpengaruh terhadap generalisasi yaitu: (1) skala, bahwa semakin kecil skala peta yang digunakan maka potensi penyederhanaan informasi yang ditampilkan dalam sebuah peta akan semakin besar. Contoh: tampilan peta pendaftaran tanah pada skala 1:500 tentu akan berbeda dengan peta pendaftaran tanah skala 1:10.000; dan (2) maksud dan tujuan pemetaan,

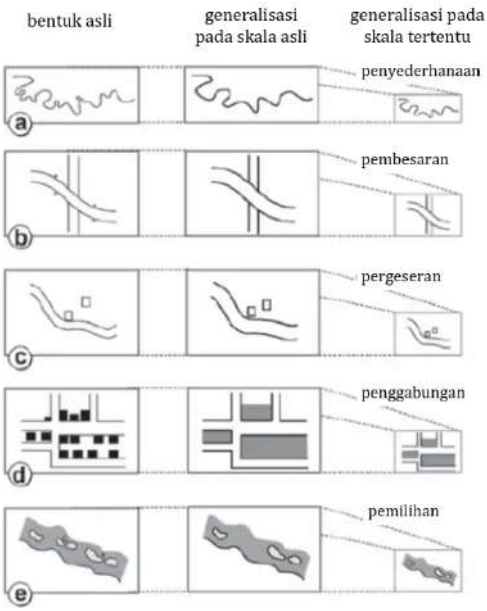
bahwa semakin umum tingkatan informasi yang dibutuhkan maka penyederhanaan informasi akan semakin besar. Contoh: tampilan peta sebaran fasilitas sarana-prasarana publik akan berbeda dengan peta keterlayanan fasilitas publik bagi suatu daerah.

Pada tahapan generalisasi ini, seorang kartografer tidak hanya dituntut untuk memiliki pengetahuan terkait penggunaan elemen atau unsur yang ada didalam peta namun juga pengetahuan terkait data yang akan ditampilkan. Dengan demikian esensi sebuah informasi tetap dapat diperoleh dengan jelas namun tidak menghilangkan ciri atau karakteristik informasi lainnya. Adapun tipe generalisasi adalah sebagai berikut:

1) Generalisasi geometris

Yaitu penyederhanaan terhadap bentuk geometri suatu kenampakan unsur. Generalisasi tipe ini tidak berpengaruh terhadap jenis dan penataan simbol. Simbol titik akan tetap berupa titik, polygon akan tetap berupa polygon, dan garis putus akan tetap berupa garis putus. Tipe ini terdiri dari: (1) penyederhanaan (*simplification*); (2) pembesaran (*enlargement*); (3) pemindahan (*displacement*); (4) penggabungan (*merging*); dan (5) pemilihan (*selection*).

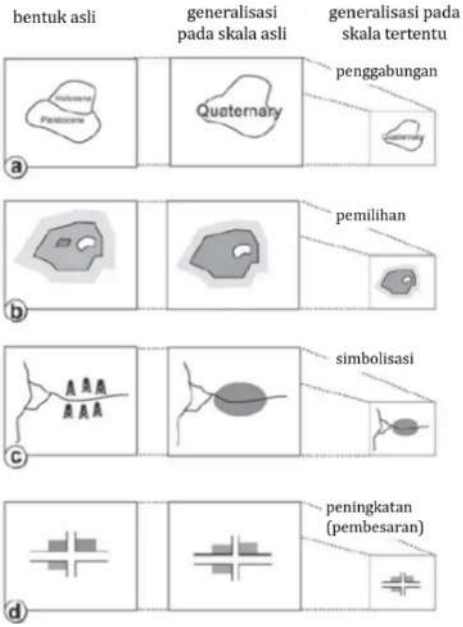
Contoh jenis penyederhanaan terlihat pada tebing atau bantaran sungai (Gambar 2-31a). Penyederhanaan terhadap tebing atau bantaran sungai tidak merubah gambaran karakter asli sungai. Pada hasil penyederhanaan tetap terlihat adanya meander sungai. Berikutnya contoh jenis pembesaran terlihat pada kenampakan jalan raya (Gambar 2-31b). Pembesaran ini dilakukan supaya bentuk jalan akan tetap terlihat ketika skala peta diperkecil.



Gambar 2-31. Lima jenis generalisasi geometris
Sumber: Martanto dan Suhattanto, 2019

Pada Gambar 2-31c menampilkan contoh kenampakan simbol bangunan akibat adanya perbesaran simbol jalan. Pergeseran ini dilakukan apabila untuk tujuan tertentu gambar jalan akan lebih ditonjolkan. Kemudian penggabungan pada Gambar 2-31d terlihat pada kenampakan sejumlah bangunan pada satu kesatuan blok. Penggabungan dari sejumlah bangunan dalam satu kesatuan blok dapat dilakukan apabila akan menonjolkan informasi mengenai daerah terbangun atau kawasan dengan tipe penggunaan tanah yang sama. Apabila di antara rumah-rumah tersebut tidak lagi berupa lahan pertanian yang produktif maka dimungkinkan untuk dijadikan jenis penggunaan tanah yang sama, misalnya untuk penggunaan tanah pekarangan. Selanjutnya di Gambar 2-31e menampilkan contoh kenampakan pulau kecil yang dipilih untuk tidak ditampilkan pada suatu lembar peta. Apabila pulau itu tetap dimunculkan dapat mengganggu

kenampakan pulau lain yang ukurannya lebih besar dan memiliki informasi lain yang lebih banyak.



Gambar 2-32. Empat jenis generalisasi konseptual
Sumber: Martanto dan Suhattanto, 2019

2) Generalisasi konseptual

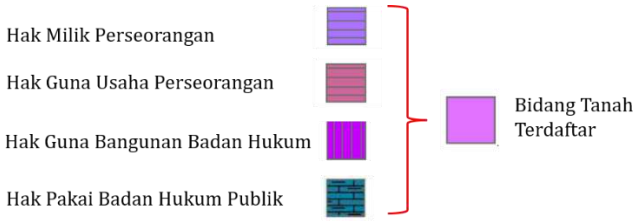
Yaitu penyederhanaan yang berakibat pada perubahan jenis dan penataan simbol. Hal ini terjadi karena penyederhanaan dilakukan melalui konsep atau metode tertentu yang dipilih. Berkaitan dengan penggunaan konsep atau metode tertentu tersebut maka seorang kartografer tidak bisa bekerja mandiri, butuh orang lain yang ahli di bidangnya. Generalisasi tipe ini terdiri dari: (1) penggabungan (*merging*); (2) pemilihan (*selection*); (3) simbolisasi (*symbolization*); dan (4) pembesaran (*exaggeration*).

Gambar 2-32a menampilkan contoh penggabungan 2 jenis sedimentasi. Pada gambar tersebut, sedimentasi holosen dan pleistosen selanjutnya dikategorikan ke dalam zaman geologi kuarter karena adanya perubahan tema peta yang akan dihasilkan. Berikutnya di Gambar 2-32b menjadi

contoh pemilihan bidang tanah yang sudah terdaftar atau belum terdaftar. Apabila pengguna menghendaki informasi bidang tanah yang terdaftar (warna terang) maka informasi bidang tanah yang belum terdaftar (warna gelap) dapat dihilangkan atau tidak dimunculkan.

Gambar berikutnya menampilkan contoh penggunaan simbologi baru pada daerah yang terlayani sinyal radio (Gambar 2-32c). Peta yang semula menampilkan simbol titik-titik lokasi sebaran *Base Transceiver Station* (BTS) diubah menjadi simbol area yang terlayani jaringan telekomunikasi. Terakhir adalah contoh pembesaran atau penonjolan bagian jalan (Gambar 2-32d). Penonjolan simbol dilakukan karena informasi keberadaan jalan tersebut dianggap dibutuhkan. Di dalam penggunaan pembesaran atau penonjolan ini diperlukan kehati-hatian karena akan berpengaruh terhadap letak atau posisi simbol-simbol lain yang ada di sekitarnya.

Pengaturan mengenai manipulasi dan generalisasi juga diatur dalam NSPK Tematik 2012. Berikut ini contoh penggunaan simbologi untuk beberapa jenis hak yang selanjutnya digeneralisasi menjadi simbol bidang tanah terdaftar (Gambar 2-33).



Gambar 2-33. Manipulasi dan generalisasi untuk layer pemilikan tanah

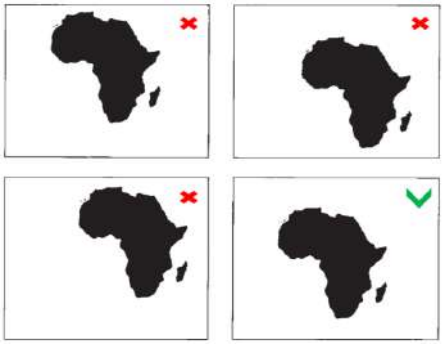
2.8.3. Perancangan peta

Pada tahapan ini kartografer dituntut untuk mampu membuat rancangan atau komposisi sebuah peta. Dent,dkk (2009) mengemukakan bahwa sejumlah unsur atau elemen penyusun

peta, seperti judul, skala, simbol, dan lain sebagainya, ditata sedemikian rupa sehingga akan terwujud komunikasi yang efektif secara visual melalui peta. Komposisi peta dimaknai tidak sekedar untuk membuat *layout* namun lebih pada keterhubungan antar unsur.

Terdapat sejumlah faktor yang mempengaruhi keputusan kartografer pada tahap perancangan peta. Faktor-faktor tersebut antara lain:

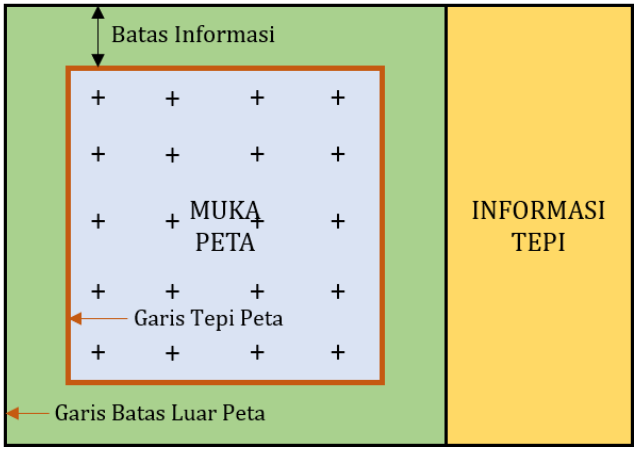
1) Elemen peta, meliputi:
   a. Bentuk dan ukuran area yang dipetakan. Bentuk area yang dipetakan. Unsur atau fitur geografis yang dipetakan terkadang memiliki bentuk yang tidak beraturan. Namun, kartografer dituntut untuk meletakkan unsur yang dipetakan pada posisi yang ideal atau pada tengah muka peta (Gambar 2-34). Selain posisi yang ideal, unsur yang dipetakan dapat tergambarkan secara utuh atau tidak terpotong. Dengan demikian bentuk area akan berpengaruh terhadap format media gambar yang digunakan, dalam posisi tegak (*portrait*) atau posisi datar (*landscape*), serta dalam peletakan elemen kartografis lainnya.



Gambar 2-34. Bentuk area berpengaruh terhadap keseimbangan muka peta dan format media gambar
Sumber: Dent dkk., 2009

   b. Penggunaan kerangka peta. Terdapat tiga jenis layout peta ditinjau dari ada atau tidaknya kerangka peta, yaitu:

i) Peta dengan garis batas luar (*frame map*). Peta ini dicirikan dengan adanya garis tepi yang mengelilingi muka peta (*neatline*) dan adanya bingkai batas luar peta. Garis tepi peta menjadi pembatas antara muka peta dan informasi tepi (Gambar 2-35). Peta ini banyak digunakan oleh instansi karena jelas, mudah dipahami, dan rapi (Westi dan Riyadi, 2019). Contoh peta dengan model ini yaitu peta RBI, peta pendaftaran tanah, dan sebagainya. Peta model inilah yang direkomendasikan untuk pemetaan di lingkup Kementerian ATR/BPN sesuai NSPK yang berlaku.

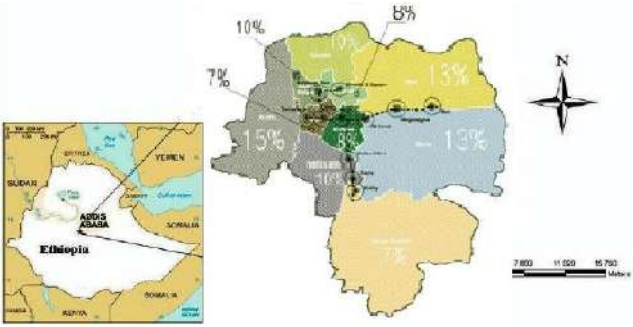


Gambar 2-35. Model *frame map*

ii) Peta wilayah (*island map*). Peta ini dicirikan dengan menyatunya muka peta dan informasi tepi, serta garis tepi peta (*neatline*) sebagai garis batas luar (Gambar 2-36). Peta ini memberikan kebebasan bagi kartografer untuk meletakkan unsur-unsur penyusun peta. Contoh peta model ini yaitu atlas, peta administrasi, dan lain sebagainya.

Gambar 2-36. Model *island map*

iii) Peta tanpa kerangka (*bleeding map*). Peta ini tidak memiliki kerangka. Informasi tepi terletak sampai batas potong area peta (Gambar 2-37).



Gambar 2-37. Model *bleeding map*

c. Peletakan informasi tepi. Semakin banyak informasi yang ditampilkan maka dibutuhkan ruang yang cukup untuk mampu menampilkan informasi tepi. Gambar 2-8 menjadi contoh peletakan informasi tepi pada peta RBI yang disusun sedemikian rupa berada di sisi kanan dan di sisi bawah dari muka peta. Hal tersebut berbeda dengan peta-peta tematik pertanahan yang secara umum peletakan informasi tepi berada di sisi kanan muka peta (Gambar 2-7).

d. Penggunaan simbol, warna, dan huruf. Pemilihan ukuran simbol, warna, dan huruf disesuaikan dengan tema peta, ukuran peta, dan kegunaan peta.

2) Kegunaan peta, meliputi:

a. Isi peta. Komposisi peta antara peta topografi dan peta tematik akan berbeda, hal tersebut dipengaruhi oleh banyak sedikitnya informasi yang disajikan dalam sebuah peta. Semakin umum isi sebuah peta maka akan semakin banyak informasi yang ditampilkan. Hal tersebut berkorelasi terhadap ruang yang dibutuhkan untuk menampilkan kelengkapan peta.

b. Tingkat ketelitian. Besar kecilnya skala yang digunakan berpengaruh terhadap kepadatan isi peta. Semakin padat informasi yang disajikan maka kebutuhan ruang untuk menampilkan keterangan penjelas semakin besar.

c. Sistem referensi. Pada sub bab 2.6 telah dijelaskan bahwa pemilihan sistem referensi berpengaruh terhadap tingkat ketelitian hasil pemetaan. Sistem referensi yang tidak tepat berdampak pada ukuran unsur geografis yang dipetakan, dapat menjadi lebih besar atau lebih kecil. Besar kecilnya area pemetaan tersebut berelasi terhadap ruang yang dibutuhkan untuk pemetaan dan peletakan komponen peta.

3) Kendala, meliputi:

a. Kendala produksi. Keterbatasan mesin pencetak dan warna tinta dapat menjadi kendala dalam pembuatan peta. Dimungkinkan terjadi layout peta dibuat ukuran kertas A0 namun tidak ditemukan *plotter* berukuran A0. Sehingga peta yang sudah disusun di kertas A0 perlu disesuaikan kembali tata letaknya dengan ukuran kertas yang lebih kecil.

b. Kendala pemasaran. Banyak sedikitnya informasi peta, penggunaan warna yang ditampilkan, dan lembar peta yang dihasilkan berpengaruh terhadap biaya produksi suatu peta. Tinggi rendahnya harga jual suatu peta pada

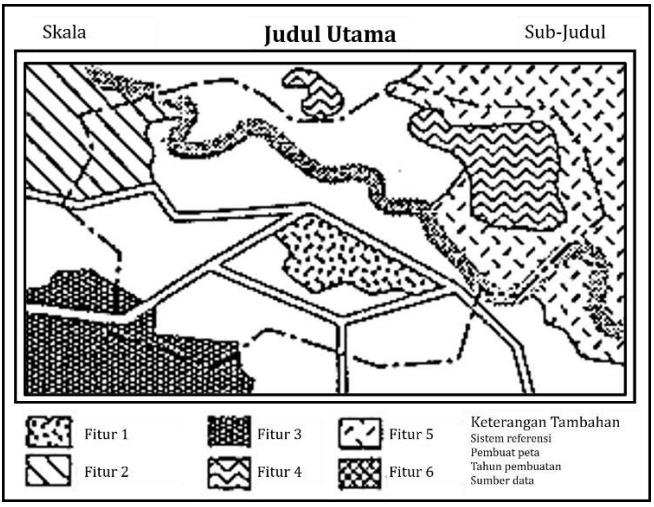
akhirnya berpengaruh terhadap tingkat pemasaran peta.

c. Kendala pengguna. Kemampuan pengguna dalam membaca peta atau tidak terpenuhinya kebutuhan pengguna peta berpengaruh terhadap produksi peta selanjutnya.

4) Estetika, meliputi:

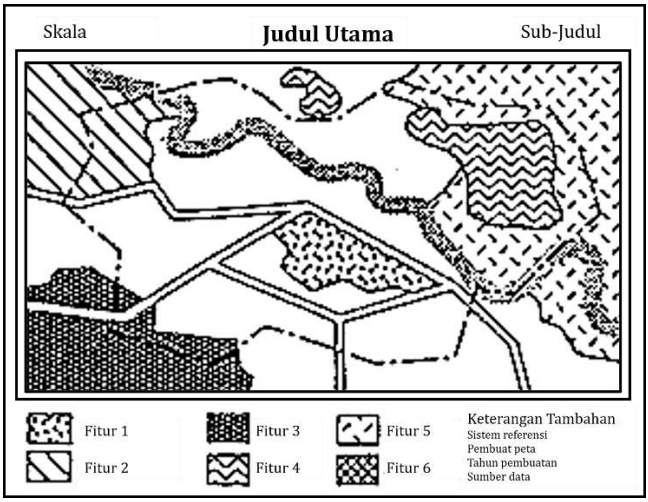
a. Seni. Seni suatu peta dapat dilihat dari keseimbangan informasi yang disajikan. Terdapat tiga jenis keseimbangan yaitu:

i) Keseimbangan simetris. Tampilan peta ini terkesan formal dan tradisional. Unsur penyusun peta disusun sedemikian rupa supaya antara kiri-kanan dan atas-bawah bagian peta memiliki komposisi yang imbang atau tidak berat sebelah (Gambar 2-38).



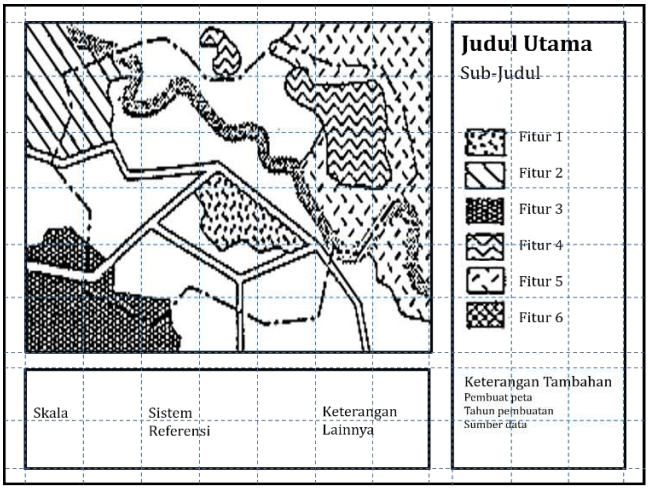
Gambar 2-38. Model keseimbangan simetris

ii) Keseimbangan asimetris. Peta dengan tampilan ini terkesan lebih modern dan tidak kaku. Unsur di dalam peta disajikan sesuai dengan seni dari setiap kartografer. Tidak ada format atau standar baku untuk peta dengan tampilan ini (Gambar 2-39).



Gambar 2-39. Model keseimbangan asimetris

iii) Keseimbangan grid. Keseimbangan peta diperoleh dengan cara membagi media gambar ke dalam grid-grid dengan ukuran yang sama besar (Gambar 2-40). Grid tersebut bersifat sebagai garis bantu untuk penggambaran, sehingga tidak akan tampak ketika proses penyajian atau reproduksi peta.



Gambar 2-40. Model keseimbangan grid

b. Tampilan. Peta dengan tampilan rapi, terorganisir, jelas, dan menarik akan menjadi daya tarik bagi pengguna peta untuk membaca peta. Gambar 2-41 menampilkan contoh kombinasi data spasial dan dokumentasi lapangan pada bagian muka peta yang masih kosong dan disusun secara rapi.

Gambar 2-41. Tampilan peta menjadi daya tarik bagi pembaca peta
Sumber: Direktorat Survei dan Pemetaan Tematik, 2021

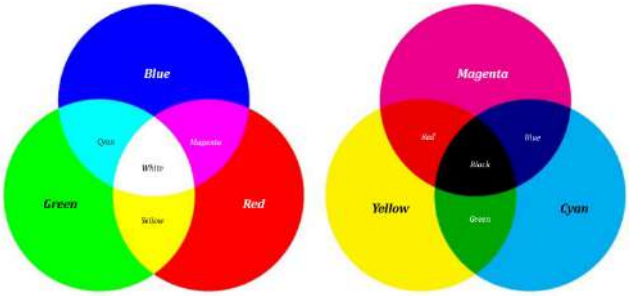
2.8.4. Penyajian dan reproduksi peta

Board dalam Martanto dan Suhattanto (2019) mengemukakan bahwa peta adalah penyajian kenyataan geografis secara visual, dalam bentuk digital atau nyata. Berdasarkan hal tersebut, penggunaan warna, pemberian label, dan format produk peta perlu diperhatikan supaya informasi yang dihasilkan jelas dan menarik (Dent dkk., 2009).

1) Warna

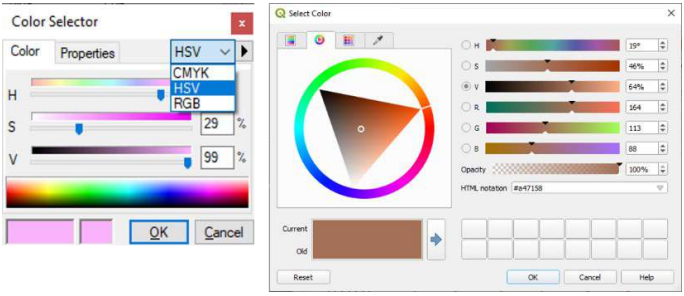
Warna merupakan salah satu aspek yang tidak bisa dilepaskan dalam pembuatan peta. Mengingat terdapat

sejumlah fungsi warna dalam kartografi, antara lain: (1) untuk menonjolkan unsur utama; (2) untuk menunjukkan urutan atau hierarki; (3) untuk menarik perhatian pembaca; (4) untuk mengidentifikasi suatu kategori atau lokasi; dan (5) untuk menciptakan keseimbangan dalam sebuah peta.



