



Buku Ajar **Teknologi Spasial**



Budi Andresi, S.Pd., M.Eng.
Delti Dikwardi Eisenring, ST., M.S.P.



BUKU AJAR TEKNOLOGI SPASIAL

Budi Andresi, S.Pd., M.Eng.
Delti Dikwardi Eisenring, ST., M.S.P.



TAHTA MEDIA GROUP

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

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).

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**BUKU AJAR
TEKNOLOGI SPASIAL**

Penulis:

Budi Andresi, S.Pd., M.Eng.
Delti Dikwardi Eisenring, ST., M.S.P.

Desain Cover:

Tahta Media

Editor:

Tahta Media

Proofreader:

Tahta Media

Ukuran:

vii, 170, Uk: 15,5 x 23 cm

ISBN: 978-634-262-248-3

Cetakan Pertama:

Juli 2026

Hak Cipta 2026, Pada Penulis

Isi diluar tanggung jawab percetakan

Copyright © 2026 by Tahta Media Group

All Right Reserved

PENERBIT TAHTA MEDIA GROUP

Perumahan Mitra Utama Residence 3 Blok A no 1, Sawahan, Tempel,
Kec. Gatak, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57557

email: tahtaliterasimedia@gmail.com

website: <http://store.tahtamedia.co.id/>

Anggota IKAPI (216/JTE/2021)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku ajar Teknologi Spasial ini dapat diselesaikan dengan baik.

Buku ini ditulis untuk membantu mahasiswa Perencanaan Wilayah dan Kota (PWK) memahami teknologi spasial bukan sekadar sebagai keterampilan teknis, tetapi sebagai cara berpikir ilmiah tentang ruang. Di era ketika data tersedia melimpah dan keputusan perencanaan semakin dituntut untuk berbasis bukti, kemampuan membaca, mengolah, menganalisis, dan mengomunikasikan informasi spasial menjadi kebutuhan mendasar bagi setiap calon perencana.

Materi dalam buku ini disusun secara bertahap, mulai dari konsep dasar teknologi spasial, pemahaman tentang data spasial, peta dan kartografi digital, sistem informasi geografis, penginderaan jauh, navigasi satelit GNSS, hingga penggunaan drone dan fotogrametri. Setiap bab dirancang agar pembaca dapat langsung menghubungkan konsep dengan konteks perencanaan yang nyata.

Kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki ruang untuk penyempurnaan. Oleh karena itu, masukan dan saran dari pembaca, rekan dosen, dan para praktisi sangat kami harapkan demi peningkatan kualitas buku ini ke depan.

Semoga buku ajar ini memberi manfaat nyata bagi mahasiswa, pengajar, dan siapa pun yang ingin memahami dunia melalui kacamata keruangan.

Palu, Juni 2026

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN TEKNOLOGI SPASIAL.....	1
Capaian Pembelajaran	1
Peta Konsep	2
A. Pengertian Teknologi Spasial.....	2
B. Perkembangan Teknologi Spasial	4
C. Hubungan Teknologi Spasial dengan Perencanaan Wilayah dan Kota	6
D. Peran Teknologi Spasial dalam Perencanaan Berbasis Data	8
E. Contoh Penerapan Teknologi Spasial dalam PWK.....	10
Ringkasan	11
Latihan SOAL.....	11
BAB 2 DASAR-DASAR DATA SPASIAL	13
Capaian Pembelajaran	13
Peta Konsep	14
A. Pengertian Data Spasial	14
B. Data Vektor dan Data Raster.....	16
C. Titik, Garis, dan Poligon	17
D. Sistem Koordinat dan Proyeksi Peta.....	18
E. Skala, Resolusi, Akurasi, dan Presisi	19
F. Metadata Spasial.....	21
G. Sumber Data Spasial Terbuka.....	22
Ringkasan	24
Latihan SOAL.....	25
BAB 3 PETA DAN KARTOGRAFI DIGITAL.....	27
Capaian Pembelajaran	27
Peta Konsep	28

A. Konsep Dasar Peta.....	28
B. Unsur Peta	30
C. Simbolisasi Data Spasial	31
D. Peta Tematik.....	33
E. Desain Layout Peta.....	35
F. Kesalahan Umum dalam Penyajian Peta	36
G. Etika Penyajian Informasi Spasial	37
Ringkasan	39
Latihan SOAL.....	39
BAB 4 SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS.....	41
A. Konsep Dasar Sistem Informasi Geografis.....	42
B. Komponen Sistem Informasi Geografis.....	44
C. Input, Manajemen, Analisis, dan Output Data	48
D. Query Spasial	52
E. Overlay	54
F. Buffer	57
G. Clip, Dissolve, Intersect, dan Union.....	60
H. Analisis Spasial Dasar untuk Perencanaan Wilayah dan Kota.....	62
Latihan dan Tugas.....	66
Rangkuman	67
BAB 5 PENGINDERAAN JAUH.....	68
Capaian Pembelajaran	69
A. Konsep Dasar Penginderaan Jauh.....	69
B. Citra Satelit dan Foto Udara.....	72
C. Resolusi Spasial, Temporal, Spektral, dan Radiometrik	76
D. Interpretasi Visual Citra.....	81
E. Klasifikasi Tutupan Lahan	85
F. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan.....	88
G. Penerapan Citra untuk Wilayah Perkotaan	91