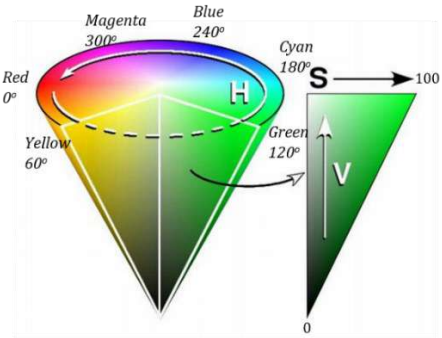
Gambar 2-42. Komposisi warna *additive* (kiri) dan *substractive* (kanan)

Secara umum, terdapat dua teori warna yang berlaku yaitu teori *additive* dan teori *substractive* (Gambar 2-42). Warna merah, hijau, dan biru (RGB) merupakan warna-warna pokok dalam teori *additive*. Percampuran ketiga warna tersebut akan menghasilkan warna putih. Ketiga warna pokok inilah yang dihasilkan oleh layar komputer dan televisi. Sedangkan warna-warna yang digunakan pada proses cetak (printing) merupakan warna pokok dalam teori *substractive*, yaitu sian, magenta, dan kuning (CMY). Percampuran dari ketiga warna pokok substractive dihasilkan warna hitam.



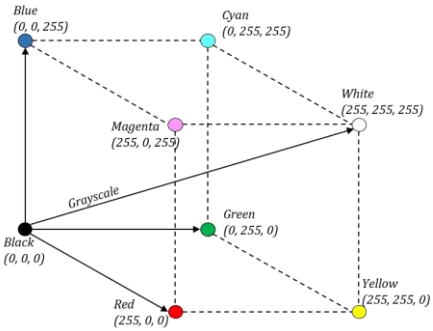
Gambar 2-43. Pilihan model warna pada ArcGIS (kiri) dan QGIS (kanan)

Kedua teori warna tersebut selanjutnya menjadi dasar pengkategorian model warna. Model warna yang sering dijumpai di ArcGIS, QGIS, maupun sotware pemetaan lainnya antara lain CMYK, HSV, dan RGB (Gambar 2-43). HSV merupakan singkatan dari *hue*, *saturation*, dan *value*. Model warna ini ditentukan dari kombinasi dari: (1) rona warna-H, dengan satuan derajat; (2) intensitas warna-S, dengan satuan prosentase; dan (3) tingkat kecerahan atau kegelapan-V, dengan satuan prosentase. Model warna HSV dapat digambarkan dalam sebuah kerucut warna (Gambar 2-44).



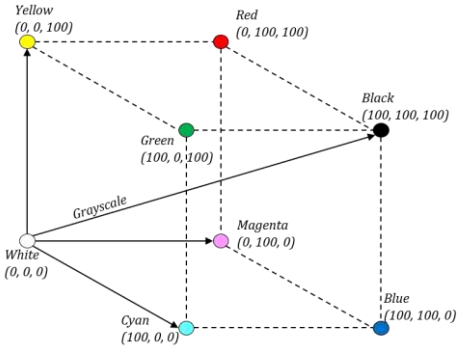
Gambar 2-44. Komposisi warna HSV

RGB merupakan singkatan dari warna *red*, *green*, dan *blue*. Setiap warna memiliki rentang nilai 0 sampai 255. Warna hitam akan didapatkan ketika setiap warna pokok bernilai 0. Model warna RGB dapat digambarkan dalam bentuk kubus (Gambar 2-45).



Gambar 2-45. Komposisi warna RGB

CMYK merupakan singkatan dari warna *cyan*, *magenta*, *yellow*, dan *black*. Model warna CMYK ini paling cocok diterapkan untuk peta dalam fomat cetak. Satuan yang digunakan pada model ini prosentase. Seperti halnya model RGB, model warna ini dapat digambarkan dalam pola kubus (Gambar 2-46).



Gambar 2-46. Komposisi warna CMYK

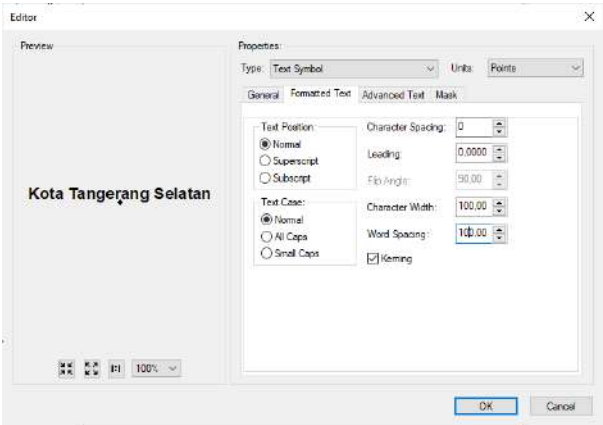
2) Label

Pemberian label (*lettering*) akan membuat peta lebih komunikatif (Dent dkk., 2009). Pembaca akan dengan mudah mengenali atau mengidentifikasi suatu unsur geografis yang muncul di muka peta. Secara umum, label diberikan untuk: (1) nama tempat, contoh: nama kelurahan, nama kecamatan, dan lain sebagainya; dan (2) keterangan suatu fitur, contoh: nomor hak, Nomor Identifikasi Bidang (NIB), dan lain sebagainya.

Terdapat beberapa hal yang diperhatikan dalam pemberian label, yaitu:

a. Jenis huruf. Jenis huruf yang pada umumnya digunakan pengguna GIS yaitu Arial, Century Schoolbook, Georgia, San Serif, dan Times New Roman. Pemilihan penggunaan jenis huruf tergantung pada setiap instansi. Sebagai contoh: peta RBI berdasarkan SNI pada umumnya menggunakan jenis huruf *San Serif*, sedangkan peta tematik pertanahan berdasarkan NSPK menggunakan Arial.
b. Ukuran huruf. Supaya keterangan pada suatu unsur geografis yang terpetakan dapat dibaca dengan jelas

maka ukuran huruf yang sebaiknya digunakan berada direntang 6 sampai 72 *point*. Penggunaan huruf wajib memperhatikan skala peta, sehingga tidak ada ukuran huruf yang terlalu besar dan sampai menutupi unsur geografis yang terpetakan.



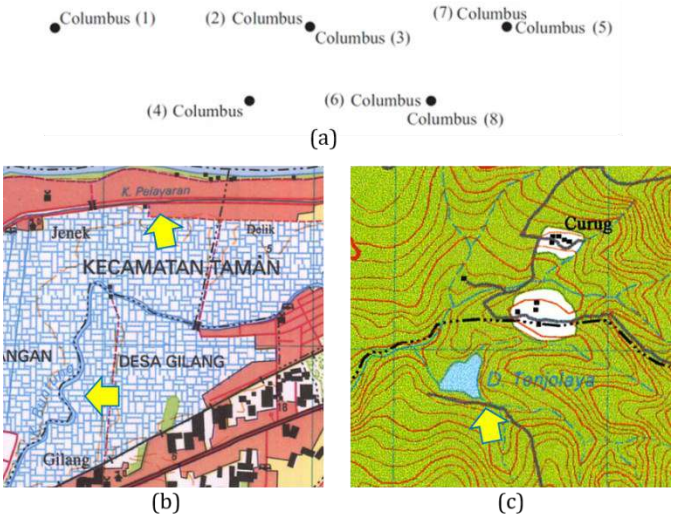
Gambar 2-47. Pengaturan spasi di GIS

c. Spasi huruf. Di dalam aplikasi GIS jarak atau spasi antar huruf dan antar kata dapat diatur sedemikian rupa. Tidak ada aturan baku mengenai penggunaan spasi ini. Namun demikian tetap perlu diperhatikan supaya jarak antar kata atau antar huruf dapat dibaca dengan jelas. Gambar 2-47 menampilkan contoh pengaturan spasi pada GIS.

d. *Style* huruf. Terdapat tiga gaya penulisan huruf yang umumnya bisa ditemukan di pengaturan *font style*, yaitu tebal (*bold*), miring (*italic*), dan garis bawah (*underline*). Fitur geografis yang berupa badan air dituliskan dengan gaya miring, sedangkan selain fitur tersebut tetap dituliskan tegak normal.

e. Warna. Penulisan huruf pada peta pada umumnya dibuat dengan warna hitam dan hanya pada fitur badan air saja yang dituliskan dengan warna biru. Sedangkan warna huruf untuk keterangan lainnya dapat disamakan dengan informasi yang disajikan. Contoh, antara garis kontur dan nilai tinggi garis kontur memiliki warna yang sama.

f. Letak label. Pemberian label pada sebuah unsur geografis diletakkan tidak terlalu jauh dari simbol unsur yang muncul. Selain itu juga mempertimbangkan tipe data yang digunakan. Pada tipe data titik, label dituliskan sejajar dengan garis paralel atau horizontal grid dan peletakannya mengikuti sistem kuadran. Gambar 2-48 menampilkan delapan urutan letak penulisan label yang mengikuti pola empat kuadran. Berikutnya pada tipe data garis, khususnya pada unsur sungai, visualisasi garis sungai berada di bagian kaki label dan penulisan label mengikuti pola kelok sungai. Sedangkan pada tipe data area, sedapat mungkin label diletakkan di dalam area unsur terpetakan. Apabila tidak memungkinkan maka dapat diletakkan di luar unsur dimaksud.



Gambar 2-48. Delapan pilihan letak penulisan label pada tipe data titik (a), peletakan label pada tipe data garis (b) dan tipe data area (c)

3) Format produk

Produk akhir dari sebuah peta menjadi hal yang dipertimbangkan dalam pembuatan peta. Hal tersebut bertujuan agar dihasilkan peta yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan ekonomis. Pada penjelasan sebelumnya, sub bab 2.4, Martanto dan Suhattanto (2019)

menyebutkan klasifikasi peta menurut bentuk tampilannya yaitu analog dan digital.

a. Analog atau cetak

Peta dibuat dalam format cetak karena beberapa hal, misalnya keterbatasan kemampuan penggunaan teknologi oleh pengguna, keterbatasan perangkat teknologi yang ada di suatu wilayah, tuntutan pasar, dan lain sebagainya. Dent dkk. (2009) menyebutkan beberapa hal yang diperhatikan ketika akan membuat peta format cetak sebagai berikut:

i) Warna dasar yang digunakan adalah CMYK atau kombinasi warna seperti pada teori *substractive*;
ii) Sistem proyeksi yang disesuaikan dengan posisi area pemetaan untuk meminimalkan adanya distorsi peta;
iii) Skala peta yang disesuaikan dengan tujuan pemetaan;
iv) Tingkat kepadatan informasi disesuaikan dengan kebutuhan agar informasi pada muka peta jelas terbaca;
v) Penggunaan simbol dan penulisan label disesuaikan dengan skala peta yang dipilih, sehingga akan terlihat ideal dan tidak menutupi informasi lainnya; dan
vi) Jumlah lembar peta yang akan dicetak atau dihasilkan dari proses reproduksi.

b. Digital

Pemilihan peta dalam format digital dilatarbelakangi beberapa alasan, misalnya supaya lebih interaktif, peta lebih ekonomis, mudah didistribusikan, dan lain sebagainya. Terdapat tiga jenis peta digital, yaitu peta statik, peta interaktif, dan peta animasi. Perbedaan ketiganya terletak pada *format file* yang dihasilkan.

Sesuai dengan namanya, pada peta statik pengguna hanya dapat melihat peta sebagai sebuah

informasi dalam bentuk gambar. Peta ini memiliki format JPG, PNG, PDF, TIFF, atau format gambar lainnya. Apabila pengguna menghendaki peta yang tampilannya sewaktu-waktu bisa disesuaikan dengan kebutuhan maka peta yang dibuat jenis peta interaktif. Sebelum terhubung ke browser internet untuk membuat peta interaktif, pastikan data memiliki format yang kompatibel yaitu GeoJSON, SHP, atau KML. Saat ini terdapat sejumlah platform yang bisa digunakan untuk membangun peta interaktif, antara lain StoryMapJS, StatPlanet, amCharts, Aspose, Google Maps API, dan lain sebagainya. Peta-peta yang disajikan melalui platform tersebut nantinya akan memiliki format HTML. Berikutnya apabila pengguna menghendaki sebuah peta yang mampu menampilkan adanya dinamika peta secara otomatis dalam bentuk video maka dapat dibangun sebuah peta animasi. Format peta yang dihasilkan misalnya GIF, SWF, dan lain sebagainya.

Seperti halnya pada peta cetak, Dent dkk. (2009) mengemukakan beberapa hal yang diperhatikan dalam pembuatan peta digital sebagai berikut:

i) Pemilihan warna yang paling cocok untuk ditampilkan pada layar monitor;
ii) Pemilihan resolusi grafis yang tepat apabila peta menampilkan hasil pengolahan citra atau foto udara;
iii) Sistem proyeksi untuk meminimalkan distorsi peta;
iv) Skala peta kaitannya dengan tujuan pemetaan;
v) Tingkat kepadatan informasi pada setiap skala yang digunakan;
vi) Pemilihan simbol dan peletakan label; dan
vii) Format file peta dan resolusi grafis produk peta karena akan berkaitan dengan kualitas hasil akhir.

2.8.5. Revisi peta

Bumi dan segala macam kondisi yang ada di dalamnya memiliki karakter yang dinamis. Di sisi lain, peta sebagai visualisasi kondisi topografi maupun tematik atas informasi kebumian dituntut untuk menyajikan informasi yang benar seperti kondisi sesungguhnya di lapangan dan tepat sesuai nilai ukuran yang sebenarnya. Beberapa kondisi itulah yang kemudian melatarbelakangi pekerjaan revisi peta. Terdapat sejumlah kondisi lain yang menjadi penyebab revisi peta. Penjelasan lebih lanjut mengenai revisi peta akan dibahas di Bab III.

2.9. Tugas

Kerjakan sejumlah pertanyaan di bawah ini!

1. Jelaskan yang anda ketahui tentang data spasial dan data non spasial!
2. Jelaskan pengertian kartografi!
3. Jelaskan syarat dan fungsi suatu peta!
4. Sebutkan dan jelaskan minimal 3 kategori klasifikasi peta!
5. Sebutkan dan jelaskan elemen penyusun muka peta!
6. Sebutkan dan jelaskan elemen penyusun informasi tepi peta!
7. Sebutkan dan jelaskan dua tipe generalisasi peta!
8. Sebutkan dan jelaskan tiga jenis layout peta!
9. Sebuah peta memiliki skala 1:100.000. Jika dua buah kota memiliki jarak 3,4 cm.
    a. Hitung jarak sesungguhnya kedua kota tersebut dalam satuan kilometer!
    b. Hitung interval kontur peta tersebut dalam satuan meter!
10. Sebutkan dan jelaskan hal-hal yang perlu diperhatikan ketika proses penyajian dan reproduksi peta!

2.10. Pustaka

Aronoff, S. 1989. *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Canada: WDL Publications

Badan Informasi Geospasial. 2017. *Peta Negara Kesatuan Republik Indonesia*. Diakses pada tanggal 22 Maret 2024.

https://www.big.go.id/assets/download/2017/NKRI-2017/Peta_NKRI_Skala_2_5_04102017.pdf

Badan Informasi Geospasial. 2021. *Peraturan Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 13 Tahun 2021 tentang Sistem Referensi Geospasial Indonesia*. Bogor.

Badan Informasi Geospasial. 2023. *Informasi Produk INAGEOID2020 Versi 2.0*. Diakses pada tanggal 12 April 2024. https://srgi.big.go.id/page/model-geoid

Badan Koordinasi Survey dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal). 1999. *Peta Rupabumi Indonesia 1:10.000-Gunungputri*. Bogor: Bakosurtanal. https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/downloadpetacetak

Badan Pusat Statistik (BPS). 2022. Luas Daerah dan Jumlah Pulau Menurut Provinsi Tahun 2021. Diakses pada tanggal 23 Maret 2024. https://www.bps.go.id/id/statistics-table/3/VUZwV01tSlpPVlpsWlRKbmMxcFhhSGhEVjFoUFFUMDkjMw==/luas-daerah-dan-jumlah-pulau-menurut-provinsi--2021.html?year=2021

Bos, E.S. 1977. *Thematic Cartography*. Yogyakarta: Fakultas Geografi UGM.

Breunig, M., Bradley, P.E., Jahn, M., Kuper, P., Mazroob, N., Rösch, N., Al-Doori, M., Stefanakis, E, dan Jadidi, M. 2020. Geospatial Data Managemenet Research: Progress and Future Directions. *ISPRS-International Journal of Geo Information*, 9 (2), 95. https://doi.org/10.3390/ijgi9020095

Dent, B.D., Torguson, J.S., dan Hodler, T.W. 2009. *Cartography Thematic Map Design-6th Edition*. New York: McGraw-Hill Companies.

Direktorat Pemetaan Tematik. 2012. *Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria Survei dan Pemetaan Tematik Pertanahan*. Jakarta: Badan Pertanahan Nasional.

Direktorat Pemetaan Tematik. 2021. *Norma, Standar, Prosedur, dan Kriteria-Petunjuk Teknis Layanan Pemetaan Tematik Kawasan Tahun 2021*. Jakarta: Kementerian ATR/BPN.

Griffin, A.L., Robinson, A.C., dan Roth, R.E. 2017. Envisioning the future Cartographic Research. *International Journal of Cartography*, 3 (supplement:1), 1-8. https://doi.org/10.1080/23729333.2017.1316466

Indonesian Petroleum Association. 2014. Data Statistik. Diakses pada tanggal 2 April 2024. https://www.ipa.or.id/en/news/other-events/statistics

International Centre for Global Earth Model (ICGEM). 2024. *Visualization of Gravity Field Models and their Differences*. Diakses pada tanggal 13 April 2024. https://icgem.gfz-potsdam.de/vis3d/longtime?modelid=c50128797a9cb62e936337c890e4425f03f0461d7329b09a8cc8561504465340

International Civil Aviation Organization (ICAO). 2002. World Geodetic System-1984 (WGS-84) Manual, 2nd edition. Diakses pada tanggal 12 April 2024. https://www.icao.int/NACC/Documents/Meetings/2014/ECARAIM/REF08-Doc9674.pdf

Janssen, V. 2009. Understanding Coordinate Reference System, Datums and Transformations. *International Journal of Geoinformatics*, 5 (4), 41-53. https://creativecity.gscc.osaka-cu.ac.jp/IJG/article/view/496

Kertanegara, U., Nugraha, A.L., dan Sudarsono, B. 2013. Peninjauan secara Kartografis Dalam Pembuatan Peta Kampus Universitas Diponegoro. *Jurnal Geodesi Undip*, 2 (4), 10-25. https://doi.org/10.14710/jgundip.2013.3693

Kraak, M.J. dan Fabrikant, S.I. 2017. Of maps, cartography and the geography of the International Cartographic Association. *International Journal of Cartography*, 3 (sup1), 9-31. https://doi.org/10.1080/23729333.2017.1288535

Kraak, M.J. dan Ormeling, F. 2021. *Cartography: Visualization of Geospatial Data, (4th edition)*. United States: CRC Press.

Lapaine, M., Midtbø, T., Gartner, G., Bandrova, T., Wang, T., dan Shen, J. 2021. Definition of the Map. *Advances in Cartography and GIScience of the ICA*, 3 (-), 1-6. https://doi.org/10.5194/ica-adv-3-9-2021

Martanto, R. dan Suhattanto, M.A. 2019. *Modul Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.

Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional. 1997. *Peraturan Menteri Negara Agraria/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 3 Tahun 1997 tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah*. Jakarta.

Millard, A.R. 1987. Cartography in the Ancient Near East. Dalam *The History of Cartography Volume 1: Cartography in Prehistoric, Ancient, and Medieval Europe and the Mediterranean*, editor: J.B. Harley dan David Woorward. Halaman 107-116. USA: University Chicago Press. https://press.uchicago.edu/books/HOC/HOC_V1/Volume1.html

Miller, H.J. 2015. Location, Absolute and Relative. Editor: James D Wright. *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences (Second Edition)*, Elsevier, Pages 284-286, ISBN 9780080970875, https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.72030-7.

Prihandito, A. 1988. *Proyeksi Peta*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG). 2023. Press Release Aktivitas Vulkanik Gunung Api Bromo 23 Oktober 2023. Diakses pada tanggal 23 Maret 2024. https://geologi.esdm.go.id/media-center/press-release-aktivitas-vulkanik-gunung-api-bromo-23-oktober-2023

Raisz, E. 1948. *General Cartography*. New York: McGraw-Hill Book Company, Inc. https://archive.org/details/in.ernet.dli.2015.174639/page/n1/mode/2up

Republik Indonesia. 2011. *Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2011 tentang Informasi Geospasial*. Lembaran Negara RI Tahun 2011 Nomor 49. Jakarta.

Republik Indonesia. 2021. *Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial*. Lembaran Negara RI Tahun 2021 Nomor 55. Jakarta.

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrcke, P.C., Kimerling, A.J., dan Guptill, S.C. 1995. *Elements Of Cartography, 6th-edition*. Canada: John Wiley & Sons.

Subagio. 2002. *Pengetahuan Peta*. Bandung: Institut Teknologi Bandung.

United Nations Committee of Experts On Global Geospatial Information Management (UN-GGIM). 2019. The Global Fundamental Geospatial Data Themes. Diakses pada tanggal 24 Maret 2024. https://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/9th-Session/documents/Fundamental_Data_Publication.pdf

Westi, U. dan Riyadi, R. 2019. *Kartografi-Modul Praktikum*. Yogyakarta: Program Diploma I PPK STPN.

Williamson, I.P. 2001. The Evolution Of Modern Cadastre. *Prosiding FIG-New Technology for a New Century*. https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/korea/full-papers/pdf/session6/williamson.pdf

BAB III
DINAMIKA DAN PROBLEMATIKA DALAM PEMBUATAN PETA DIGITAL

Pekerjaan kartografi, seperti diilustrasikan pada Gambar 2-25, adalah pekerjaan yang tidak akan pernah berhenti. Ketika produk peta telah dihasilkan, terdapat sejumlah faktor yang menjadi penyebab produk peta tersebut perlu diperbaiki. Faktor tersebut dapat berasal dari kondisi alam, manusia, maupun kondisi peta itu sendiri. Penanganan atau perbaikan yang dilakukan pun disesuaikan dengan penyebab yang terjadi. Tidak bisa serta merta perbaikan ditempuh dengan cara atau perlakuan yang sama, mengingat adanya sejumlah problematika dalam pembuatan peta.

Berdasarkan hal tersebut, pada Bab III ini akan disampaikan mengenai penyebab terjadinya perubahan peta, mekanisme perbaikan peta, dan problematika yang dihadapi dalam pembuatan peta. Bab ini dituliskan untuk mendukung capaian pada CPMK 2 yaitu peserta mampu mengidentifikasi problematika dalam pembuatan peta.

3.1. Dinamika Peta

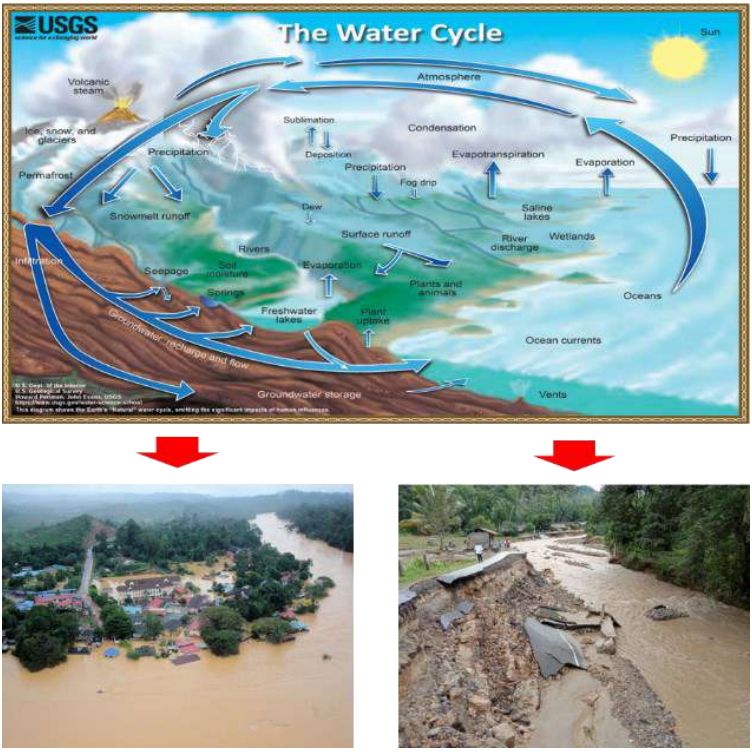
Peta adalah gambaran atau visualisasi data geospasial yang ada di permukaan bumi, yang disajikan dengan simbol, sistem proyeksi, dan skala tertentu sehingga mudah digunakan untuk kepentingan tertentu. Peta dibuat sedemikian rupa supaya pembaca atau pengguna peta dapat mengenali kondisi suatu daerah tanpa harus mendatangi lokasi yang dipetakan. Berdasarkan pengertian tersebut maka peta dituntut untuk dapat menampilkan kondisi atau gambaran suatu daerah secara nyata atau riil sesuai dengan kebutuhan para penggunanya. Dengan kata lain informasi peta dituntut dalam kondisi *up to date*. Terdapat sejumlah hal yang menjadi penyebab peta perlu dilakukan penyesuaian atau perbaikan. Dengan memahami faktor penyebab perubahan maka seorang kartografer dapat memberikan

rekomendasi mengenai lingkup pekerjaan perbaikan data yang akan dilakukan selanjutnya.

3.1.1. Penyebab perubahan peta

Kebutuhan informasi geospasial, yang disajikan dalam sebuah peta, terus mengalami peningkatan dari waktu ke waktu (OGC, 2015). Seiring dengan peningkatan kebutuhan tersebut maka peta akan mengalami dinamika atau berbagai macam bentuk penyesuaian sesuai dengan tuntutan kebutuhan pengguna. Sejumlah faktor penyebab dinamika akan berdampak pada mekanisme yang akan ditempuh dalam proses perbaikannya. Faktor penyebab adanya perubahan pada produk peta antara lain:

1) Perubahan kondisi lapangan



Gambar 3-1. Bencana alam yang ditimbulkan dari sistem hidrologi

Bumi memiliki sifat yang dinamis. Dinamika bumi tersebut tidak dapat dilepaskan dari sistem hidrologi dan

sistem tektonik yang berlangsung di bumi. Sistem hidrologi yang bekerja di bumi merupakan siklus air yang berlangsung secara terus menerus. Siklus tersebut dapat menjadi sebuah potensi bencana alam apabila air hujan yang turun ke permukaan bumi dalam intensitas yang besar (Gambar 3-1). Bencana yang dapat ditimbulkan dari siklus ini seperti banjir bandang, longsor, dan erosi. Bencana yang terjadi tersebut pada akhirnya dapat merubah bentuk suatu bidang tanah.

Dampak dari sistem tektonik pun seperti halnya pada sistem hidrologi. Terdapat potensi bencana yang dapat ditimbulkan dari bekerjanya sistem tersebut (Gambar 3-2). Tsunami, likuifaksi, tanah longsor, gempa bumi, dan sejumlah bencana lain sebagai akibat bekerjanya sistem tektonik dapat berdampak pada kerusakan bentuk unsur geografis yang ada di permukaan bumi.

Gambar 3-2. Tsunami Aceh (kiri) dan likuifaksi Palu (kanan) merupakan contoh bekerjanya sistem tektonik

2) Kebutuhan terhadap tingkat ketelitian

Setiap kegiatan memiliki kebutuhan terhadap tingkat ketelitian peta yang berbeda. Kebutuhan terhadap informasi yang semakin detail berbanding lurus dengan peningkatan skala yang semakin besar. Sebaliknya semakin umum sifat informasi yang akan ditampilkan dalam peta maka dapat menggunakan skala kecil.

Sebagai contoh kebutuhan peta dasar yang digunakan untuk penyusunan dokumen rencana tata ruang. Di dalam Peraturan Menteri ATR/Kepala BPN Nomor 11 Tahun 2021, disebutkan bahwa peta dasar yang digunakan untuk

penyusunan RTRW Provinsi, RTRW Kabupaten, RTRW Kota, dan RDTR wajib memperhatikan skala minimal produk rencana tata ruang dimaksud (Tabel 3-1). RDTR merupakan produk rencana tata ruang yang paling teliti dibandingkan tiga produk lainnya sehingga pada penyusunannya dibutuhkan peta dasar dengan skala yang paling besar.

Tabel 3-1. Kebutuhan Skala Minimal Peta Dasar

Produk Tata Ruang	Skala Peta Dasar
RTRW Provinsi	1:250.000
RTRW Kabupaten	1:50.000
RTRW Kota	1:25.000
RDTR	1:5.000

Sumber: Peraturan Menteri ATR/Kepala BPN Nomor 11 Tahun 2021

3) Perkembangan teknologi

Terdapat relasi antara peta dan teknologi pemetaan (Manson, 2024). Relasi keduanya dapat dilihat dari perkembangan tampilan peta dari waktu ke waktu. Seiring dengan kemajuan teknologi, bentuk dan tampilan peta mengalami perubahan. Ribuan tahun lalu di Mesopotamia peta ditampilkan dalam bentuk pahatan di atas sebuah lempengan batu dan ditampilkan dengan sejumlah simbol yang mudah digunakan dan mudah dipahami pada saat itu.

Seiring dengan perkembangan teknologi cetak, peta peta mulai digambarkan dalam sebuah media gambar kertas. Peta mulai ditampilkan dalam bentuk peta analog yang dicetak dan ditampilkan dengan menggunakan sejumlah simbol tertentu berdasarkan standar atau norma pemetaan yang berlaku. Perkembangan terakhir, dengan hadirnya sejumlah aplikasi dan teknologi internet, peta dengan bentuk digital dan ditampilkan secara interaktif lebih banyak diminati karena sejumlah kelebihan yang dimilikinya dibandingkan peta versi cetak mulai dari sisi tampilan yang lebih menarik hingga kemampuan untuk

melakukan *query* atau analisis data (Isroilov, 2021; Novak dan Ostash, 2022).

4) Kesalahan pengumpulan, kompilasi, dan pengolahan data

Data yang dikumpulkan dengan metode yang tepat dan teliti, selanjutnya dikompilasikan dengan benar sesuai dengan urutan atau pasangan data, dan diolah menggunakan metode yang benar akan menghasilkan data yang akurat. Sebaliknya apabila pengumpulan, kompilasi, dan pengolahan data dilakukan dengan ceroboh atau teledor akan menghasilkan data yang tidak tepat. Peta yang dihasilkannya pun juga menghasilkan informasi geospasial yang tidak bermanfaat. Dibutuhkan pengalaman dan kompetensi yang memadai untuk menjadi surveyor yang mampu menghasilkan data yang akurat.

5) Kerusakan peta

Peta yang dibuat dalam bentuk analog atau cetak akan mudah digunakan untuk analisis data apabila disimpan dan dirawat sebagaimana mestinya. Apabila hal tersebut tidak dilakukan maka peta berpotensi rusak dan tidak layak digunakan untuk analisis data (Martanto dan Suhattanto, 2019). Berikut ini beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk memelihara dan merawat peta cetak:

a. gunakan lemari besi sebagai tempat penyimpanan peta;
b. simpan peta pada suhu ruangan yang ideal;
c. peta disusun dengan cara lembaran terbuka, tidak digulung atau tidak dilipat;
d. bersihkan peta dengan hati-hati dan jauhkan dari cairan yang dapat merusak kondisi kertas; dan
e. utamakan kehati-hatian pada saat menggunakan peta.

3.1.2. Mekanisme perbaikan peta

Terdapat tiga tahapan utama dalam kegiatan perbaikan peta, yaitu:

1) Identifikasi sumber kesalahan

Pada bagian sebelumnya telah diuraikan sejumlah faktor yang berpengaruh terhadap perubahan produk peta.

Sejumlah faktor tersebut berpotensi untuk memberikan informasi geospasial yang tidak tepat dan menurunkan kualitas peta. Apabila dalam suatu proses pengambilan kebijakan didasarkan pada peta yang mengandung kesalahan tersebut maka berpotensi munculnya kekeliruan dalam pengambilan keputusan atau kebijakan.

2) Identifikasi bentuk kesalahan

Setelah mengidentifikasi sumber kesalahan, tahap berikutnya yaitu mengidentifikasi bentuk kesalahan. Sebagai sebuah media komunikasi yang memberikan informasi geospasial, bentuk-bentuk kesalahan pada peta yaitu:

a. Kesalahan pada data spasial. Kesalahan data spasial dapat bersifat abstrak atau bersifat riil. Kesalahan spasial abstrak yaitu kesalahan yang terjadi di atas peta, contohnya salah penggambaran bentuk, salah penempatan posisi, obyek yang tidak tergambarkan, dan lain sebagainya. Sedangkan kesalahan spasial riil yaitu kesalahan yang terjadi di lapangan, contohnya salah dalam pengambilan data jarak, terdapat obyek yang tidak terukur, perubahan kondisi fisik unsur geografis, dan lain sebagainya.
b. Kesalahan pada data non-spasial. Seperti halnya kesalahan data spasial, kesalahan data non-spasial dapat bersifat riil dan abstrak. Kesalahan yang bersifat riil misalnya terdapat data yang salah atau tidak tercatat, perubahan data di lapangan, dan lain sebagainya. Sedangkan kesalahan yang bersifat abstrak misalnya kesalahan anotasi.
c. Kesalahan pada elemen penyusun peta. Kesalahan ini terjadi karena norma atau kaidah kartografis tidak digunakan sebagai referensi dalam pembuatan peta. Misalnya tidak tergambarkannya sistem koordinat grid peta maupun sistem koordinat geografis di muka peta, kekeliruan dalam penggambaran inzet peta, keterangan pada legenda yang tidak lengkap, dan lain sebagainya.

3) Pengumpulan dan pengolahan data

Pekerjaan pengumpulan data di lapangan dan dilanjutkan dengan pengolahan data dilakukan apabila terdapat ketidaksesuaian data, baik data spasial maupun data non-spasial, yang bersifat riil. Pengumpulan data spasial dapat dilakukan dengan metode terestris, ekstraterestris, fotogrametri, dan penginderaan jauh. Sedangkan pengumpulan data non-spasial dapat dilakukan dengan sensus, observasi, dan wawancara.

Di sisi lain, apabila kesalahan data yang terjadi bersifat abstrak atau kesalahan terjadi pada elemen penyusun peta maka perbaikan cukup dilakukan melalui pengolahan kembali data-data yang telah tersedia dengan memperhatikan norma atau kaidah kartografis yang berlaku. Dengan kata lain, tidak dilakukan pengumpulan data lapangan secara langsung. Pekerjaan lapangan dapat dilakukan sebatas untuk *ground check*, dalam rangka memverifikasi hasil pengolahan data.

Di dalam pelaksanaan perbaikan peta, terdapat beberapa hal perlu dipertimbangkan yaitu:

1) Waktu pelaksanaan perbaikan peta. Revisi atau perbaikan peta tergantung pada hal berikut:
   a. Tingkat kecepatan perubahan kondisi wilayah pemetaan. Terdapat sejumlah data geospasial di bumi yang memiliki dinamika relatif cepat, antara lain data cuaca, data rawan bencana, data pasien penyakit menular, data pergerakan tanah, dan lain sebagainya. Kecepatan perubahan data tersebut menuntut peta yang mampu terus berubah dengan cepat mengikuti kondisi terkini. Keberadaan peta yang *up to date* tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar pengambilan kebijakan yang tepat. Sebagai contoh peta rawan bencana digunakan untuk penentuan jalur evakuasi dan lokasi pengungsian.
   b. Kegunaan atau tujuan pemetaan. Tujuan pemetaan dapat mempengaruhi cepat lambatnya perbaikan peta.

Sebagai contoh antara peta prakiraan cuaca dan peta pola ruang. Peta prakiraan cuaca termasuk peta yang wajib *up to date* setiap saat karena salah satu tujuannya untuk pencegahan adanya resiko bencana hidrometeorologi (Kristianto dkk., 2018). Hal tersebut berbeda dengan peta pola ruang yang ada di dalam dokumen rencana tata ruang. Sebagai sebuah peta yang ditujukan untuk rencana pembangunan dengan jangka waktu tertentu maka perubahannya dilakukan berdasarkan aturan yang berlaku, yaitu sekali dalam 5 tahun.

c. Skala peta. Tingkat kecepatan perubahan peta dapat dipengaruhi oleh kebutuhan terhadap tingkat ketelitian peta. Sebagai contoh peta monitoring daerah rawan bencana erupsi gunung berapi. Semakin luas daerah yang terdampak atas erupsi gunung berapi, dibutuhkan peta dengan skala yang semakin kecil.

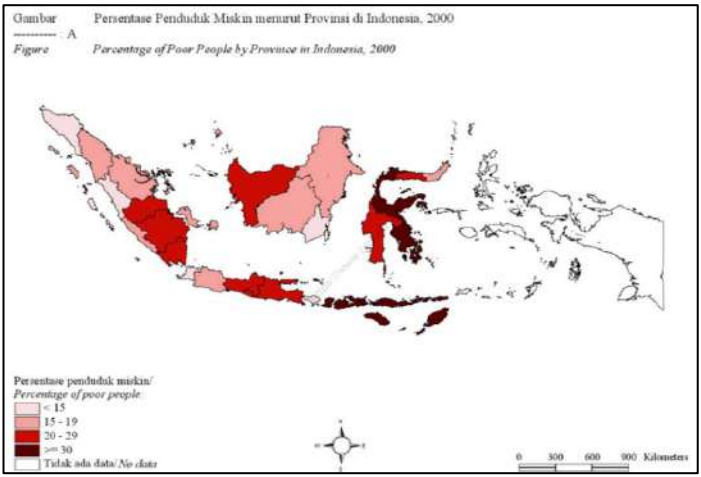
2) Letak dilakukannya perbaikan peta. Letak perbaikan peta dapat difokuskan pada hal berikut ini:

a. Jumlah perubahan. Letak perbaikan peta tergantung dari banyak sedikitnya jumlah perubahan yang terjadi pada suatu wilayah atau area. Terdapat peta yang perlu perbaikan walaupun perubahan di lapangan hanya dalam jumlah yang sedikit, namun ada pula perbaikan yang akan dilakukan apabila ditemukan banyak perubahan. Contoh, pemetaan ulang yang dilakukan terhadap bidang tanah terdaftar. Walaupun terjadi perubahan luasan dalam ukuran yang kecil, pemetaan kembali atas bidang tanah tetap dilakukan karena adanya prinsip kepastian obyek hukum pada kegiatan pendaftaran tanah. Kondisi tersebut berbeda dengan peta penggunaan lahan atau peta kawasan hutan yang akan dilakukan revisi peta apabila terjadi perubahan data yang relatif banyak.

b. Kualitas peta. Kualitas peta ditentukan oleh tingkat relevansi data yang ditampilkannya (Tsoulos dan Blana,

2013; Williams, 2016). Berkenaan dengan hal tersebut maka perbaikan atau revisi peta dapat difokuskan pada lokasi atau obyek yang tidak bersesuaian dengan kondisi senyatanya di bumi. Sebagai contoh, perbaikan data batas administrasi pada peta administrasi wilayah. Seiring dengan adanya perubahan batas administrasi akibat dari adanya pemekaran wilayah maupun dinamika lingkungan maka batas administrasi yang ada di atas peta perlu disesuaikan. Revisi peta tersebut dilakukan sebagai upaya untuk mendukung kebijakan pembangunan wilayah yang tepat sasaran.

c. Sifat data. Dent dkk (2009) mengungkapkan adanya dua sifat data yang ditampilkan dalam peta, yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Letak perbaikan peta dapat didasarkan pada kedua sifat tersebut. Sebagai contoh, peta persentase penduduk miskin (Gambar 3-3). Informasi yang ditonjolkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) melalui peta tersebut yaitu angka kemiskinan suatu wilayah, bukan pada aspek bentuk pulau atau geometri wilayah. Sehingga revisi peta akan dilakukan apabila angka persentase kemiskinan yang ditampikan di peta sudah tidak relevan dengan kondisi di lapangan.



Gambar 3-3. Peta persentase kemiskinan di Indonesia tahun 2000

Sumber: BPS, 2000

3) Cara perbaikan peta. Di dalam Martanto dan Suhattanto (2019) disebutkan bahwa cara melakukan perbaikan peta dapat ditinjau dari tiga aspek berikut ini:

   a. Aspek waktu. Dilihat dari waktu pelaksanaan revisi peta, terdapat tiga jenis revisi peta yaitu: (1) revisi berkelanjutan (*continues*), misalnya peta intensitas hujan harian (Gambar 3-4); (2) revisi berjangka (*cyclic*), misalnya peta pola ruang dan struktur ruang yang dievaluasi setiap sekali dalam 5 tahun; dan (3) revisi selektif (*selective*), misalnya perbaikan pada peta bidang tanah apabila terdapat keberatan dari para pihak terkait selama masa pengumuman hasil dari pengumpulan data fisik.

Gambar 3-4. Peta intensitas curah hujan harian yang diperbarui secara berkelanjutan
Sumber: https://web-meteo.bmkg.go.id//media/data/bmkg/mfy/daily_obs_rainfall_indonesia.png

b. Aspek wilayah. Ditinjau dari wilayah pelaksanaan revisi peta, terdapat tiga jenis revisi peta yaitu: (1) revisi cepat, yaitu revisi yang dilakukan hanya pada bagian yang penting dan mengalami perubahan; (2) revisi sebagian, yaitu revisi yang dilakukan pada bagian wilayah tertentu; dan (3) revisi seluruh, yaitu revisi yang dilakukan terhadap semua wilayah yang terpetakan.

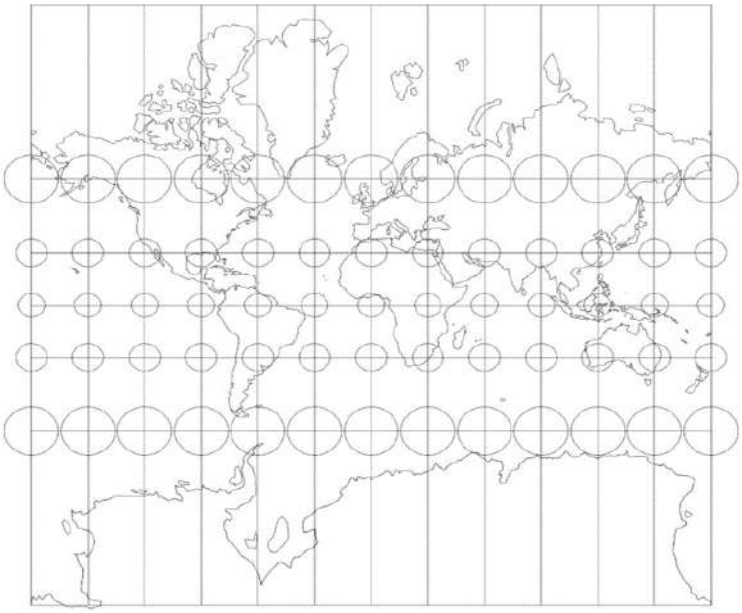
c. Aspek peralatan. Dilihat dari peralatan yang digunakan untuk revisi peta, pekerjaan revisi dapat dikategorikan menjadi revisi secara konvensional dan revisi secara digital. Disebut dengan revisi konvensional karena revisi dilakukan dengan peralatan manual, misalnya revisi pada peta manuskrip pengukuran detail yang dilakukan di atas peta kalkir. Revisi pada peta manuskrip tersebut dilakukan dengan peralatan manual seperti jangka, pensil teknik, pena gambar atau rapido, dan lain sebagainya. Sedangkan revisi peta disebut revisi digital apabila dalam pekerjaan perbaikan peta memanfaatkan teknologi komputerisasi, misalnya dengan menggunakan aplikasi autoCAD, ArcGIS, QGIS, dan lain sebagainya.

3.2. Problematika Pembuatan Peta

Di dalam pembuatan peta terdapat sejumlah tantangan. Dengan memahami sejumlah problematika tersebut, seorang kartografer dapat meningkatkan kualitas peta yang dihasilkannya sehingga peta lebih akurat, berguna, dan dapat dipertanggungjawabkan isinya. Adapun sejumlah problematika dalam pembuatan peta sebagai berikut:

1) Ketersediaan data. Data yang lengkap, akurat, dan terbaru merupakan syarat utama agar peta yang dihasilkan relevan dan valid. Namun demikian, ketersediaan data yang lengkap, akurat, dan terbaru tersebut tidak mudah untuk didapatkan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh keterbatasan sumber daya manusia, teknologi, maupun keterjangkauan terhadap suatu wilayah.
2) Resolusi peta dasar. Tingkat akurasi dan detail pada peta berbanding lurus dengan resolusi peta dasar atau *basemap* yang digunakan. Resolusi tersebut dinilai dari ukuran piksel. Semakin tinggi tingkat resolusi, yang berarti semakin kecil ukuran piksel, maka peta yang dihasilkan akan semakin teliti. Sehubungan dengan hal tersebut, pemilihan resolusi peta dasar perlu memperhatikan tingkat ketelitian atau skala yang digunakan pada produk peta.
3) Proses generalisasi. Proses generalisasi merupakan penyederhanaan sejumlah informasi ke dalam sebuah peta. Apabila pada tahapan generalisasi ini kurang memperhatikan penggunaan skala dan tujuan pemetaan, proses ini berpotensi untuk menghilangkan sejumlah detail penting sehingga data menjadi kurang akurat.
4) Sistem proyeksi peta. Wilayah yang letaknya semakin menjauhi persinggungan atau perpotongan suatu sistem proyeksi maka semakin besar nilai distorsinya. Tingkat distorsi tersebut digambarkan dalam sebuah bentuk lingkaran atau sering disebut *tissot indicatrix* (Bildirici dan Uluctekin, 2011; Lapon dkk., 2020). Berdasarkan hal

tersebut, lokasi wilayah pemetaan akan menentukan sistem proyeksi yang digunakan.



Gambar 3-5. *Tissot indicatrix* pada sistem proyeksi Mercator
Sumber: Lapon dkk., 2020

5) Representasi simbol dan anotasi. Penggunaan simbol dan anotasi untuk sejumlah fitur geografis telah diatur sedemikian rupa di dalam norma atau kaidah pemetaan. Dengan demikian pengaturan simbol dan anotasi perlu diperhatikan supaya peta tidak terlihat penuh, jelas, dan mudah dipahami. Apabila terdapat simbol yang belum diatur dalam norma tersebut, kartografer dapat membuat simbol baru dan dituliskan penjelasannya pada legenda.
6) Penguasaan teknologi pemetaan. Perkembangan teknologi saat ini berdampak pada perkembangan pembuatan peta. Ketidakmampuan dalam penggunaan teknologi pemetaan dapat berdampak pada rendahnya kualitas peta yang dihasilkan, baik dari sisi akurasi maupun visualisasinya.
7) Ketersediaan sumber daya. Peta yang teliti, menarik, jelas, dan *up to date* tidak bisa dilepaskan dari sumber daya pendukungnya seperti kompetensi seorang kartografer

(*man*), biaya (*money*), dan dukungan metode (*method*). Keterbatasan terhadap sejumlah sumber daya tersebut dapat berdampak pada kualitas peta yang dihasilkan.

8) Kemampuan pengguna. Ketepatan dalam melakukan analisis peta tergantung dari kemampuan setiap pengguna untuk menginterpretasikan peta. Apabila salah dalam menginterpretasikan peta maka dapat berakibat pada kekeliruan dalam pengambilan keputuan.

3.3. Tugas

Kerjakan tugas berikut ini dalam kelompok yang beranggotakan minimal 5 orang.

1. Carilah 10 peta (peta digital atau peta analog) dengan tema yang berlainan!
2. Buatlah sebuah bagan yang menggambarkan hubungan antara:
   a. macam potensi dinamika atau penyebab perubahan pada peta;
   b. kategori bentuk kesalahan peta; dan
   c. cara perbaikan terhadap setiap penyebab perubahan.
3. Lakukan analisis problematika pembuatan kesepuluh peta tersebut!

3.4. Pustaka

Badan Pusat Statistik (BPS). 2000. *Peta Penduduk Miskin Indonesia Tahun 2000*. Jakarta: BPS.

Bildirici, I.O., dan Ulugtekin, N.N. 2011. Visualization of Map Projection Distortions by Using Finite Circles: An Alternative Approach To Tissot's Indicatrix. *Prosiding 25th International Cartographic Conference*. https://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2011/Oral%20Presentations%20PDF/C4-Map%20projection/CO-279.pdf

Dent, B.D., Torguson, J.S., dan Hodler, T.W. 2009. *Cartography Thematic Map Design-6th Edition*. New York: McGraw-Hill Companies.

Isroilov, M. E. 2021. Digital Cartography And Its Today's Role In Community. *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*, 7(4), 1-4. https://repo.ijiert.org/index.php/ijiert/article/view/2115

Kristianto, A., Saragih, I.J.A., Ryan, M., Wandarana, W., Pratiwi, H.N., Gaol, A.L., Pratama, K., dan Siadari, E.L. 2018. Pemanfaatan Data Pengamatan Cuaca Berbasis Data Penginderaan Jauh Dan Model Cuaca Numerik Untuk Prakiraan Cuaca Dalam Mengurangi Risiko Bencana Hidrometeorologi. *Jurnal Geografi, Edukasi, dan Lingkungan*, 2 (2), 22-31. https://doi.org/10.29405/jgel.v2i2.1518.

Lapon, L., Ooms, K., dan De Maeyer, P. 2020. The Influence of Map Projections on People's Global-Scale Cognitive Map: A Worldwide Study. *International Journal of Geo-Information*, 9 (4), 1-19. https://doi.org/10.3390/ijgi9040196

Manson, S. 2024. *Mapping, Society, and Technology*. United States: LibreTexts. Diakses pada 9 Mei 2024, https://geo.libretexts.org/Bookshelves/Geography_%28Physical%29/Book%3A_Mapping_Society_and_Technology_%28Manson%29

Martanto, R. dan Suhattanto, M.A. 2019. *Modul Kartografi dan Visualisasi Data Pertanahan*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.

Novak, A. dan Ostash, V. 2022. Digitizing Historical Maps and Their Presentation in Online Map Collection. *e-Perimetron*, 17 (1), 33-44. https://www.e-perimetron.org/Vol_17_1/Novak_Ostash.pdf

Open Geospatial Consortium (OGC). 2015. *A Guide to the Role of Standards in Geospatial Information Management*. Diakses pada 6 Mei 2024. https://ggim.un.org/documents/Standards%20Guide%20for%20UNGGIM%20-%20Final.pdf

Tsoulos, L. dan Blana, N. 2013. Map Quality Assessment-Groundwork and Implementation Approach. *Prosiding 26th International Cartographic Conference*.

https://icaci.org/files/documents/ICC_proceedings/ICC2013/ICC2013_Proceedings.pdf

Williams, D.C. 2016. The Importance of Quality Data for GIS Maps. *Prosiding Pipelines 2016 Conference*. https://doi.org/10.1061/9780784479957.093

BAB IV
PENYAJIAN INFORMASI GEOSPASIAL TEMATIK PERTANAHAN dan RUANG (IGT-PR)

Bab IV buku ini akan membahas tentang standar penyusunan dan penyajian Informasi Geospasial Tematik, termasuk di dalamnya Informasi Geospasial Tematik Pertanahan dan Ruang. Pada Bab ini juga akan dibahas contoh penyusunan Peta Penguasaan, Pemilikan, Penggunaan dan Pemanfaatan Tanah (P4T). Rancangan tugas penyusunan Peta P4T disajikan pada bagian akhir dari Bab ini. Secara umum penulisan bab ini untuk mendukung capaian pada CPMK 3, yaitu peserta didik mampu menganalisis data geospasial yang ada di dunia nyata dan menyajikannya dalam bentuk peta tematik berdasarkan standar atau norma yang berlaku.

4.1. Standar Penyusunan dan Penyebarluasan Informasi Geospasial Tematik

Dalam penyusunan dan penyebarluasan Informasi Geospasial Tematik (IGT), termasuk data P4T, harus memenuhi standar dan memenuhi elemen-elemen tertentu yang disyaratkan. Standar dan/atau spesifikasi data dan informasi geospasial tematik memuat 12 (dua belas) elemen yang diuraikan sebagai berikut (Surat Edaran Kepala BIG Nomor 6 Tahun 2021):

1) Gambaran Umum: Menyediakan deskripsi umum mengenai data yang dibuat, termasuk informasi tentang pihak yang bertanggung jawab atas pembuatan data serta tujuan dari pembuatan data geospasial tersebut.
2) Ruang Lingkup: Menjelaskan jenis atau spesifikasi data geospasial yang dibuat. Misalnya, tipe data yang dibangun bisa berupa dataset geospasial, model, unsur atau fitur, dokumen, sistem dan perangkat lunak, atau jenis data lainnya. Selain itu, ruang lingkup ini juga mencakup level hierarki data, seperti cakupan geografis atau tingkat administrasi data yang dihasilkan.

3) Identifikasi Produk Data: Informasi yang diperlukan untuk mengidentifikasi produk data mencakup judul, judul alternatif, abstrak atau narasi singkat tentang isi data, kategori topik, deskripsi geografis, representasi spasial (misalnya: vektor atau raster), resolusi spasial, serta informasi tambahan sesuai karakteristik data yang dihasilkan.
4) Pemerolehan Data: Memuat informasi tentang metode, cara, dan tahapan teknis yang digunakan dalam pemerolehan data. Informasi ini bisa dijelaskan secara lengkap dalam standar data atau mengacu pada pedoman pemerolehan data yang telah disepakati.
5) Isi dan Struktur Data: Isi data mencerminkan informasi utama dari sebuah data, yang memiliki karakteristik khas dan unik sehingga dapat dibedakan dari data lain. Sebagai contoh, data geospasial tentang penggunaan lahan mencakup informasi tematik mengenai berbagai jenis penggunaan lahan.
6) Sistem Referensi: Sistem referensi spasial yang digunakan dalam produk data harus mengacu pada Sistem Referensi Geospasial Indonesia (SRGI).
7) Kualitas Data: Spesifikasi produk data harus mencantumkan persyaratan kualitas data dengan memasukkan pernyataan mengenai tingkat kualitas yang dapat diterima dan indikator kualitas. Elemen kualitas yang digunakan untuk mengukur kualitas data meliputi kelengkapan, konsistensi logis, akurasi posisi, akurasi temporal, dan akurasi tematik. Setiap jenis data memiliki karakteristik kualitas yang unik sehingga pemilihan elemen kualitas harus disesuaikan. Kualitas data dijelaskan secara rinci dalam SNI ISO 19157.
8) Pengiriman Produk Data: Pengiriman produk data mencakup cara atau format pengiriman dari produsen data kepada wali data, serta informasi mengenai metode pengiriman data dari wali data kepada pengguna. Beberapa informasi yang perlu dicantumkan meliputi nama format data, versi format data (tanggal, nomor, dan yang terkait),

nama subset, profil atau spesifikasi format, struktur file pengiriman, bahasa yang digunakan dalam dataset, serta nama lengkap standar pengkodean karakter yang digunakan.

9) Metadata: Metadata adalah informasi yang disusun dalam format dan struktur baku untuk menggambarkan, menjelaskan, serta memudahkan pencarian, penggunaan, dan pengelolaan data. Metadata dijelaskan secara lengkap dalam SNI 88431:2019 tentang Profil Metadata Spasial Indonesia.

10) Pemeliharaan Data: Pemeliharaan data berisi informasi mengenai cara data disimpan atau dipelihara dan waktu pembaruan data.

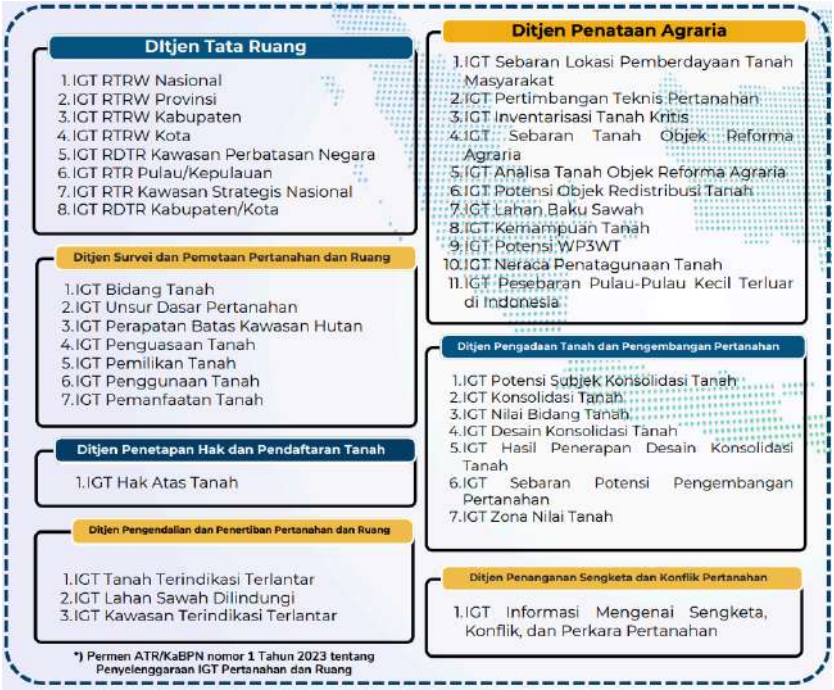
11) Penyajian: Penyajian merupakan representasi visual dari data yang dapat dibaca dan disampaikan kepada pengguna, yang dikenal juga sebagai simbol. Simbol ini diterapkan pada setiap unsur dalam isi dan struktur data. Hubungan antara simbol dan unsurnya dimuat dalam katalog simbol, yang tata cara pembuatannya dijelaskan secara lengkap dalam SNI ISO 19117.

12) Informasi Tambahan: Bagian ini dapat memuat aspek-aspek lain dari produk data yang belum diatur dalam tahapan-tahapan sebelumnya, seperti persyaratan personil, peralatan, atau rincian biaya pembuatan data.

4.2. Informasi Geospasial Tematik Pertanahan dan Ruang

Berikut ini adalah beberapa definisi istilah menurut Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional (Permen ATR/KBPN) Nomor 1 Tahun 2023 Tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial Tematik Pertanahan dan Ruang. Data Geospasial (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. Informasi Geospasial (IG) adalah Data Geospasial yang sudah diolah sehingga dapat dipergunakan sebagai alat bantu dalam perumusan kebijakan, pengambilan

keputusan, dan/atau pelaksanaan kegiatan yang berhubungan dengan ruang kebumian. Informasi Geospasial Dasar (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. Informasi Geospasial Tematik (IGT) adalah Informasi Geospasial (IG) yang menggambarkan satu atau lebih tema tertentu yang dibuat mengacu pada Informasi Geospasial Dasar (IGD). IGT Pertanahan dan Ruang menggambarkan satu atau lebih tema pertanahan dan ruang yang dibuat mengacu pada IGD.



Gambar 4-1. Daftar IGT Pertanahan dan Ruang pada setiap Direktorat Jenderal di Kementerian ATR/BPN
Sumber: Permen ATR/KBPN Nomor 1 Tahun 2023

Berlandaskan Permen ATR/BPN Nomor 1 Tahun 2023, Kementerian ATR/BPN memiliki kewajiban untuk menghasilkan Informasi Geospasial Tematik (IGT) yang akurat, standar, aman, mudah diakses, dan dapat dipertanggungjawabkan kepada publik. Peta dan informasi geospasial yang dihasilkan harus dapat diakses oleh masyarakat untuk memberikan manfaat nyata. Diperlukan

pengelolaan sistem informasi pelayanan informasi geospasial tematik pertanahan dan ruang yang terintegrasi dalam satu referensi geospasial, yang mencakup standar, basis data, dan sistem informasi. Untuk menjamin pengelolaan sistem informasi yang efektif dalam layanan informasi geospasial tematik pertanahan dan ruang yang multiguna, perlu memastikan informasi geospasial yang benar, tepat, aman, terintegrasi, mudah diakses atau dibagipakaikan, serta dapat dipertanggungjawabkan secara berkelanjutan. Pembuat peta harus bertanggung jawab atas informasi geospasial tematik yang dibangun, dikelola dan dibagipakaikan dalam kerangka kebijakan satu peta, penyelenggaraan data dalam Satu Data Indonesia, dan sebagai salah satu simpul jaringan dalam Jaringan Informasi Geospasial Nasional. Gambar 4-1 menampilkan sejumlah IGT Pertanahan dan Ruang (IGT-PR) yang dikelola oleh Kementerian ATR/BPN pada setiap Direktorat Jenderal (Ditjen).

Seluruh IGT Pertanahan dan Ruang yang dikelola oleh Kementerian ATR/BPN disajikan dalam satu platform yaitu Geoportal IGT-PR: https://igtpr.atrbpn.go.id/. Geoportal IGT-PR diselenggarakan oleh Direktorat Survei dan Pemetaan Tematik selaku Unit Pengelola bekerja sama dengan Unit Kerja eselon II lingkup ATR/BPN selaku Produsen Data Geospasial, serta terintegrasi dengan JIG Kementerian ATR/BPN. Geoportal IGT-PR merupakan sistem informasi yang menampilkan peta tematik hasil dari proses kompilasi, integrasi, dan sinkronisasi data di lingkungan Kementerian ATR/BPN, sebagai instrumen pengelolaan hasil unit produksi / *Quality Assurance (QA).* Sistem informasi ini dibangun untuk percepatan pengelolaan Data dan Informasi Geospasial Tematik dengan mengadopsi alur kerja kompilasi, integrasi, dan sinkronisasi kebijakan satu peta. Kompilasi IGT Pertanahan dan Ruang merupakan kegiatan pengumpulan data IGT Pertanahan dan Ruang yang dimiliki oleh Unit Produksi di Kementerian ATR/BPN. Integrasi IGT Pertanahan dan Ruang dilaksanakan setelah IGT Pertanahan dan Ruang dinyatakan sesuai berdasarkan Berita Acara kompilasi IGT Pertanahan dan Ruang. Sinkronisasi bertujuan menyelaraskan IGT

di Kementerian ATR/BPN. Proses ini meliputi tiga tahap: identifikasi, klarifikasi, dan validasi.

(a)

(b)

Gambar 4-2. Fitur kompilasi (a) dan fitur integrasi (b) pada Geoportal IGT-PR
Sumber: https://igtpr.atrbpn.go.id/

Fitur utama dari Geoportal IGT-PR yaitu: Kompilasi, Integrasi, dan Analisis Tematik. Fitur Kompilasi (Gambar 4-2.a) terdiri atas otomatisasi proses pemeriksaan data kompilasi yang terdiri atas: Sistem Proyeksi, Batas Wilayah Administratif, Kode Referensi, Metadata, Atribut Data, NSPK, Dokumen Penetapan.

Fitur Integrasi (Gambar 4-2.b) terdiri dari otomatisasi proses pemeriksaan data integrasi yang terdiri dari: Aspek Legal, Kesesuaian Unsur IGD, Kosistensi Atribut, Kosistensi Topologi, Kelengkapan Metadata, Cakupan Wilayah. Sedangkan fitur Analisis Tematik (Gambar 4-3) terdiri atas Analisis tambahan untuk menghasilkan informasi baru dari IGT Pertanahan dan Ruang terdiri dari fitur Manajemen Layer, Analisis Tumpang Susun, Analisis Atribut Data, Upload AOI, dan Cetak Analisis Peta. Selain ketiga fitur utama di atas terdapat fitur Dashboard Monitoring untuk memantau data hasil kompilasi, integrasi, dan sinkronisasi secara *real-time*. Keseluruhan fitur tersebut hanya dapat diakses terbatas, yaitu bagi akun yang terdaftar pada *single sign on (SSO)* Kementerian ATR/BPN. Sedangkan bagi publik yang akan memanfaatkan sejumlah analisis IGT dapat mengakses geoportal https://bhumi.atrbpn.go.id/.

Gambar 4-3. Fitur analisis tematik pada geoportal IGT-PR
Sumber: https://igtpr.atrbpn.go.id/

4.3. Pembuatan Peta Penguasaan, Pemilikan, Penggunaan, dan Pemanfaatan Bidang Tanah

4.3.1. Definisi

Konsep penguasaan dapat diterapkan dalam dua arti: fisik dan yuridis. Penguasaan yuridis berarti memiliki hak yang dilindungi hukum dan memberikan kekuasaan kepada pemilik hak untuk menguasai secara fisik tanah yang dihaki. Meskipun

penguasaan yuridis memberikan wewenang untuk menguasai secara fisik, dalam kenyataannya penguasaan fisik dapat dilakukan oleh pihak lain, seperti jika tanah disewakan. Jika tanah dikuasai secara fisik oleh pihak lain tanpa hak, maka pemilik tanah berdasarkan hak penguasaan yuridisnya berhak menuntut diserahkannya kembali tanah tersebut secara fisik kepadanya (Harsono, 2008). Penguasaan yang bersifat fisik atau terbatas pada adanya aktivitas fisik di atas tanah, tanpa disertai penguasaan yuridis, selanjutnya dalam Petunjuk Pelaksanaan Kegiatan Landreform 2024 disebut sebagai penguasaan tanah (Direktorat Landreform, 2024).

Di sisi lain, penguasaan yang berarti pada penguasan aspek yuridis disebut dengan pemilikan tanah. Kepemilikan tanah bagi masyarakat memberikan pengaruh keeratan hubungan psikologis antara pemegang hak dengan tanahnya. Macam hak atas tanah antara lain: Hak Milik (HM), Hak Guna Bangunan (HGB), Hak Guna Usaha (HGU), Hak Pakai (HP), Hak Wakaf, dan Hak Pengelolaan (HPL). Menurut Undang-Undang Pokok Agraria (UUPA), hak milik adalah hak yang turun-temurun, terkuat, dan terpenuh yang dapat dimiliki seseorang atas tanah. Sifat "terkuat dan terpenuh" ini tidak berarti hak milik adalah hak mutlak yang tidak terbatas dan tidak dapat diganggu gugat. Sebaliknya, sifat ini hanya dimaksudkan untuk membedakan hak milik dengan jenis hak atas tanah lainnya.

Peta penguasaan dan pemilikan bidang tanah menyediakan detail mengenai siapa yang menguasai dan memiliki tanah di suatu wilayah, yang berguna dalam berbagai konteks seperti perencanaan pembangunan, tata ruang, pengelolaan lahan, dan penyelesaian sengketa tanah. Informasi yang terkandung dalam peta ini sangat penting untuk memastikan jenis hak atas tanah yang ada di setiap bidang tanah, mendorong transparansi dan akuntabilitas dalam tata kelola tanah, serta memfasilitasi perencanaan dan pengelolaan tanah yang efisien. Dengan adanya informasi ini, proses pengambilan keputusan yang terkait dengan pengelolaan tanah menjadi lebih mudah dan dapat mencegah potensi konflik dengan pemilik tanah.

Disamping untuk mendapatkan informasi pihak yang menguasai dan memiliki bidang tanah, peta penguasaan dan pemilikan bidang tanah juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi perubahan terhadap kepemilikan dan penguasaan tanah seiring waktu. Dalam konteks pengembangan wilayah, terutama perencanaan wilayah, informasi historis ini membantu dalam analisis tren dan pola penggunaan tanah. Dengan demikian, peta pemilikan dan penguasaan bidang tanah tidak hanya menyediakan gambaran saat ini, tetapi juga berfungsi sebagai alat penting untuk perencanaan dan pengelolaan tanah secara berkelanjutan.

Selanjutnya yang disebut dengan penggunaan tanah menurut Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2004 adalah wujud tutupan permukaan bumi baik yang merupakan bentukan alami maupun buatan manusia. Berdasarkan pendapat dari *Food and Agriculture Organization (FAO)*, penggunaan tanah *(land use)* merujuk pada perubahan yang dilakukan oleh manusia terhadap lingkungan alam menjadi lingkungan buatan seperti lapangan, lahan pertanian, dan kawasan permukiman. Penggunaan tanah didefinisikan sebagai "serangkaian aktivitas dan input yang diatur oleh manusia pada tanah tertentu" (FAO,1997; FAO/UNEP,1999). Di sisi lain, Arsyad (1989) mengartikan penggunaan tanah sebagai setiap bentuk campur tangan manusia terhadap bidang tanah dalam rangka memenuhi kebutuhan hidupnya, baik secara materiil maupun spiritual.

Terminologi "penggunaan tanah" dan "penutupan lahan" sering kali digunakan secara bersamaan, meskipun kedua istilah tersebut sebenarnya memiliki makna yang berbeda. Menurut Lillesand dan Kiefer (1979), penutupan lahan mengacu pada jenis kenampakan yang terlihat di permukaan bumi, sedangkan penggunaan tanah merujuk pada aktivitas manusia yang terkait dengan objek tersebut. Selanjutnya, Townshend dan Justice (1981) juga berpendapat bahwa penutupan lahan adalah representasi fisik (visual) dari vegetasi, unsur-unsur alam, dan elemen budaya yang ada di permukaan bumi, tanpa memperhatikan interaksi manusia terhadap objek tersebut.

Sementara itu, Barret dan Curtis (1982) menyatakan bahwa permukaan bumi terdiri dari kenampakan alami seperti vegetasi dan salju (penutupan lahan), serta kenampakan yang dihasilkan oleh aktivitas manusia (penggunaan tanah). Penutupan lahan selanjutnya disebut sebagai pemanfaatan tanah. Dimana dalam Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2004 disebutkan bahwa pemanfaatan tanah adalah kegiatan untuk mendapatkan nilai tambah tanpa mengubah wujud fisik penggunaan tanahnya.

4.3.2. Teknik Pembuatan Peta Penguasaan, Pemilikan, Penggunaan, dan Pemanfaatan Bidang Tanah

1) Penyusunan peta kerja

Penyusunan peta kerja merupakan tahap awal dari seluruh kegiatan penyajian IGT-PR. Peta kerja dibuat mengacu pada Peta Foto. Ketersediaan Peta Foto dapat dilihat di https://petadasar.atrbpn.go.id/. Jika pada lokasi pemetaan belum tersedia Peta Foto, maka sedapat mungkin dilakukan pembuatan Peta Foto. Pembuatan Peta Foto menggunakan Pesawat Udara Nir Awak (PUNA)/*Unmanned Aerial Vehicle (UAV).* Adapun spesifikasi Peta Foto yang dibuat wajib memenuhi standar pembuatan peta foto sebagaimana diatur dalam Juknis PTSL 2024, yaitu Resolusi GSD <0,12 m, akurasi/ketelitian horizontal <0,40 m, akurasi/ketelitian vertikal <2 m, dan visualisasi *seamless* atau tidak blur (Juknis PTSL Tahun 2024).

Selanjutnya di atas Peta Foto, ditambahkan Peta Kadaster yang menggambarkan Batas Bidang Tanah menjadi dasar untuk mengumpulkan data penguasaan dan Pemilikan. Ketersediaan Kadaster dapat di lihat di geoportal yang dibangun oleh Kementerian ATR/BPN yaitu di https://bhumi.atrbpn.go.id/. *Platform* tersebut adalah sebuah situs peta interaktif yang digunakan untuk menyebarkan informasi spasial. *Platform* https://bhumi.atrbpn.go.id/ merupakan platform penyimpanan data geospasial yang dikelola oleh unit-unit kerja di Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan

Pertanahan Nasional yang dapat diakses dan digunakan secara interaktif untuk masyarakat umum. Seluruh bidang tanah yang sudah terdaftar dan telah dipetakan dimasukkan ke dalam *platform* tersebut.

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Survey dan Pemetaan Pertanahan dan Ruang (2024), jumlah bidang tanah terdaftar telah tercapai 115,5 juta bidang tanah. Diharapkan, pada akhir tahun 2024 jumlah tersebut meningkat menjadi 120 juta bidang tanah, dan pada tahun 2025 mencapai target akhir 126 juta bidang tanah. Dalam rencana strategis 2019-2024, Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN) menargetkan penyelesaian 126 juta bidang tanah untuk mencapai kadaster lengkap di seluruh Indonesia. Sejak tahun 1960, fokus utama Kementerian ATR/BPN adalah pada tahap awal administrasi pertanahan, yang meliputi pengukuran dan pendaftaran awal bidang tanah sebagai bagian dari pengumpulan data dasar administrasi pertanahan. Setelah target 126 juta bidang tanah tercapai, Kementerian ATR/BPN akan mengalihkan fokus pada manajemen data (tahap tengah) dan penyebarluasan informasi geospasial tematik (tahap hilir). Data yang dikumpulkan merupakan bagian dari peta dasar atau peta kadaster, yang mencakup nilai tanah, hak atas tanah, tata ruang, dan pengembangan lahan.

2) Pengumpulan data Penguasaan, Pemilikan, Penggunaan dan Pemanfaatan Tanah (P4T).

Pengumpulan data penguasaan, pemilikan, penggunaan, dan pemanfaatan tanah memerlukan pendekatan yang terstruktur dan komprehensif untuk memastikan bahwa semua informasi yang relevan dan akurat dikumpulkan. Salah satu metode utama adalah survei lapangan, dimana tim survei melakukan survey langsung di lokasi untuk memetakan penguasaan, kepemilikan, penggunaan, dan pemenfaatan tanah (P4T) berdasarkan batas-batas bidang tanah secara akurat. Dalam survei ini,

teknologi *GIS Data Collector (GDC)/Mobile GIS* sering digunakan untuk meningkatkan kecepatan, ketepatan pengukuran, dan memastikan bahwa data P4T yang dihasilkan memiliki tingkat akurasi tinggi.

Data terkait pemilikan dan penguasaan tanah, dapat dikumpulkan dari wawancara langsung dengan warga masyarakat, perangkat desa, dan juga dari identifikasi catatan pemerintah, seperti peta kadaster (GeoKKP), sertifikat tanah, dan dokumen-dokumen kepemilikan lainnya. Catatan-catatan ini dikelola oleh Kementerian ATR/BPN. Penggunaan dokumen hukum, seperti akta jual beli, surat waris, dan perjanjian sewa, juga merupakan sumber penting untuk mengidentifikasi subjek yang menguasai atau yang memiliki secara sah dari suatu bidang tanah.

Data terkait penggunaan tanah dapat dilakukan melalui interpretasi penggunaan tanah di atas peta foto sesuai klasifikasi penggunaan berdasarkan norma dan standar yang berlaku. Pengecakan secara langsung di lapangan (*ground check)*, perlu dilakukan untuk mengklarifikasi dan memvalidasi hasil interpretasi sebelumnya. Dalam hal terdapat ketidaksesuaian antara hasil interpretasi dan kondisi di lapangan maka dilakukan perubahan sesuai dengan hasil survey lapangan. Berikutnya untuk data terkait pemanfaatan tanah dapat dilakukan pengumpulan data melalui wawancara dengan warga masyarakat dan observasi atau survey langsung di lapangan dengan memanfaatkan *platform GIS Data Collector (GDC)/ Mobile GIS Mobile GIS.*

Contoh *Platform GIS Data Collector (GDC)* yang dapat digunakan adalah Aplikasi Sipetik. Aplikasi Sipetik adalah platform yang dikembangkan oleh Kementerian ATR/BPN untuk mengumpulkan data tematik berbasis bidang, termasuk informasi mengenai Penguasaan, Pemilikan, Penggunaan, dan Pemanfaatan Tanah (P4T). Pengguna aplikasi ini terdiri atas ASN di Kementerian ATR/BPN yang

telah memiliki akun yang terhubung dengan KKP (Aplikasi untuk Pendaftaran Tanah) dan *e-Office*, mitra Kementerian, termasuk pihak ketiga dari masyarakat dan pelaksana survei berdasarkan pengadaan barang dan jasa di bidang Survei dan Pemetaan Tematik. Sipetik menyediakan berbagai fitur yang mempermudah proses pengumpulan data GIS. Aplikasi ini berfungsi untuk pengambilan data dalam peta tematik pertanahan dan ruang yang terintegrasi dengan web geoportal tematik ATR BPN untuk pengolahan data. Data yang dikumpulkan meliputi informasi spasial berupa bidang tanah yang telah diidentifikasi di lapangan dan data atribut yang terkait dengan kegiatan PTPR dari skala besar hingga skala rinci. Semakin rinci skalanya, semakin detail pula informasi yang perlu dikumpulkan. Aplikasi Sipetik dapat diunduh melalui *PlayStore*.

4.4. Tugas

A. Tujuan

1. Mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam menyusun peta penggunaan lahan berbasis bidang tanah.
2. Melatih keterampilan mahasiswa dalam menginterpretasi peta foto dan mengintegrasikannya dengan data bidang tanah.
3. Menyediakan hasil peta yang dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut dalam bidang pertanahan dan tata ruang.

B. Deskripsi Tugas

Mahasiswa diminta untuk menyusun peta penggunaan berbasis bidang tanah dengan menggunakan data dari peta foto serta peta batas bidang tanah. Tugas ini mencakup interpretasi peta foto untuk menentukan jenis penggunaan lahan dan pengintegrasian hasil interpretasi tersebut dengan peta batas bidang tanah yang sudah ada.

C. Langkah-langkah Pengerjaan

1. Persiapan Data dan Tools

a. Peta foto yang akan digunakan sebagai dasar interpretasi.
b. Siapkan peta batas bidang tanah.
c. Siapkan software GIS (ArcGIS atau QGIS).

2. Interpretasi Peta Foto dan Integrasi Data
   a. Tempatkan peta batas bidang tanah di atas peta foto.
   b. Identifikasi dan kategorikan berbagai jenis penggunaan lahan yang terlihat pada peta foto udara atau citra satelit.
   c. Pastikan setiap bidang tanah memiliki informasi penggunaan lahan yang sesuai berdasarkan hasil interpretasi.
   d. Tandai setiap jenis penggunaan lahan pada peta dengan simbol atau warna yang sesuai.
3. Penyusunan Peta
   a. Buat layout peta yang mencakup judul, legenda, skala, arah utara, dan informasi lainnya.
   b. Gabungkan peta penggunaan lahan dengan peta batas bidang tanah ke dalam satu peta tematik yang komprehensif.
4. Analisis dan Diskusi
   a. Lakukan analisis terhadap peta yang telah disusun, misalnya mengenai distribusi penggunaan lahan.
   b. Diskusikan hasil analisis tersebut dalam laporan singkat.

D. Output yang Diharapkan:
1. Peta penggunaan lahan berbasis bidang tanah yang disusun dengan baik, lengkap dengan layout yang sesuai.
2. Laporan singkat yang berisi penjelasan mengenai metode interpretasi yang digunakan, hasil interpretasi, dan analisis dari peta yang disusun.

E. Kriteria Penilaian:

1. Ketepatan interpretasi penggunaan lahan dari peta foto.
2. Kualitas pengintegrasian data peta batas bidang tanah dengan hasil interpretasi.
3. Kerapihan dan kejelasan peta yang disusun (layout, simbol, legenda, dll).
4. Kualitas analisis dan diskusi yang disajikan dalam laporan.

4.5. Pustaka

Arsyad S. 1989. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor: IPB Press.

Badan Informasi Geospasial. 2021. *Surat Edaran Kepala Badan Informasi Geospasial Nomor 6 Tahun 2021 tentang Pedoman Standar Data Dan Struktur Dan Format Baku Metadata Spasial*. Cibinong.

Barret, R. B dan L. F. Curtis. 1982. *Introduction to environmental remote sensing.* Chapman and Hall. London. 352h.

Direktorat Jenderal Survey dan Pemetaan Pertanahan dan Ruang (SPPR) Tahun 2024, (ceramah Dierktur Jenderal SPPR dalam channel Youtube PPSDM Kementerian ATR/BPN) https://www.youtube.com/watch?v=CETHmzOwhm8

Direktorat Landreform. 2024. *Petunjuk Pelaksanaan Kegiatan Landreform Tahun 2024*. Jakarta: Kementerian ATR/BPN.

Food and Agriculture Organization (FAO). 1997. *Land quality indicators and their use in sustainable agriculture and rural development.* FAO Land and Water Bulletin 5. https://www.fao.org/4/W4745E/w4745e00.htm

Food and Agriculture Organization (FAO) dan United Nations Environment Programme (UNEP). 1999. *The Future of our land: facing the challenge. Guidelines for integrated planning for sustainable management of land resources*. https://www.fao.org/4/X3810E/x3810e00.htm

Geoportal Peta Dasar Kementerian ATR/BPN: https://petadasar.atrbpn.go.id/.

Geoportal Peta Bidang Tanah Kementerian ATR/BPN: https://bhumi.atrbpn.go.id/.

Geoportal Informasi Geospasial Tematik Pertanahan dan Ruang (IGT-PR) Kementerian ATR/BPN: https://igtpr.atrbpn.go.id/.

Harsono, B. (2008). *Hukum Agraria Indonesia: Sejarah Pembentukan Undang-Undang Pokok Agraria, Isi dan Pelaksanaannya*. Jakarta: Djambatan.

Kementerian ATR/BPN. 2023. *Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional Nomor 1 Tahun 2023 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial Tematik Pertanahan dan Ruang*. Berita Negara Republik Indonesia Tahun 2023 Nomor 93. Jakarta.

Kementerian ATR/BPN. 2024. *Petunjuk Teknis PTSL Tahun 2024 Nomor: 1/Juknis-300.UK.01.03/XII/2023*. Jakarta: Kementerian ATR/BPN.

Lillesand, T.M., dan Kiefer, R.W. 1979. *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Pemerintah Republik Indonesia. 2004. *Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2004 tentang Penatagunaan Tanah*. Lembaran Negara Tahun 2004 Nomor 45. Jakarta

Pemerintah Republik Indonesia. 1960. *Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1960 tentang Peraturan Dasar Pokok-Pokok Agraria*. Jakarta

Townshend, J. dan Justice, C. 1981. Information extraction from remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 2 (4), 313-329. https://doi.org/10.1080/01431168108948367

BAB V
PEMANFAATAN PETA TEMATIK UNTUK PERTANAHAN DAN PENATAAN RUANG

Pada Bab V ini peserta didik akan dikenalkan dengan pemanfaatan peta tematik di bidang pertanahan dan penataan ruang. Peta tematik merupakan peta yang disusun untuk penggunaan ruang pada tempat tertentu dan dibuat dengan tujuan tertentu/khusus (Sariyono dan Nursa'ban, 2010; Cahyono, 2018). Didalam penyusunan peta tematik terkadang dibutuhkan beberapa data dan *overlay* beberapa peta untuk menghasilkan sebuah peta dengan tujuan khusus (Utami dan Indardi, 2019). Adapun peta tematik yang terkait dengan pertanahan dan penataan ruang antara lain: peta administrasi dan tempat penting, peta penggunaan tanah, peta gambaran umum penguasaan tanah, peta kawasan hutan, peta rencana tata ruang, dan lain sebagainya. Peta-peta tersebut tentunya dibuat dengan mengacu pada standar dan kaidah pemetaan atau norma kartografis yang berlaku di Kementerian ATR/BPN. Bab ini disusun untuk mendukung CPMK 4 yaitu taruna mampu memanfaatkan peta tematik untuk berbagai kepentingan kegiatan di bidang pertanahan dan penataan ruang.

5.1. Peta Tematik dalam Penyusunan Neraca Penatagunaan Tanah

Kebutuhan tanah untuk kegiatan pembangunan terus mengalami peningkatan namun seringkali tidak terakomodasi dalam dokumen perencanaan, misalnya di dalam Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW). Hal ini berakibat pada adanya ketidaksesuaian antara rencana peruntukan pemanfaatan tanah dan penggunaan tanah eksisting. Konsekuensi dari hal tersebut yaitu timbul banyak permasalahan dalam tataran implementasi di lapangan.

Untuk mengatasi permasalahan yang mungkin timbul karena ketidaksesuaian antara Rencana Tata Ruang (RTR) dengan implementasi di lapangan maka perlu perencanaan penggunaan

tanah yang mampu mengakomodir semua sektor kegiatan pembangunan. Perencaan tersebut dilakukan dengan pola penataan pertanahan untuk mewujudkan tatanan yang lestari, optimal, selaras, serasi, dan seimbang untuk di wilayah perdesaan, dan kondisi yang aman, tertib, lancar, asri, dan sehat untuk di wilayah perkotaan, serta sesuai dengan RTRW (Khrisnamurti dkk, 2022).

Dalam rangka pengembangan penatagunaan tanah diselenggarakan kegiatan penyusunan dan penetapan neraca penatagunaan tanah, neraca penatagunaan sumber daya air, neraca penatagunaan udara, dan neraca penatagunaan sumber daya alam lain. Neraca Penatagunaan Tanah (NPGT) itu sendiri adalah perimbangan antara ketersediaan tanah dan kebutuhan penguasaan, penggunaan, dan pemanfaatan tanah menurut fungsi kawasan didalam RTR. NPGT meliputi neraca perubahan penggunaan tanah, neraca kesesuaian penggunaan tanah terhadap RTRW dan prioritas ketersediaan tanah. Penyusunan NPGT merupakan amanat dari Pasal 23 ayat (3) Peraturan Pemerintah Nomor 16 Tahun 2004 tentang Penatagunaan Tanah dan Pasal 33 ayat (2) Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.

Tujuan disusunnya NPGT adalah untuk memperoleh informasi ketersediaan dan kebutuhan mengenai penguasaan, penggunaan dan pemanfaatan tanah menurut fungsi kawasan sebagaimana tertuang dalam RTR. Manfaat dari penyusunan NPGT tersebut adalah sebagai bahan masukan bagi perencanaan kegiatan dan pengendalian pembangunan secara makro, penyusunan/revisi RTR, kebijakan dan pelaksanaan penyesuaian penggunaan dan pemanfaatan tanah dengan RTR, kebijakan dan penyusunan program penataan pertanahan, serta kebijakan pertanahan dalam menyelesaikan permasalahan pertanahan dan untuk koordinasi lintas sektor.

NPGT pada hakikatnya adalah peta tematik yang merupakan hasil analisis tumpang susun/*overlay* dari peta-peta tematik pertanahan dan tata ruang. Peta tematik yang dihasilkan dalam kegiatan NPGT ini menunjukkan ketersediaan tanah untuk

kegiatan pembangunan. Di dalam kegiatan penyusunan NPGT, sedikitnya ada 8 peta yang dihasilkan yakni (Direktorat Penatagunaan Tanah, 2024):

1) Peta Administrasi dan tempat penting;
2) Peta Penggunaan Tanah Lama, merupakan peta penggunaan tanah yang dihasilkan dari kegiatan NPGT lama (5 tahun sebelum kegiatan NPGT pada tahun berjalan);
3) Peta Penggunaan Tanah Baru, merupakan peta penggunaan tanah yang dihasilkan dari interpretasi data CSRT terbaru dan validasi kondisi lapang teraktual. Dalam hal ini perlu juga memperhatikan peta Lahan Baku Sawah (LBS), peta Lahan Sawah Dilindungi (LSD) dan peta hasil penyusunan NPGT Sektoral Perkebunan. Adapun klasifikasi penggunaan tanah mengacu pada Standardisasi Struktur Data IGT Direktorat Penatagunaan Tanah tahun 2023;
4) Peta Gambaran Umum Penguasaan Tanah (GUPT), merupakan peta yang menyajikan sebaran bidang-bidang tanah terdaftar;
5) Peta Pola Ruang, merupakan peta yang menjadi bagian di dalam dokumen RTR dan berisikan pembagian kawasan di suatu wilayah berdasarkan arahan fungsi kawasannya;
6) Peta Perubahan Penggunaan Tanah, merupakan peta yang dihasilkan untuk melihat perubahan penggunaan tanah dalam kurun waktu tertentu pada suatu wilayah;
7) Peta Kesesuaian Penggunaan Tanah terhadap RTR, merupakan peta yang berisikan perimbangan kondisi eksisting penggunaan tanah pada suatu wilayah dengan pola ruang setempat; dan
8) Peta Ketersediaan Tanah, merupakan peta yang memberikan gambaran tentang peluang dan kendala kegiatan pembangunan oleh pemerintah dan masyarakat berdasarkan perimbangan antara penguasaan, penggunaan, dan pemanfaatan tanah pada fungsi kawasan tertentu.

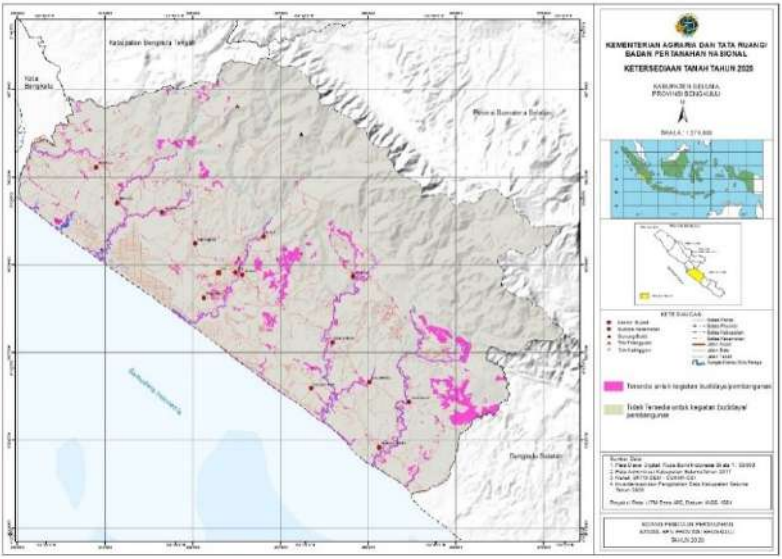
Gambar 5-1 berikut ini menjadi contoh peta-peta yang dihasilkan dari kegiatan NPGT di Kabupaten Seluma tahun 2020.

Keseluruhan produk peta tersebut terdapat pada Album Peta NPGT dan menjadi bagian yang tak terpisahkan dari laporan NPGT (Kantor Wilayah BPN Provinsi Bengkulu, 2020).

Gambar 5-1. Peta-peta yang dihasilkan dari kegiatan Neraca Penatagunaan Tanah tahun 2020 di Kabupaten Seluma
Sumber: Album Peta NPGT Kabupaten Seluma 2020

Dari kedelapan peta tematik yang ada di dalam Album NPGT Seluma, peta ketersediaan tanah (Gambar 5-2) merupakan hasil akhir dari proses overlay sejumlah peta tematik. Adapun overlay yang dilakukan yaitu antara peta kawasan hutan, peta kesesuaian penggunaan tanah, peta gambaran umum penguasaan tanah, dan peta batas administrasi. Di dalam Juknis NPGT 2024 disebutkan bahwa terdapat 2 kriteria ketersediaan tanah pada suatu wilayah, yaitu tersedia dan tidak tersedia (Direktorat Penatagunaan Tanah, 2024). Kawasan akan dikategorikan “tersedia” apabila: (1) bukan termasuk kawasan hutan; (2) kesesuaian penggunaan tanah terhadap RTR termasuk “tidak sesuai” atau “mendukung”; dan (3) penguasaan tanahnya berupa Hak Milik, Hak Guna Bangunan, atau

Hak Pakai. Sedangkan kawasan dikategorikan “tidak tersedia” apabila: (1) termasuk dalam kawasan hutan; (2) kesesuaian penggunaan tanah terhadap RTR termasuk kategori “sesuai”; dan (3) penguasaan tanahnya berupa penguasaan tanah berskala besar (misal: Hak Guna Usaha, Hak Guna Bangunan untuk Industri, dan lain sebagainya), tanah kas desa, atau tanah (bekas) swapraja.

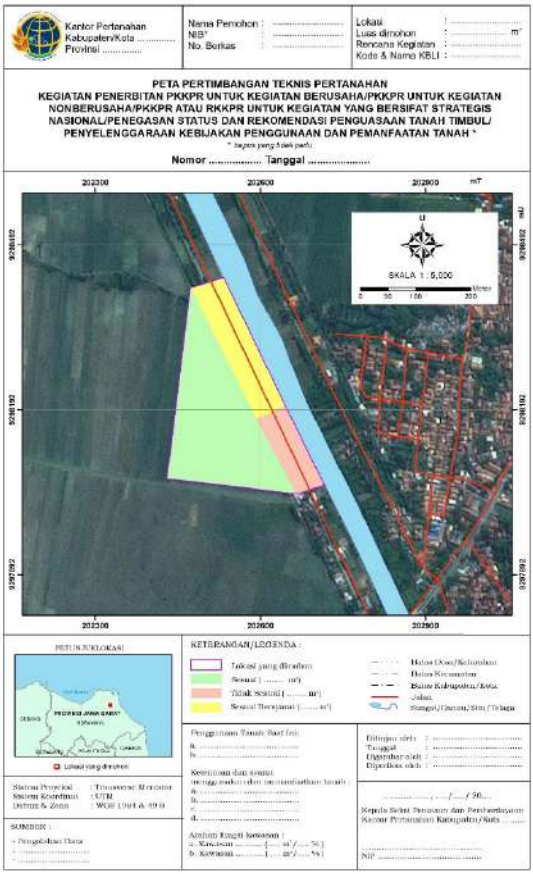


Gambar 5-2. Peta Ketersediaan Tanah Kabupaten Seluma Tahun 2020
Sumber: Album Peta NPGT Kabupaten Seluma 2020

5.2. Peta Tematik dalam Pertimbangan Teknis Pertanahan untuk Penerbitan PKKPR

Sejak diterbitkannya Peraturan Pemerintah Pengganti Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2022 tentang Cipta Kerja, perizinan untuk kepentingan perolehan lahan demi kepentingan investasi dilakukan melalui mekanisme Kesesuaian Kegiatan Pemanfaatan Ruang (KKPR). KKPR yang dilakukan terhadap lokasi yang notabene belum memiliki Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) atau sudah memiliki RDTR namun belum terintegrasi dengan sistem layanan *Online Single Submission* (OSS) disebut dengan Persetujuan Kesesuaian Kegiatan Pemanfaatan Ruang (PKKPR).

Salah satu dokumen persyaratan dalam pelaksanaan pemberian PKKPR yaitu pertimbangan teknis pertanahan. Di dalam Pasal 1 nomor 3 Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang/Kepala Badan Pertanahan Nasional (Permen ATR/KBPN) Nomor 12 Tahun 2021 disebutkan bahwa pertimbangan teknis pertanahan (PTP) merupakan pertimbangan yang memuat hasil analisis teknis penatagunaan tanah yang meliputi ketentuan dan syarat penguasaan, pemilikan, penggunaan, dan/atau pemanfaatan tanah dengan memperhatikan RTR, sifat dan jenis hak, kemampuan tanah, ketersediaan tanah, serta kondisi permasalahan pertanahan.



Gambar 5-3. Contoh Peta Pertimbangan Teknis Pertanahan
Sumber: Direktorat Penatagunaan Tanah, 2023a

Berdasarkan pengertian PTP tersebut, terdapat 8 jenis peta tematik yang menjadi luaran kegiatan PTP. Kedelapan peta tersebut meliputi peta petunjuk letak lokasi, peta penggunaan tanah, peta penguasaan tanah, peta kemampuan tanah, peta lokasi terhadap RTR, peta kesesuaian penggunaan tanah, peta ketersediaan tanah, dan peta PTP. Dari kedelapan peta yang menjadi luaran PTP, peta PTP (Gambar 5-3) merupakan peta tematik produk akhir dari hasil analisis *overlay* antar sejumlah peta tematik.

Dari hasil analisis *overlay* akan menampilkan satu atau beberapa klasifikasi PTP yaitu sesuai, sesuai bersyarat, atau tidak sesuai (Direktorat Penatagunaan Tanah, 2023b). Suatu lokasi rencana pembangunan diklasifikasikan "sesuai" apabila rencana kegiatan: (1) bersesuaian dengan kondisi fisik daerah setempat; (2) bersesuaian dengan rencana peruntukan pemanfaatan ruang; (3) terletak di lokasi yang memiliki ketersediaan tanah untuk pembangunan; dan (4) tidak melebihi batasan maksimum penguasaan atau penggunaan tanah. Di sisi lain, lokasi rencana kegiatan yang dimohonkan akan diklasifikasikan "sesuai bersyarat" atau "cukup sesuai" apabila terdapat batasan atau kekhususan yang wajib dipenuhi oleh calon pengguna ruang. Sedangkan klasifikasi "tidak sesuai" akan diberikan pada lokasi yang tidak memenuhi kriteria "sesuai" maupun "sesuai bersyarat".

5.3. Peta Tematik dalam Pengadaan Tanah

Pengadaan tanah adalah serangkaian kegiatan menyediakan tanah dengan cara ganti rugi, ada juga yang berpendapat bahwa pengertian pengadaan tanah adalah setiap kegiatan untuk mendapatkan tanah dengan cara memberi ganti rugi kepada yang berhak atas tanah tersebut (Tamo dkk., 2022). Prosedur yang harus ditempuh adalah dengan cara pelepasan atau penyerahan hak atas tanah. Adapun pengertian pelepasan atau penyerahan hak atas tanah adalah kegiatan melepaskan hubungan hukum antara pemegang hak atas tanah dengan tanah yang dikuasainya melalui pemberian ganti kerugian atas dasar musyawarah (Susilowati, 2020).

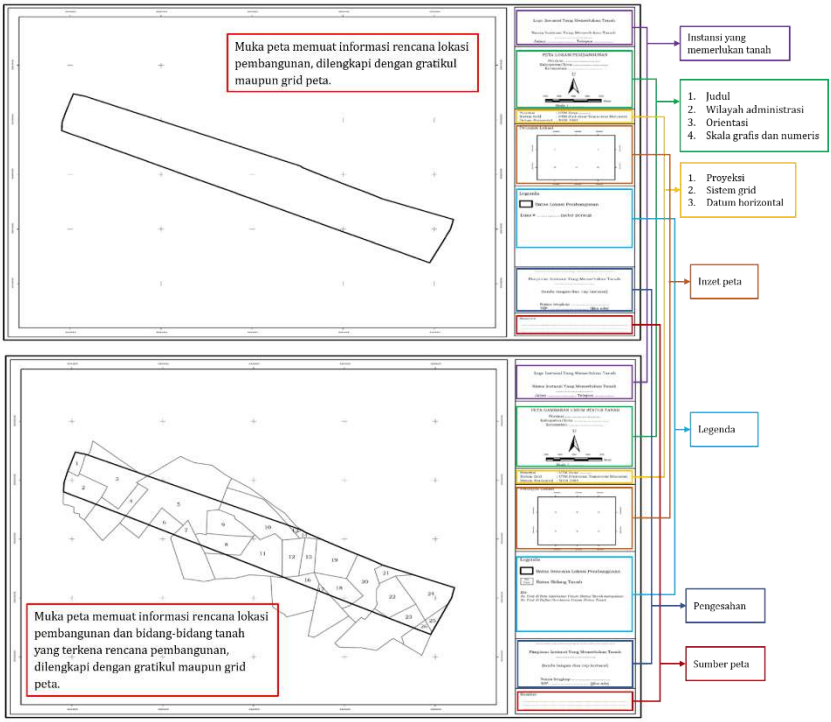
Dalam rangka mendukung keberhasilan proses pengadaan tanah, ketersediaan data spasial dalam bentuk peta memegang peranan yang penting. Hal ini dikarenakan objek dalam pengadaan tanah adalah bidang tanah yang memiliki sifat atau karakteristik yang unik. Keunikan tersebut dapat ditinjau dari aspek letak bidang tanah, penggunaan dan pemanfaatan yang ada di atas maupun di bawahnya, luasan bidang tanah, dan lain sebagainya. Keberadaan data spasial ini nantinya akan mendukung proses penyusunan Dokumen Perencanaan Pengadaan Tanah (DPPT).

Adapun data spasial dan peta yang dibutuhkan dalam kegiatan penyusunan DPPT antara lain: (1) peta lokasi pembangunan; (2) Kesesuaian Kegiatan Pemanfaatan Ruang yang dibuktikan dengan hasil dari tumpang susun (*overlay*) antara Peta Rencana Lokasi Pembangunan dengan Peta Rencana Detail Tata Ruang (RDTR)/Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) kabupaten/ kota/provinsi/nasional; (3) peta Zona Nilai Tanah (ZNT); (4) peta gambaran umum status penguasaan tanah (GUPT); (5) peta bidang tanah hasil pengukuran keliling lokasi pembangunan; .

Berdasarkan Permen ATR/KBPN Nomor 19 Tahun 2021 tentang Ketentuan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 19 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Pengadaan Tanah Bagi Pembangunan Untuk Kepentingan Umum, peta letak tanah lokasi rencana pembangunan dapat ditampilkan pada berbagai tingkat skala tertentu misalnya 1:2.500 atau 1:10.000 atau 1:25.000 atau 1:50.000 atau skala lain yang disesuaikan dengan bentuk dan luasan rencana lokasi pembangunan. Adapun informasi yang ada di dalam peta tersebut meliputi: (1) wilayah administrasi, mulai dari tingkat kelurahan/desa atau nama lainnya sampai tingkat provinsi; (2) kondisi topografi dan kemiringan tanah; dan (3) titik-titik batas lokasi pembangunan. Seluruh data tersebut ditampilkan dengan sistem proyeksi *Universal Transverse Mercator* (UTM).

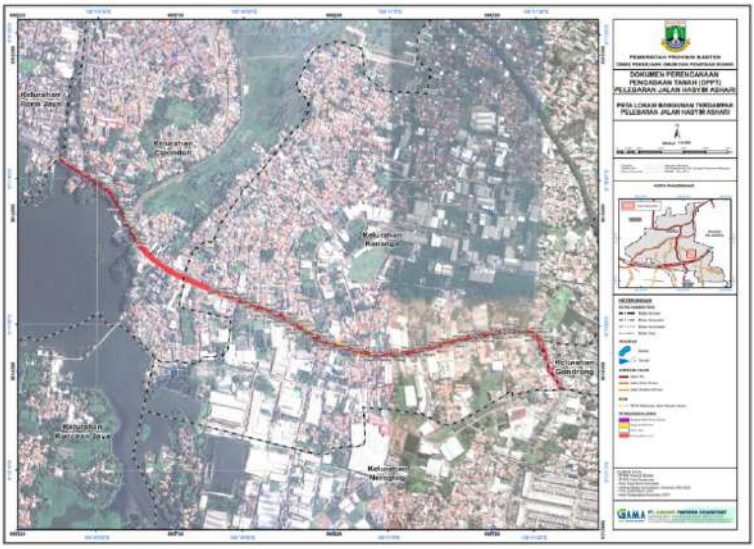
Gambar 5-4 berikut ini merupakan format peta DPPT berdasarkan Permen ATR/KBPN Nomor 19 Tahun 2021 yang terdiri atas format peta rencana lokasi pembangunan dan Peta GUPT. Untuk kesesuaian rencana pembangunan dengan kegiatan

pemanfaatan ruang dan juga zona nilai tanah tidak diberikan format tertentu, sehingga bagi penyusun DPPT diberikan kebebasan dalam penyajiannya pada DPPT.

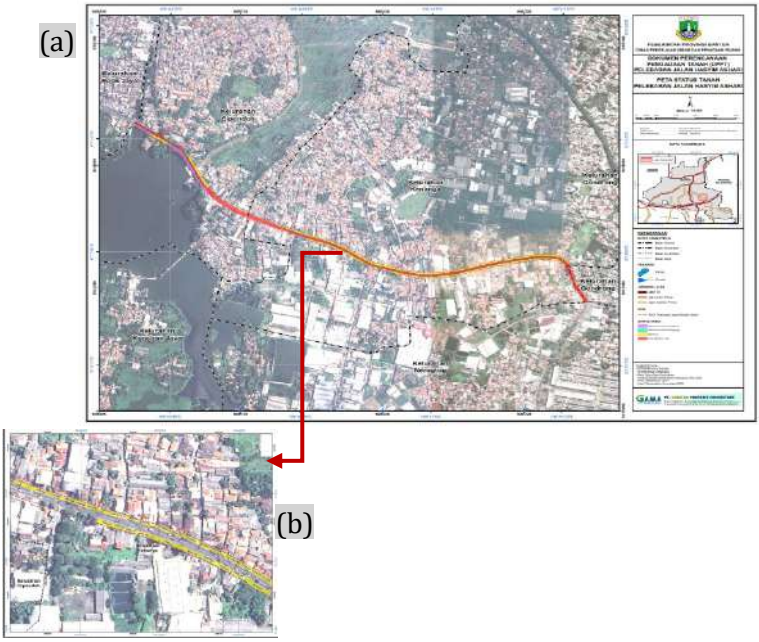


Gambar 5-4. Format peta rencana lokasi (atas) dan penguasaan tanah (bawah) dalam DPPT
Sumber: Permen ATR/KBPN Nomor 19 Tahun 2021

Gambar 5-5 dan Gambar 5-6 berikut ini adalah contoh peta-peta yang disusun pada DPPT Pelebaran Jalan Ashari Provinsi Banten untuk memberikan gambaran dalam memahami peta yang ada DPPT. Gambar 5-5 merupakan rencana lokasi pembangunan pelebaran Jalan Hasyim Asyari Banten. Pada lokasi pelebaran jalan ini terdapat bangunan-bangunan yang akan terdampak proyek pelebaran jalan yang harus dibebaskan. Selanjutnya, Gambar 5-6 adalah contoh peta GUPT di lokasi (a), dan zoom dari STA 0+700 sampai dengan STA 1+000 (b).



Gambar 5-5. Rencana lokasi pelebaran Jalan Hasyim Ashari
Sumber: Laporan DPPT Pelebaran Jalan Hasyim Ashari 2023



Gambar 5-6. Peta GUPT di lokasi pelebaran jalan
Sumber: Laporan DPPT Pelebaran Jalan Hasyim Ashari 2023

Peta-peta yang ditampilkan pada laporan DPPT tersebut pada dasarnya sudah memenuhi kaidah kartografis dan ketentuan yang tertuang dalam peraturan menteri. Di dalam peta yang disajikan juga dilengkapi dengan peta foto udara sebagai peta dasarnya, hal ini untuk berguna untuk mengenali kondisi di lapangan.

Dengan adanya peta tematik yang memberikan gambaran mengenai rencana lokasi pengadaan tanah yang disajikan dalam DPPT, dapat membantu pelaksana pengadaan tanah. Informasi yang tersaji dengan baik di dalam peta, dapat memberikan masukan yang baik dalam kajian selanjutnya terkait langkah kebijakan yang akan diambil dalam proses pengadaan tanah.

5.4. Tugas

Berikut ini adalah tugas yang harus dikerjakan oleh seluruh peserta didik untuk memperdalam kemampuan dalam penerapan peta tematik dalam kegiatan pertanahan dan penataan ruang

A. Tujuan Tugas

Menyajikan peta tematik dalam kegiatan pertanahan dan penataan ruang (Kegiatan NPGT)

B. Uraian Tugas

1. Objek garapan: Peta Neraca Penatagunaan Tanah
   a. Peta Administrasi dan tempat penting;
   b. Peta Penggunaan Tanah Lama
   c. Peta Penggunaan Tanah Baru
   d. Peta Gambaran Umum Penguasaan Tanah (GUPT)
   e. Peta Rencana Tata Ruang (RTR).
   f. Peta Perubahan Penggunaan Tanah
   g. Peta Kesesuaian Penggunaan Tanah dengan RTR
   h. Peta Ketersediaan Tanah
2. Metode/cara pengerjaan (acuan cara/langkah pengerjaan):
   a. Mahasiswa membentuk kelompok dengan anggota 3 – 4 orang per kelompok

b. Setiap kelompok mencari minimal 4 (empat) *shapefile* neraca penatagunaan tanah
c. Setiap kelompok membuat tata letak peta, simbolisasi isi berdasarkan Tata Cara Kerja Penatagunaan Tanah Regional dan juga Standardisasi Struktur Data IGT Direktorat Penatagunan Tanah terbaru.
d. Memaparkan hasil layout dan membaca informasi dari peta tematik yang dihasilkan

3. Deskripsi luaran tugas yang dihasilkan:
   a. *Hardcopy* dan *softcopy* peta NPGT yang dihasilkan dengan tata letak muka dan informasi tepi peta sesuai dengan TCK pada format kertas maksimal ukuran A3 dan minimal A4
   b. Presentasi peta tematik yang dihasilkan

5.5. Pustaka

Direktorat Penatagunaan Tanah. 2023a. *Petunjuk Teknis Pertimbangan Teknis Pertanahan*. Jakarta: Kementerian ATR/BPN.

Direktorat Penatagunaan Tanah. 2023b. *Standardisasi Struktur Data IGT Direktorat Penatagunaan Tanah*. Jakarta: Kementerian ATR/BPN.

Direktorat Penatagunaan Tanah. 2024. *Tata Cara Kerja Neraca Penatagunaan Tanah Regional 2024* (2024th ed.). Jakarta: Kementerian ATR/BPN.

Sariyono, K.E. dan Nursa'ban, M. 2010. *Kartografi Dasar.* Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.

Kantor Wilayah BPN Provinsi Bengkulu. 2020. *Album Peta NPGT Kabupaten Seluma*. Bengkulu: Kanwil BPN Prov. Bengkulu.

Khrisnamurti, Z.B., Budisusanto, Y., dan Deviantari, U.W. 2022. Pemanfaatan Neraca Penatagunaan Tanah untuk Penentuan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (LP2B) Berbasis Bidang Tanah (Studi Kasus: Kecamatan Margorejo, Kabupaten Pati). *Jurnal Teknik ITS*, 11 (3), 96-103.

https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i3.95834
Kurniadin, N., Prasetya, F. V. A. S., Hadi, P. K. S., & Feri, W. 2023. Pemanfaatan Sistem Informasi Geografis Berbasis Web (Webgis) Untuk Pemetaan Aset Lahan Dan Bangunan Politani SamarindA. *Jurnal Sains Informasi Geografi*, *6* (1), 20-30. https://doi.org/10.31314/jsig.v6i1.1359
PT GAMA Consultant. 2023. *Laporan Dokumen Perencanaan Pengadan Tanah (DPPT) Pelebaran Jalan Hasyim Ashari Kota Tangerang 2023*.
Rahman, A. 2013. *Pengantar Kartografi & Sistim Informasi Geografis (Teori dan Aplikasi Menggunakan Arc.GIS 9.3)*. 168.
Susilowati, E. 2020. Pelepasan Hak Atas Tanah Bagi Pembangunan Untuk Kepentingan Umum Di Kota Palangka Raya. *Jurnal Sociopolitico*, 2(2), 111–125. https://doi.org/10.54683/sociopolitico.v2i2.31
Tamo, W. M. ., Wahongan S. Anna, & Sarah, R. D. L. 2022. Perlindungan Hukum Bagi Penerima Ganti Rugi Dalam Pengadaan Tanah Untuk Kepentingan Umum. *Lex Crime*, 11(4), 1–12. https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/lexcrimen/article/view/42047/37241
Cahyono, T. 2018. *Sistem Koordinat dan Pengetahuan Peta*. Cibinong: Badan Informasi Geospasial.
Utami, W., dan Indardi, I. 2019. *Modul Kartografi*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional.

BAB VI
PERKEMBANGAN TEKNOLOGI KARTOGRAFI DAN VISUALISASI TERKINI

Seiring dengan perkembangan teknologi informasi, teknologi yang digunakan dalam pekerjaan kartografi pun mengalami perkembangan. Kondisi tersebut semakin memberikan kemudahan bagi kartografer untuk menyajikan peta dalam berbagai macam model. Pada Bab VI ini peserta didik akan dikenalkan dengan perkembangan teknologi kartografi dan perkembangan visualisasi peta terkini. Dengan memahami kedua hal tersebut diharapkan peserta didik dapat membuat sebuah peta dengan teknologi terkini dan visualisasi yang menarik sesuai dengan tuntutan kebutuhan pengguna masa kini. Bab ini untuk mendukung CPMK 1 yaitu peserta didik mampu memahami dan menjelaskan pekerjaan pembuatan peta.

6.1. Evolusi Kartografi

Sejarah Kartografi telah menjadi jejak peradaban manusia sejak ribuan tahun yang lalu. Mulai dari peradaban kuno seperti bangsa Yunani dan Romawi, hingga zaman modern, ilmu ini terus berkembang seiring waktu. Peta merupakan salah satu representasi paling kuno dari pembelajaran ruang dan tempat. Hal tersebut bisa diketahui dari sejumlah penemuan peta kuno di sejumlah wilayah yang dulunya merupakan wilayah peradaban Meopotamia. Keberadaan peta kuno tersebut menunjukkan bahwa kebutuhan manusia untuk memahami dan merepresentasikan ruang sudah ada sejak zaman prasejarah. Dari waktu ke waktu, teknologi dan pengetahuan yang berkembang telah memungkinkan manusia untuk membuat peta yang semakin akurat dan terperinci (Robinson dkk., 1995).

Perkembangan teknologi telah menjadi pendorong utama dalam evolusi kartografi. Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, cara pembuatan peta dan bidang kartografi secara keseluruhan telah mengalami transformasi yang

signifikan. Teknologi seperti GPS, pemindaian lidar, dan citra satelit telah memungkinkan kita untuk membuat peta dengan akurasi yang lebih tinggi dan dalam waktu yang lebih singkat daripada sebelumnya. Selain itu, kemajuan dalam pemrosesan data spasial dan visualisasi juga telah memperkaya cara kita memahami dan merepresentasikan informasi geografis (Kraak dan Ormeling, 2010).

Dampak teknologi pada kartografi tidak hanya terlihat dalam pembuatan peta yang lebih cepat dan akurat, tetapi juga dalam cara kita menggunakan dan berinteraksi dengan peta. Perkembangan teknologi komputer telah membawa berbagai perubahan dalam produksi dan distribusi peta. Produksi peta yang lebih cepat dan murah telah memungkinkan pembaruan yang lebih sering dan pemantauan yang lebih akurat terhadap perubahan di lapangan. Selain itu, peralihan dari media kertas ke media digital dan web telah membuka akses yang lebih luas terhadap informasi geografis. Sekarang, peta tidak lagi hanya berada dalam bentuk statis di atas kertas, tetapi juga dapat diakses secara dinamis dan interaktif melalui berbagai platform online. Ini telah memungkinkan pengguna untuk mengakses peta dari mana saja dan kapan saja, serta berinteraksi dengan peta sesuai dengan kebutuhan dan preferensi mereka (Monmonier, 2018; Armstrong, dkk., 2015).

Alih media peta dari kertas ke penyimpanan digital dan web telah menjadi tonggak penting dalam evolusi kartografi. Proses ini tidak hanya memungkinkan akses yang lebih mudah terhadap informasi geografis, tetapi juga membuka peluang baru dalam penggunaan dan aplikasi peta. Sebagai contoh, peta digital tidak hanya menampilkan informasi spasial, tetapi juga dapat diintegrasikan dengan berbagai data tambahan, seperti data cuaca, lalu lintas, atau bahkan informasi geososial. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mendapatkan wawasan yang lebih mendalam tentang lingkungan mereka dan membuat keputusan yang lebih informasional berdasarkan informasi yang tersedia (Nyerges dan Jankowski, 2016).

Gambar 6-1. Alih media kartografi

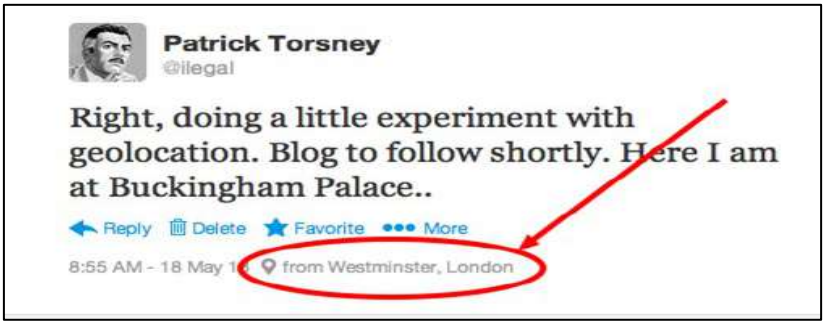
Perubahan dalam interaktivitas peta, dari perspektif satu arah menjadi perspektif dua arah, juga merupakan hasil dari kemajuan teknologi dalam kartografi. Sekarang, pengguna dapat berinteraksi langsung dengan peta, memberikan umpan balik, dan bahkan mengubah representasi peta sesuai dengan kebutuhan mereka. Ini menciptakan pengalaman yang lebih personal dan relevan bagi pengguna, di mana peta beradaptasi dengan preferensi dan kebutuhan individu. Dengan demikian, evolusi kartografi tidak hanya mencerminkan kemajuan teknologi, tetapi juga perubahan dalam cara kita memahami dan menggunakan informasi geografis untuk membuat keputusan yang lebih baik dalam kehidupan sehari-hari (Krygier dan Wood, 2016).

Gambar 6-2. Perubahan dari perspektif satu arah menjadi perspektif dua arah
Sumber: Gambar ilustrasi dibuat dengan *Generative AI*: *Microsoft Copilot*

6.2. Sumber Daya Kerumunan (*Crowsourced*) Dalam Kartografi

6.2.1. Definisi dan konsep *crowdsourcing*

Crowdsourcing dalam kartografi merujuk pada proses pengumpulan data geografis atau pembuatan peta dengan melibatkan partisipasi luas dari masyarakat umum atau kelompok yang terorganisir. Konsep ini bergantung pada kontribusi sukarela dari individu atau kelompok untuk mengumpulkan, memvalidasi, atau memperbarui informasi geografis. Seiring dengan kemajuan teknologi digital dan platform online, *crowdsourcing* telah menjadi salah satu metode yang penting dalam pembuatan dan pemeliharaan peta digital (Goodchild dan Li, 2012).



Gambar 6-3. Cuitan Twitter (sekarang X) yang mengandung tag geo-lokasi

Pemetaan pola dan sebaran tema tertentu dapat dilakukan menggunakan data sumber daya kerumunan (*crowdsourced*), seperti cuitan Twitter yang disertai dengan tag geolokasi. Sebuah penelitian internasional telah mengembangkan alat algoritma yang menggunakan Twitter untuk secara otomatis memprediksi dengan tepat di mana Anda tinggal dalam waktu beberapa menit, dengan akurasi lebih dari 90 persen. Alat ini, yang disebut LPAuditor (singkatan dari *Location Privacy Auditor*), memanfaatkan kebijakan Twitter yang invasif setelah memperkenalkan kemampuan untuk menandai tweet dengan lokasi pada tahun 2009 (Gambar 6-3). Namun, bahkan setelah Twitter mengubah kebijakannya pada April 2015, data GPS yang dibagikan sebelum pembaruan tetap tersedia melalui API. Para

peneliti mengembangkan LPAuditor untuk menganalisis tweet yang ditandai lokasi dan menafsirkan informasi rinci tentang lokasi-lokasi sensitif seseorang. Alat ini mampu mengidentifikasi rumah seseorang dengan akurasi 92,5 persen, meskipun kurang tepat dalam memprediksi lokasi tempat kerja. Dengan menggunakan alat ini, para peneliti juga berhasil mengidentifikasi lokasi sensitif yang mungkin dikunjungi oleh pengguna, seperti rumah sakit atau klub malam, dengan akurasi sekitar 80 persen. Meskipun Twitter telah mengubah kebijakannya, data lokasi sebelum 2015 masih tersedia melalui API, memunculkan kekhawatiran privasi. Peneliti menekankan perlunya pengguna untuk lebih berhati-hati dalam membagikan data lokasi mereka (Issie, 2019).

6.2.2. Manfaat dan tantangan *crowdsourcing*

Crowdsourcing membawa berbagai manfaat yang signifikan dalam konteks kartografi. Pertama, dengan melibatkan partisipasi luas dari masyarakat, *crowdsourcing* dapat meningkatkan akurasi dan cakupan data geografis. Informasi yang dikumpulkan dari berbagai sumber dapat memberikan gambaran yang lebih lengkap dan akurat tentang lingkungan geografis daripada yang dapat diperoleh dengan metode konvensional. Selain itu, penggunaan *crowdsourcing* dapat menghemat biaya dan waktu dalam pembaruan peta, karena memanfaatkan kontribusi sukarela dari individu atau kelompok untuk mengumpulkan, memvalidasi, atau memperbarui informasi geografis (Haklay dan Weber, 2008).

Meskipun *crowdsourcing* memiliki manfaat yang signifikan, namun ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satu tantangan utama adalah masalah kualitas data. Karena informasi dikumpulkan dari berbagai sumber yang mungkin memiliki tingkat akurasi yang berbeda-beda, dapat timbul masalah dalam konsistensi dan keandalan data. Selain itu, kurangnya validasi dan kontrol terhadap kontribusi pengguna juga menjadi tantangan serius. Hal ini dapat menyebabkan informasi yang tidak terverifikasi atau tidak akurat dimasukkan ke dalam peta, mengurangi kegunaan dan keandalannya.

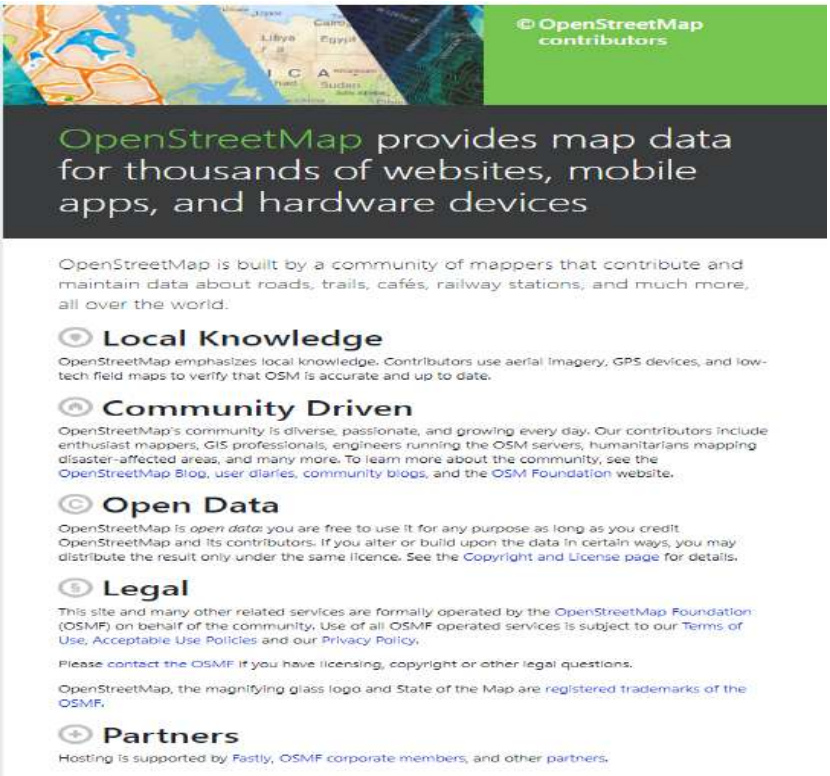
Tantangan lainnya adalah potensi konflik kepentingan antara berbagai kontributor. Dalam proses *crowdsourcing*, beragam pihak dapat berpartisipasi dalam pengumpulan data, termasuk individu, organisasi, atau entitas komersial. Konflik kepentingan dapat timbul ketika tujuan atau agenda dari berbagai kontributor tidak selalu sejalan, yang dapat mengarah pada ketidakseimbangan representasi atau penekanan pada jenis data tertentu. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan aspek etika, transparansi, dan keberlanjutan dalam menggunakan *crowdsourcing* dalam konteks kartografi.

6.2.3. Contoh kasus *crowdsourcing*

Salah satu contoh kasus yang paling terkenal dari penerapan *crowdsourcing* dalam kartografi adalah proyek *OpenStreetMap* (OSM). OSM adalah proyek pemetaan kolaboratif yang memanfaatkan kontribusi sukarela dari ribuan sukarelawan di seluruh dunia untuk membuat dan memelihara peta digital yang terperinci dan terus diperbarui. Melalui platform online, para kontributor OSM dapat menambahkan, mengedit, dan memvalidasi informasi geografis, yang mencakup jalan, bangunan, tempat, dan berbagai fitur lainnya. OSM telah membuktikan bahwa dengan memanfaatkan kekuatan kerumunan, kita dapat menciptakan sumber daya kartografi yang sangat berharga dan akurat secara global (Haklay, 2010).

Penelitian oleh Aditya, dkk. (2012) menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam kualitas geometri data OpenStreetMap (OSM) dibandingkan dengan peta dasar yang dijadikan referensi untuk peta kerja pada skala 1:5000. Hasil ini menyoroti potensi besar dari *crowdsourcing* dalam konteks pembuatan peta, seperti yang terlihat dalam OSM. Dengan melibatkan kontribusi sukarela dari individu atau kelompok, OSM berhasil mengumpulkan dan memperbarui data geografis secara kolaboratif, menciptakan sumber daya yang kaya dan akurat. Meskipun mungkin ada keraguan awal tentang keakuratan dan keandalan data yang dihasilkan oleh masyarakat, penelitian ini menunjukkan bahwa OSM dapat menjadi sumber yang layak

untuk peta kerja pada skala tertentu. Dengan demikian, hal ini menunjukkan manfaat nyata dari crowdsourcing dalam menghasilkan data geografis yang berkualitas, yang dapat digunakan dalam berbagai konteks termasuk perencanaan kota, pengelolaan bencana, dan navigasi.



Gambar 6-4. *Open Street Map* (OSM)

6.3. Peta Interaktif

6.3.1. Definisi dan tujuan peta interaktif

Peta interaktif adalah suatu bentuk peta digital yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi langsung dengan informasi geografis yang disajikan (Dykes dkk., 2010). Berbeda dengan peta statis yang hanya memberikan informasi visual tanpa interaksi, peta interaktif memungkinkan pengguna untuk secara aktif terlibat dalam eksplorasi dan manipulasi data geografis. Salah satu tujuan utamanya adalah menyediakan pengalaman

yang dinamis dan personal bagi pengguna, di mana mereka dapat menjelajahi, memilih, dan memanipulasi data geografis sesuai dengan kebutuhan dan preferensi mereka.

Penggunaan peta interaktif sangat luas dan sering digunakan dalam berbagai konteks, mulai dari pendidikan, bisnis, hingga pemerintahan. Di bidang pendidikan, peta interaktif digunakan sebagai alat pembelajaran yang efektif, memungkinkan siswa untuk memahami konsep geografis dengan lebih baik melalui pengalaman praktis. Di sisi bisnis, peta interaktif digunakan untuk analisis pasar, pemetaan lokasi bisnis, dan pengambilan keputusan yang didukung data spasial.

Selain itu, peta interaktif juga memainkan peran penting dalam komunikasi informasi geografis secara efektif. Dengan menyediakan antarmuka yang intuitif dan interaktif, peta ini memungkinkan pengguna untuk dengan mudah memahami dan menjelajahi data kompleks secara visual. Hal ini membantu dalam penyampaian pesan secara lebih jelas dan menarik, serta memfasilitasi pemahaman yang lebih baik tentang konteks geografis yang relevan. Dengan demikian, peta interaktif tidak hanya merupakan alat visualisasi, tetapi juga merupakan alat komunikasi yang kuat dalam berbagai bidang (Dykes dkk., 2010).

Bentuk interaksi pengguna dengan peta interaktif (*web map*) antara lain:

1) Pencarian (*searching*), pada web map dapat dikembangkan dengan menyediakan fitur pencarian yang intuitif dan responsif. Pengguna dapat dengan mudah mencari lokasi atau objek tertentu dengan menggunakan kata kunci atau filter yang relevan. Teknologi pencarian tercanggih dapat memungkinkan pengguna untuk menemukan lokasi yang spesifik bahkan dengan deskripsi yang umum, seperti mencari restoran tertentu di suatu wilayah atau mencari tempat wisata berdasarkan kategori tertentu. Fitur pencarian yang efisien akan meningkatkan pengalaman pengguna dalam menemukan informasi yang mereka butuhkan dengan cepat dan akurat (https://docs.mapbox.com/search-playground/).

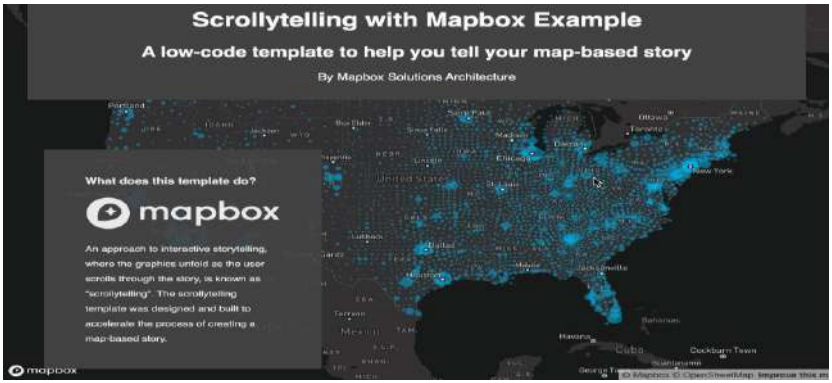
2) Penelusuran (*browsing*), dalam web map membantu pengguna untuk menjelajahi informasi geografis secara lebih terstruktur. Pengguna dapat melakukan penelusuran berdasarkan kategori, seperti tempat wisata, restoran, atau layanan publik, yang akan memberikan mereka pemahaman yang lebih baik tentang lingkungan sekitar. Selain itu, penelusuran dapat disesuaikan dengan preferensi pengguna, seperti menampilkan hasil berdasarkan jarak atau rating. Dengan kemampuan penelusuran yang memadai, pengguna dapat menemukan informasi yang relevan dengan lebih mudah dan efisien, serta menemukan lokasi atau objek yang mungkin belum mereka ketahui sebelumnya.
3) Bertutur cerita (*storytelling*), melalui web map memungkinkan pengguna untuk menyampaikan informasi secara visual dan naratif. Pengguna dapat membuat narasi berbasis lokasi dengan menggabungkan teks, gambar, dan multimedia lainnya untuk menggambarkan pengalaman mereka secara lebih mendalam. Ini dapat digunakan dalam konteks seperti perjalanan wisata, dokumentasi sejarah lokal, atau pemetaan peristiwa penting. Bertutur cerita melalui web map tidak hanya memperkaya pengalaman pengguna, tetapi juga memungkinkan mereka untuk berbagi pengetahuan dan pengalaman mereka dengan orang lain secara lebih menarik dan terhubung dengan lokasi yang relevan (Caquard dan Cartwright, 2014).

Story map merupakan konsep yang mengintegrasikan unsur-unsur storytelling dengan peta interaktif untuk menyampaikan informasi secara lebih menarik dan terstruktur. Platform seperti Mapbox menyediakan alat dan fitur yang memungkinkan pengguna untuk membuat story map yang kaya akan konten visual dan naratif. Melalui story map, pengguna dapat menggabungkan teks, gambar, video, dan elemen multimedia lainnya dengan peta interaktif untuk menguraikan cerita yang berhubungan dengan lokasi atau topik tertentu. Ini memungkinkan pengguna untuk menyampaikan informasi dengan

cara yang lebih menarik, mudah dipahami, dan terhubung dengan dimensi geografis (https://www.mapbox.com/developers/).

Salah satu keunggulan dari penggunaan platform seperti Mapbox untuk story map adalah fleksibilitas dan kemampuannya untuk menyesuaikan desain dan tata letak. Pengguna dapat mengatur tampilan peta, memilih gaya visual yang sesuai, dan menambahkan interaktivitas seperti animasi atau layer tambahan untuk meningkatkan pengalaman pengguna. Selain itu, platform ini sering dilengkapi dengan fitur analitik yang memungkinkan pengguna untuk melacak interaksi pengguna dengan story map mereka, seperti jumlah tampilan, waktu rata-rata yang dihabiskan oleh pengguna, dan lain sebagainya.

Dengan menggunakan platform story map seperti Mapbox, pengguna dapat menciptakan pengalaman storytelling yang memikat dan informatif, baik untuk keperluan pribadi maupun profesional. Ini dapat digunakan dalam berbagai konteks, seperti jurnalisme peta, pendidikan geografis, promosi pariwisata, atau dokumentasi sejarah lokal. Melalui penggabungan antara elemen storytelling yang kuat dengan peta interaktif, story map mampu menciptakan pengalaman yang menarik dan terhubung dengan dunia nyata bagi para pengguna. (https://www.mapbox.com/solutions/interactive-storytelling).



Gambar 6-5. *Scrollytelling with Mapbox*
Sumber: https://www.mapbox.com/solutions/interactive-storytelling

6.3.2. Teknologi dan alat untuk membuat peta interaktif

Untuk menciptakan peta interaktif, berbagai teknologi dan alat tersedia, masing-masing menawarkan keunggulan dan kemampuan yang berbeda. Salah satu alat utama adalah perangkat lunak *Geographic Information Systems* (GIS) seperti ArcGIS, QGIS, dan Mapbox Studio (Peterson, 2014). Perangkat lunak GIS ini menyediakan lingkungan yang kuat untuk analisis dan visualisasi data geografis dengan beragam fitur yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Perangkat tersebut memungkinkan pengguna untuk mengimpor, mengolah, dan memvisualisasikan data geografis dengan cara yang fleksibel dan efisien.

Di samping perangkat lunak GIS, bahasa pemrograman web seperti JavaScript juga memainkan peran penting dalam pengembangan peta interaktif. Bahasa pemrograman ini digunakan untuk membuat fungsi interaktif pada peta, seperti zoom, pan, dan kontrol lainnya. Kerangka kerja pengembangan perangkat lunak web seperti Leaflet.js dan OpenLayers merupakan contoh alat yang sangat berguna dalam mengintegrasikan fitur interaktif ke dalam peta. Mereka menyediakan berbagai fungsi dan komponen yang dapat digunakan pengembang untuk membangun antarmuka pengguna yang responsif dan menarik.

Dengan kombinasi perangkat lunak GIS dan kerangka kerja pengembangan perangkat lunak web, pembuat peta dapat menciptakan peta interaktif yang kaya fitur dan mudah digunakan. Mereka dapat menggabungkan analisis data geografis yang kompleks dengan antarmuka pengguna yang intuitif, sehingga memungkinkan pengguna untuk menjelajahi dan memahami informasi geografis dengan lebih baik. Kombinasi teknologi dan alat ini memberikan fleksibilitas dan kontrol yang tinggi dalam pembuatan peta interaktif yang sesuai dengan kebutuhan dan tujuan penggunaannya (Peterson, 2014).

1) ArcGIS Online. Platform ini menyediakan tools untuk membuat dan menganalisis peta, mengkompilasi data

geografis, dan berbagi hasil analisis dalam bentuk peta interaktif.

2) Leaflet. Open-souce library JavaScript yang ringan untuk membuat peta interaktif. Leaflet juga mudah digunakan dan memiliki banyak plugin untuk menyesuaikan fungsionalitas.
3) Mapbox. Platform pengembangan yang menyediakan tools untuk membuat peta kustom dan aplikasi lokasi. Mapbox menawarkan kontrol granular atas estetika dan data peta.
4) Google Maps API. Sebuah platform dari Google yang memungkinkan pengguna mengintegrasikan Google Maps ke dalam situs web mereka, dengan opsi kustomisasi luas.
5) Power BI. Microsoft Power BI adalah platform analisis bisnis yang menyediakan fitur pemetaan data yang kuat. Power BI memungkinkan pengguna untuk membuat visualisasi data interaktif, termasuk peta interaktif, dari berbagai sumber data.
6) Tableau. Platform visualisasi data yang juga menyediakan fitur pemetaan data yang canggih.

Gambar 6-6. Beberapa *tools* yang dapat digunakan untuk membangun peta interaktif

6.3.3. Contoh kasus peta interaktif dalam pertanahan

Salah satu contoh kasus yang relevan dari pemanfaatan peta interaktif dalam pertanahan adalah dalam pemetaan bidang tanah dan tata ruang. Peta interaktif memainkan peran kunci dalam menyajikan informasi terkait batas-batas properti, pemilik tanah, dan detail lain yang terkait dengan pertanahan. Pengguna dapat dengan mudah menjelajahi data pertanahan dengan fitur-fitur interaktif seperti zoom, pan, dan pencarian lokasi. Dengan menggunakan peta interaktif, mereka dapat melacak informasi

properti dengan cepat dan akurat, serta melakukan analisis spasial seperti overlay layer untuk memahami hubungan spasial antara berbagai elemen pertanahan.

Contoh pemanfaatan peta interaktif dalam bidang pertanahan juga mencakup kemampuan untuk memvisualisasikan informasi kompleks dengan cara yang lebih intuitif. Misalnya, peta interaktif dapat menampilkan lapisan data yang berbeda, seperti data pemilikan tanah, penggunaan lahan, atau pola ruang, dalam satu tampilan yang terpadu (Gambar 6-7). Hal ini memungkinkan para pemangku kepentingan untuk memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang dinamika lahan dan memfasilitasi proses pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam perencanaan dan pengelolaan lahan.

Gambar 6-7. Peta interaktif BHUMI yang dimiliki oleh Kementerian ATR/BPN
Sumber: https://bhumi.atrbpn.go.id/peta

Selain itu, peta interaktif juga memungkinkan kolaborasi dan berbagi informasi antara berbagai pemangku kepentingan dalam sektor pertanahan. Dengan aksesibilitas yang mudah melalui platform online, peta interaktif memfasilitasi komunikasi yang lebih baik antara pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta terkait masalah-masalah pertanahan. Hal ini dapat meningkatkan transparansi, partisipasi, dan pengelolaan sumber daya tanah yang lebih efisien dan berkelanjutan (Goodchild, 2007; Kerski, 2015).

6.4. Visualisasi Data Pertanahan 3D

6.4.1. Definisi dan tujuan visualisasi data pertanahan 3D

Visualisasi data pertanahan 3D adalah proses representasi grafis dari informasi geografis dan atribut pertanahan dalam tiga dimensi. Dengan memanfaatkan teknologi 3D, pengguna dapat memperoleh gambaran yang lebih mendalam tentang karakteristik topografi, morfologi, dan struktur tanah. Salah satu manfaat utama dari visualisasi data pertanahan 3D adalah kemampuannya untuk menyajikan informasi dengan cara yang lebih realistis, memungkinkan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi alam dan lingkungan (Gambar 6-8).

Gambar 6-8. Bangunan fasilitas publik dalam format 3D pada peta interaktif PDOK
Sumber: https://app.pdok.nl/3d-viewer/

Visualisasi data pertanahan 3D memiliki beragam aplikasi dalam berbagai bidang, mulai dari perencanaan tata ruang hingga manajemen bencana alam. Dalam perencanaan tata ruang, visualisasi 3D memungkinkan para pemangku kepentingan untuk memvisualisasikan rencana pengembangan kota atau infrastruktur dengan lebih jelas dan detail. Mereka dapat mengeksplorasi berbagai skenario pembangunan dan memahami dampaknya terhadap lingkungan sekitar, termasuk potensi perubahan dalam tata guna lahan dan keanekaragaman ekosistem.

Selain itu, visualisasi data pertanahan 3D juga berperan penting dalam pemetaan risiko bencana alam dan analisis geomorfologi. Dengan memodelkan topografi dan struktur tanah dalam tiga dimensi, para peneliti dan praktisi dapat mengidentifikasi daerah rawan bencana seperti longsor, banjir, atau erosi tanah. Mereka dapat menganalisis pola dan karakteristik geomorfologi untuk memahami proses alami yang memengaruhi bentuk lahan dan mengidentifikasi area-area yang rentan terhadap perubahan lingkungan atau kejadian bencana.

Dengan demikian, visualisasi data pertanahan 3D tidak hanya menyediakan representasi visual yang menarik, tetapi juga menjadi alat yang sangat berguna dalam pengambilan keputusan dan perencanaan yang berkelanjutan dalam berbagai konteks terkait pertanahan (Biljecki dkk., 2015).

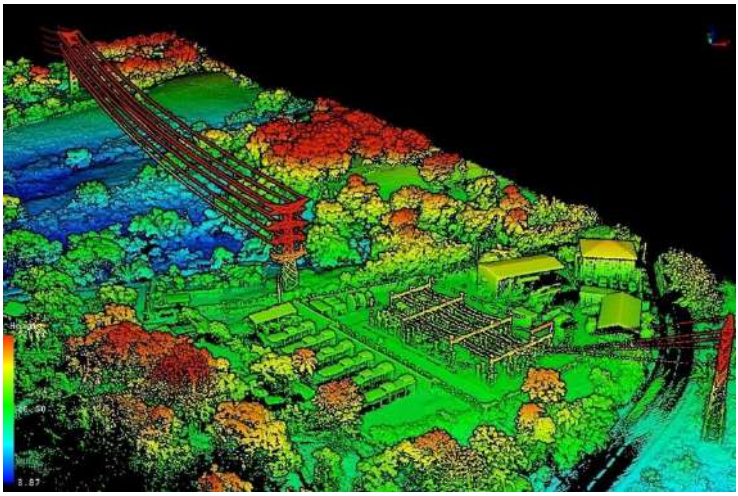
6.4.2. Teknologi dan alat untuk membuat visualisasi data pertanahan 3D

Untuk membuat visualisasi data pertanahan 3D, tersedia berbagai teknologi dan alat yang dapat digunakan oleh para profesional dan peneliti. Salah satu teknologi utama adalah perangkat lunak GIS, yang menyediakan alat untuk analisis dan visualisasi data geografis dalam format 3D. Dengan perangkat lunak GIS, pengguna dapat memanipulasi data spasial dan atributnya untuk menciptakan representasi tiga dimensi dari topografi dan struktur pertanahan.

Selain perangkat lunak GIS, perangkat lunak pemodelan 3D juga sangat penting dalam pembuatan visualisasi data pertanahan 3D. Contohnya adalah Blender, SketchUp, dan ArcGIS Pro, yang memungkinkan pengguna untuk membuat model 3D yang detail dan realistis dari tanah dan fiturnya. Dengan menggunakan perangkat lunak ini, pengguna dapat menggambarkan topografi, morfologi, dan struktur pertanahan dengan tingkat kedalaman dan kompleksitas yang tinggi.

Selain perangkat lunak, teknologi pemetaan dan pemindaian 3D juga berperan penting dalam pengumpulan data untuk visualisasi pertanahan 3D. Salah satunya adalah *Light Detection*

and Ranging (Lidar), yang menggunakan pulsa laser untuk mengukur jarak dan menciptakan model topografi dengan presisi tinggi. Teknologi ini memungkinkan pengguna untuk mengumpulkan data topografi dengan detail yang akurat, yang nantinya dapat digunakan dalam proses visualisasi dan analisis.



Gambar 6-9. Pemetaan dengan teknologi Lidar di Pulau Martinique
Sumber: https://www.sphengineering.com/news/ugcs-used-for-drone-based-lidar-survey-at-martinique

Secara keseluruhan, kombinasi dari perangkat lunak GIS, perangkat lunak pemodelan 3D, dan teknologi pemetaan dan pemindaian 3D menyediakan kerangka kerja yang komprehensif untuk pembuatan visualisasi data pertanahan 3D. Dengan menggunakan berbagai teknologi dan alat ini, para pengguna dapat menciptakan representasi yang mendalam dan informatif dari kondisi tanah dan lingkungan, yang memiliki berbagai aplikasi dalam perencanaan, analisis, dan pengelolaan sumber daya alam (Kerle dan Foerster, 2016).

6.4.3. Contoh kasus visualisasi data pertanahan 3D

Salah satu contoh kasus yang relevan dari penerapan visualisasi data pertanahan 3D adalah dalam pemodelan dan pemetaan wilayah berkontur dan berbukit. Wilayah dengan

topografi yang kompleks seringkali sulit untuk direpresentasikan secara akurat dalam dua dimensi. Dengan menggunakan visualisasi data pertanahan 3D, para ahli dapat membuat model digital yang lebih realistis dari topografi yang meliputi elevasi, kemiringan, dan relief permukaan tanah secara detail.

Visualisasi ini memungkinkan pengguna untuk memahami karakteristik topografi dan struktur tanah dengan lebih baik. Misalnya, pemodelan 3D dapat membantu dalam identifikasi area-area dengan kemiringan curam atau dataran tinggi, yang dapat menjadi penting dalam perencanaan penggunaan lahan untuk pertanian, pemukiman, atau konservasi alam. Selain itu, pemetaan wilayah berkontur dan berbukit menggunakan visualisasi data pertanahan 3D juga dapat mendukung pengelolaan risiko bencana. Dengan memahami dengan lebih baik topografi suatu daerah, para peneliti dan pengambil keputusan dapat mengidentifikasi area-area yang rentan terhadap banjir, tanah longsor, atau erosi tanah.

Selain itu, penerapan visualisasi data pertanahan 3D juga dapat memberikan manfaat dalam pengembangan infrastruktur. Dengan memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang topografi dan kondisi tanah suatu wilayah, para perencana dan insinyur dapat merancang infrastruktur yang lebih efisien dan tahan lama. Misalnya, pemodelan 3D dapat membantu dalam menentukan rute jalan yang optimal, lokasi bangunan, atau pembangunan proyek-proyek energi terbarukan seperti pembangkit listrik tenaga angin atau pembangkit listrik tenaga surya. Dengan demikian, visualisasi data pertanahan 3D memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai bidang, dari perencanaan kota hingga manajemen lingkungan dan pembangunan infrastruktur (Zhou dkk., 2019).

Visualisasi data pertanahan 3D juga sangat relevan dalam konteks 3D Kadaster. Kadaster 3D adalah sistem kadaster yang mendaftarkan dan memberikan wawasan tentang hak dan pembatasan tidak hanya pada bidang tanah tetapi juga pada unit properti 3D1. Dalam hal ini, visualisasi data pertanahan 3D dapat digunakan untuk merepresentasikan objek 3D pada bidang tanah,

baik di bawah atau di atas tanah, dan dapat mengambil informasi atribut tentang ruang hukum dari unit 3D yang mirip dengan konsep Hak (*right*), Pembatasan (*restriction*), dan Tanggung Jawab (*responsibilities*) yang diterapkan dalam kadaster 2D.

Visualisasi data pertanahan 3D juga sangat penting dalam konteks Hak Milik Atas Satuan Rumah Susun (HMSRS). HMSRS adalah salah satu objek Pendaftaran Tanah sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 24 tahun 1997, namun pada saat ini kegiatan pendaftaran tanah terhadap HMSRS masih dilakukan dengan pendekatan secara 2 dimensi dengan informasi yang terbatas. Oleh karena itu, pemodelan kadastral tiga dimensi (*3D cadastre*) dalam Penyusunan Properti HMSRS digunakan untuk mengoptimalkan Sistem Informasi Pertanahan sangat tepat dalam menyediakan informasi yang lengkap atas objek HMSRS.

Implementasi visualisasi data pertanahan 3D dalam sistem informasi pertanahan dapat membantu dalam menyediakan informasi yang lebih lengkap dan akurat tentang properti dan tanah. Misalnya, dalam halaman visualisasi 3D berisikan informasi pemilik setiap ruang yang ditampilkan pada halaman Visualisasi 3D meliputi Nomor HGB, Nama Pemilik, Tanggal Lahir, Luas Ruang, Letak Ruang, Nomor Ruang, dan Koordinat Bangunan. Dengan demikian, visualisasi data pertanahan 3D dapat membantu dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan dan pemanfaatan tanah dan properti.

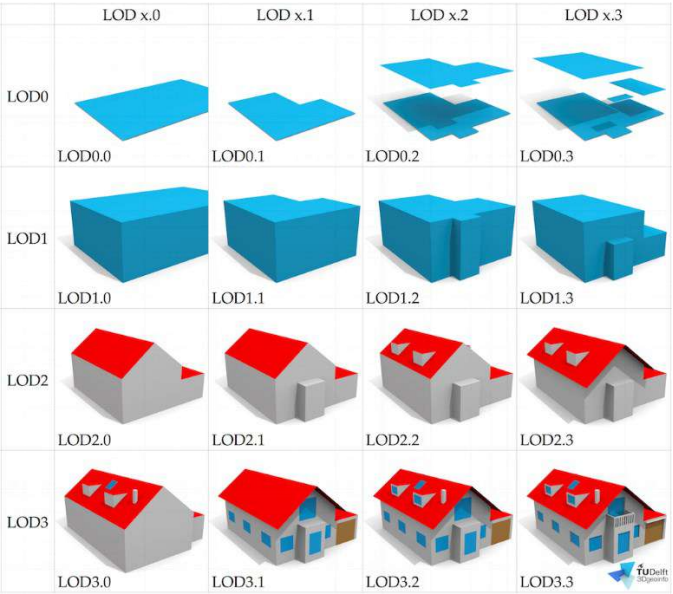
Level of Detail (LoD) dalam konteks visualisasi 3D di bidang properti mengacu pada tingkat detail atau resolusi dari model 3D yang digunakan untuk merepresentasikan properti dan lingkungan sekitarnya. LoD sangat penting karena memengaruhi tingkat akurasi dan kompleksitas visualisasi yang disajikan kepada pengguna. Dalam praktiknya, LoD biasanya terdiri dari beberapa tingkatan, di mana setiap tingkat menawarkan tingkat detail yang berbeda.

Tingkat LoD yang rendah biasanya menampilkan model 3D dengan detail yang minim, seperti bentuk umum bangunan atau struktur tanah yang sederhana. Ini biasanya digunakan untuk visualisasi jarak jauh atau saat pengguna hanya membutuhkan

gambaran umum tentang properti atau lingkungannya. Di sisi lain, tingkat LoD yang tinggi menyajikan model 3D dengan detail yang lebih rinci, termasuk fitur interior bangunan, kontur tanah yang rumit, dan detail arsitektur yang halus. Tingkat LoD yang tinggi cocok digunakan untuk analisis yang membutuhkan tingkat akurasi dan detail yang tinggi, seperti perencanaan konstruksi atau evaluasi dampak lingkungan.

Pemilihan tingkat LoD yang tepat sangat tergantung pada kebutuhan dan tujuan penggunaannya. Misalnya, dalam konteks 3D Kadaster, pemerintah atau lembaga pengelola tanah mungkin memilih LoD yang lebih tinggi untuk memungkinkan penilaian yang lebih akurat tentang properti, termasuk identifikasi bangunan dan batas properti dengan tepat. Di sisi lain, pengembang properti atau arsitek mungkin memilih LoD yang lebih rendah untuk visualisasi konseptual atau pemetaan wilayah yang luas.

Secara keseluruhan, penggunaan LoD dalam visualisasi 3D di bidang properti memungkinkan pengguna untuk memilih tingkat detail yang sesuai dengan kebutuhan mereka, sehingga meningkatkan fleksibilitas dan efisiensi dalam penggunaan model 3D. Dengan demikian, LoD menjadi elemen penting dalam mencapai tujuan visualisasi yang efektif dan informatif dalam konteks properti.



Gambar 6-10. Tingkatan *Level of Detail*
Sumber: https://osmbuildings.org/blog/2018-02-28_level_of_detail/

Level of Detail (LoD) merupakan sebuah konsep dalam pemodelan 3D yang menggambarkan tingkat detail dari representasi objek dalam suatu model. Pada skema LoD, terdapat beberapa tingkatan yang secara bertahap menambahkan detail ke dalam model tersebut.

LoD 0 adalah tingkat paling dasar, di mana hanya diberikan footprint bangunan tanpa informasi ketinggian atau bagian bangunan yang terlihat. Mayoritas bangunan dalam OpenStreetMap dan model kota data terbuka lainnya hanya direpresentasikan sebagai poligon datar tanpa detail vertikal.

LoD 1 meningkatkan detail dengan menyertakan informasi ketinggian atau jumlah lantai pada bangunan. Variannya mungkin mencakup bagian bangunan dengan ketinggian yang berbeda-beda. LoD 1 menambahkan dimensi vertikal pada representasi bangunan, meskipun tetap sederhana dalam hal detail.

LoD 2 merupakan tingkat detail yang lebih tinggi, di mana bentuk atap menjadi perhatian utama. Model bangunan pada LoD 2 menampilkan bentuk atap yang lebih bervariasi, seperti

piramida, kubah, atau atap bertingkat. Untuk OSM Buildings, terdapat dua varian: yang pertama adalah model bangunan dengan poligon footprint, nilai ketinggian, dan bentuk atap literal. Variasi lainnya adalah objek 3D yang tertriangulasi secara penuh dengan bentuk atap yang kompleks. Dengan LoD 2, representasi bangunan menjadi lebih realistis dengan tambahan detail atap yang bervariasi

6.5. Tugas

A. Tujuan

Kunjungi website OSM dan lakukan kontribusi data. Tugas ini akan mengenalkan peserta didik pada konsep crowdsourcing dalam pemetaan. Peserta didik akan belajar tentang pentingnya partisipasi masyarakat dalam pembangunan peta digital yang akurat dan terperinci.

B. Tahap Pekerjaan

1. Pendaftaran
   a. Daftar atau masuk ke akun OpenStreetMap di situs web resmi OSM (https://www.openstreetmap.org).
   b. Jika Anda belum memiliki akun, buatlah akun baru dengan mengikuti proses pendaftaran yang disediakan.
2. Pelajari Antarmuka Pengguna
   a. Jelajahi antarmuka pengguna OpenStreetMap untuk memahami bagaimana platform ini berfungsi.
   b. Pelajari berbagai alat dan fitur yang tersedia untuk menambahkan, mengedit, dan memvalidasi data geografis.
3. Pilih Area atau Proyek
   a. Pilih area atau proyek yang ingin Anda kontribusikan.
   b. Anda dapat memilih area di sekitar tempat tinggal Anda, area yang Anda kenal, atau area yang memiliki kebutuhan pemetaan tertentu.

4. Tambahkan atau Edit Data
    a. Gunakan alat yang disediakan oleh OSM untuk menambahkan atau mengedit data geografis.
    b. Anda dapat menambahkan informasi tentang jalan, bangunan, tempat, titik penting, dan berbagai fitur geografis lainnya sesuai dengan kebutuhan dan pengetahuan Anda.
5. Verifikasi dan Validasi
    a. Pastikan bahwa data yang Anda tambahkan atau edit sudah sesuai dengan keadaan yang sebenarnya.
    b. Verifikasi informasi yang sudah ada dan pastikan keakuratannya.
6. Simpan Perubahan
    a. Simpan perubahan yang Anda buat ke platform OSM.
    b. Pastikan untuk memberikan catatan yang jelas dan informatif tentang perubahan yang Anda lakukan, jika dimungkinkan.
7. Refleksi
    a. Setelah menyelesaikan kontribusi Anda, luangkan waktu untuk merenungkan pengalaman Anda.
    b. Pertimbangkan tantangan yang Anda hadapi, pengetahuan baru yang Anda peroleh, dan dampak dari kontribusi Anda terhadap peta OSM.

C. Pengumpulan Tugas
1. Setelah menyelesaikan kontribusi Anda, buatlah laporan singkat yang mencakup area atau proyek yang Anda kontribusikan, jenis data yang Anda tambahkan atau edit, serta refleksi Anda tentang pengalaman tersebut.
2. Kirimkan laporan tersebut ke instruktur atau platform yang ditentukan sesuai dengan petunjuk yang diberikan.

D. Catatan Tambahan

1. Pastikan untuk mengikuti pedoman dan kebijakan komunitas OpenStreetMap saat melakukan kontribusi.
2. Gunakan sumber daya dan tutorial yang tersedia di situs web OpenStreetMap untuk mendukung dan memperluas pengetahuan Anda tentang penggunaan platform.

6.6. Pustaka

Aditya, T., Widjajanti, N., Laksono, D., Kurniati, R., Solihah, M., Purwanti, S., Sidqi, B., Paramitasari, A., dan Diputra, M.S., 2012. *Evaluation of Openstreetmap data in Indonesia*. Yogyakarta

Armstrong, L., Butler, K., Settelmaier, J., Vance, T., dan Wilhelmi, O. 2015. Mapping and Modeling Weather and Climate with GIS. New York: ESRI Press.

Biljecki, F., Ledoux, H., Stoter, J., dan Zhao, J. 2015. Applications of 3D City Models: State of the Art Review. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(4), 2842-2889. https://doi.org/10.3390/ijgi4042842

Caquard, S., dan Cartwright, W. 2014. Narrative Cartography: From Mapping Stories to the Narrative of Maps and Mapping. *The Cartographic Journal*, 51 (2), 101–106. https://doi.org/10.1179/0008704114Z.000000000130

Dykes, J., MacEachren, A.M., dan Kraak, M.J. (Eds.). 2010. *Exploring Geovisualization*. United Kingdom: Elsevier.

Goodchild, M.F. 2007. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. *GeoJournal*, 69 (4), 211-221. http://www.jstor.org/stable/41148191

Goodchild, M.F., dan Li, L. 2012. *Geographic Information Systems and Science (3rd ed.)*. New Jersey: John Wiley dan Sons.

Haklay, M. 2010. How Good is Volunteered Geographical Information? A Comparative Study of OpenStreetMap and Ordnance Survey Datasets. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37(4), 682-703. https://doi.org/10.1068/b35097

Haklay, M., dan Weber, P. 2008. OpenStreetMap: User-Generated Street Maps. *IEEE Pervasive Computing*, 7(4), 12-18. https://doi.org/10.1109/MPRV.2008.80

Issie, L. 2019. Your Old Tweets Give Away More Location Data Than You Think. *Wired.com*, diakses pada tanggal 1 Mei 2024. https://www.wired.com/story/twitter-location-data-gps-privacy

Kerski, J.J. 2015. Geo-awareness, Geo-enablement, Geotechnologies, Citizen Science, and Storytelling: Geography on the World Stage. *Geography Compass, 9* (1), 14-26. https://doi.org/10.1111/gec3.12193

Kerle, N., dan Foerster, T. 2016. *Understanding Disaster Risk: A Multi-Scale Approach*. Amsterdam: Elsevier

Kraak, M.J., dan Ormeling, F.J. 2010. *Cartography: Visualization of Spatial Data*. New York: Springer.

Krygier, J.B., dan Wood, D. 2016. *Making Maps: A Visual Guide to Map Design for GIS (3rd ed.)*. New York: Guilford Press.

Monmonier, M. 2018. *How to Lie with Maps (3rd ed.)*. Chicago, IL: University of Chicago Press.

Nyerges, T.L., dan Jankowski, P. 2016. *Regional and Urban GIS: A Decision Support Approach*. New York: Guilford Press.

Peterson, M.P. 2014. *GIS Cartography: A Guide to Effective Map Design (2nd ed.)*. Florida: CRC Press.

Robinson, A.H., Morrison, J.L., Muehrcke, P.C., Kimerling, A.J., dan Guptill, S.C. 1995. *Elements of Cartography (6th ed.)*. New York: John Wiley & Sons.

Zhou, Q., Xu, Q., Liu, J., dan Li, L. 2019. *Geospatial Technologies for Local and Regional Development*. Singapore: Springer

BIOGRAFI PENULIS

Susilo Widiyantoro, menyelesaikan pendidikan sebagai Sarjana Teknik di Geodesi UGM tahun 2009 dan *Master of Engineering* di Magister Perencanaan Kota dan Daerah UGM tahun 2017. Sejak memulai kariernya pada tahun 2010, penugasannya sebagai abdi negara tidak terlepas dari bidang spasial. Hal ini dapat dilihat dari rekam jejaknya sebagai staff Bidang Survei Pengukuran dan Pemetaan pada Kantor Wilayah Provinsi Gorontalo (2011-2012), Kepala Subseksi Pengukuran dan Pemetaan pada Kantor Pertanahan Kabupaten Gorontalo Utara (2012-2015), Kepala Seksi Infrastruktur Pertanahan pada Kantor Pertanahan Kabupaten Bone Bolango (2017-2019), dan kini sebagai salah satu dosen spasial di STPN. Tidak hanya mencintai bidang spasial, berbekal keilmuan yang dimilikinya penulis juga berkecimpung di bidang penataan ruang. Berbagai macam kegiatan terkait pengukuran, pemetaan, dan penataan ruang telah dilakukannya, seperti Prona, PTSL, penyusunan ZNT, pengadaan tanah, Musrenbang, dan lain sebagainya. Berangkat dari kecintaan keilmuan dan sejumlah mata kuliah yang diampunya tidak terlepas dari dunia *spatial and planning* maka disusunlah buku ini. Penulis dapat dihubungi melalui email susilo@stpn.ac.id.

Kusmiarto adalah seorang Dosen di Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional (STPN) Yogyakarta. Pendidikan Sarjana Teknik Geodesi-Geomatika dari Universitas Gadjah Mada (UGM), *Master of Science* dalam program *Geo-Information for Spatial Planning and Disaster Risk Management* dari UGM dan ITC, Twente University, serta Doktor di bidang Teknik Geomatika dari UGM. Kusmiarto memulai kariernya sebagai staf di

Bidang Survey, Pengukuran, dan Pemetaan pada Kantor Wilayah BPN Provinsi NTB (2003). Kusmiarto pernah melaksanakan tugas sebagai Koordinator Pengukuran pada Proyek *Reconstruction of Aceh Land Administration System (RALAS)* (2006-2007), kemudian sebagai Kepala Sub-Seksi Pengukuran dan Pemetaan di Kantor Pertanahan Kota Mataram (2012), serta Sekretaris Program Diploma I Pengukuran dan Pemetaan Kadastral di STPN (2013–2017). Kusmiarto juga terlibat dalam berbagai proyek nasional dan internasional, seperti *Pilot Project of PaLaR* (*Participatory Land Registration*) yang melibatkan kolaborasi antara Kementerian ATR/BPN, UGM, *the Netherlands Cadaster*, dan *the World Bank (2018).* Kusmiarto juga bergabung dalam tim Kajian Studi Kelayakan Teknologi *Blockchain* pada Data Transaksi Pertanahan bersama Kementerian ATR/BPN dan Gamatechno (2019), Mentoring Program *Study Independent* dengan tema Penerapan *Data Science* untuk Pertumbuhan Ekonomi Berkelanjutan (*Batch 4* dan *Batch 6)*. Saat ini, Kusmiarto selain bertugas mengelola *Kadaster: Journal of Land Information Technology* sebagai *Editor in Chief*, ia juga tergabung dalam *Almudaya Research Institute*. Penulis dapat dihubungi melalui email kusmiarto@stpn.ac.id.

Trisnanti Widi Rineksi, S.T.,MMG.,M.Eng, menempuh pendidikan S1 nya di Teknik Perencanaan Wilayah dan Kota Universitas Diponegoro Semarang. Gelar *Master of Media and Governance* dengan konsentrasi pada *Human Security and Communication* diperoleh penulis dari Keio University Jepang, sedangkan Gelar *Master of Engineering*-nya diperoleh dari Magister Perencanaan Kota dan Daerah UGM. Penulis bekerja sebagai PNS di lingkungan Kanwil BPN Provinsi Bengkulu sejak tahun 2008, dan terakhir menjabat sebagai Kepala Seksi Landreform dan Konsolidasi Tanah. Sejak tahun 2020, penulis mengabdikan diri menjadi staff pengajar/instruktur di

STPN. Berdasarkan background akademis dan juga pengalaman kerjanya yang terkait dengan pertanahan dan tata ruang, penulis ingin berbagi pengetahuan di buku ini. Penulis dapat dihubungi melalui email widi@stpn.ac.id.

Prof. Dr. Ir. Rochmat Martanto, M.Si, menempuh pendidikan S1 di Teknologi Pertanian UGM, S2 di Magister Lingkungan UGM, dan S3 di Ilmu Lingkungan UGM. Sejak tahun 1987, penulis tercatat sebagai dosen di STPN. Berbagai macam karya publikasi dalam bentuk jurnal maupun buku telah dihasilkan oleh penulis. Berkat kinerja dan loyalitasnya sebagai tenaga pendidik, penulis mampu meraih jabatan Guru Besar di bidang Konversi ahan dan Ketahanan Pangan. Penulis dapat dihubungi melalui email rochmatmartanto@stpn.ac.id.