Latihan dan Tugas.....	95
Rangkuman	97
BAB 6 GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM.....	99
Capaian Pembelajaran	100
A. Konsep Dasar Global Navigation Satellite System	100
B. GPS, GLONASS, Galileo, dan BeiDou	103
C. Akuisisi Data Lapangan.....	108
D. Akurasi Posisi.....	112
E. Ground Control Point	117
F. Penggunaan GNSS dalam Survei Perkotaan	120
G. Integrasi GNSS dengan SIG	124
Latihan dan Tugas.....	128
Rangkuman	130
BAB 7 DRONE DAN FOTOGRAMETRI.....	132
Capaian Pembelajaran	133
A. Konsep Dasar Drone untuk Pemetaan	133
B. Perencanaan Jalur Terbang.....	137
C. Akuisisi Foto Udara.....	142
D. Orthophoto	145
E. <i>Digital Elevation Model</i> (DEM)	149
F. <i>Digital Surface Model</i> (DSM).....	152
G. Pemanfaatan Drone untuk Monitoring Kawasan Perkotaan.....	156
Latihan dan Tugas.....	160
Rangkuman	162
DAFTAR PUSTAKA	164

BAB 1

PENDAHULUAN

TEKNOLOGI SPASIAL

Fokus Bab

Bab ini memperkenalkan teknologi spasial sebagai dasar berpikir keruangan dalam Perencanaan Wilayah dan Kota. Mahasiswa diarahkan untuk memahami lokasi, sebaran, jarak, keterhubungan, pola, skala, dan perubahan ruang sebagai dasar analisis perencanaan.

CAPAIAN PEMBELAJARAN

1. Menjelaskan pengertian teknologi spasial dalam konteks Perencanaan Wilayah dan Kota.
2. Mengidentifikasi unsur utama teknologi spasial: lokasi, atribut, waktu, skala, dan hubungan antarobjek ruang.
3. Menjelaskan perkembangan teknologi spasial dari peta manual hingga WebGIS, drone, citra satelit, cloud GIS, dan GeoAI.
4. Menghubungkan teknologi spasial dengan kebutuhan analisis tata ruang, transportasi, permukiman, lingkungan, dan kebencanaan.
5. Memberikan contoh masalah PWK yang memerlukan dukungan data dan analisis spasial.

PETA KONSEP

Lokasi	Atribut	Waktu	Skala	Hubungan Ruang
Di mana objek/fenomena berada?	Apa karakteristik objek tersebut?	Kapan data terjadi dan bagaimana berubah?	Seberapa detail informasi dibutuhkan?	Bagaimana objek saling berdekatan, bertumpang tindih, atau terhubung?

A. PENGERTIAN TEKNOLOGI SPASIAL

Secara sederhana, teknologi spasial adalah kumpulan metode, perangkat, data, dan sistem yang digunakan untuk memperoleh, mengelola, menganalisis, memvisualisasikan, dan menyebarkan informasi berbasis lokasi. Dalam konteks Perencanaan Wilayah dan Kota, teknologi spasial membantu perencana memahami di mana suatu masalah terjadi, bagaimana pola sebarannya, apa hubungannya dengan objek lain, serta bagaimana perubahan ruang berlangsung dari waktu ke waktu.

Dalam konteks regulasi Indonesia, istilah ini dekat dengan Informasi Geospasial. PP Nomor 45 Tahun 2021 menjelaskan bahwa Informasi Geospasial adalah data geospasial yang telah diolah sehingga dapat digunakan sebagai alat bantu dalam perumusan kebijakan, pengambilan keputusan, dan/atau pelaksanaan kegiatan yang berhubungan dengan ruang kebumihan.

Esri mendefinisikan GIS sebagai teknologi untuk membuat, mengelola, menganalisis, dan memetakan berbagai jenis data. GIS menghubungkan data Lokasi, di mana sesuatu berada, dengan

informasi deskriptif, seperti apa kondisi di lokasi tersebut, sehingga pengguna dapat memahami pola, hubungan, dan konteks geografis.

Goodchild menegaskan bahwa Geographic Information Science tidak hanya membahas kemampuan teknis perangkat lunak GIS, tetapi juga pertanyaan ilmiah tentang bagaimana informasi geografis direpresentasikan, dianalisis, dan digunakan. Oleh karena itu, teknologi spasial perlu dipahami sebagai cara berpikir ilmiah, bukan sekadar keterampilan menggambar peta.



Gambar 1.1 Alur dasar teknologi spasial

Kotak 1.1 Catatan Penting
Teknologi spasial bukan sekadar membuat peta. Peta adalah salah satu produk akhir. Proses yang lebih penting adalah bagaimana data dikumpulkan, diperiksa, dianalisis, ditafsirkan, dan digunakan untuk mendukung keputusan perencanaan.

Unsur Utama Teknologi Spasial

Tabel 1.1 Unsur utama teknologi spasial

Unsur	Makna	Contoh dalam PWK
Lokasi	Posisi objek di permukaan bumi.	Titik sekolah, batas kelurahan, lokasi halte.
Atribut	Keterangan atau karakteristik objek.	Jumlah siswa, lebar jalan, luas RTH.
Waktu	Kapan data diperoleh atau berubah.	Perubahan lahan 2015–2025.
Skala	Tingkat kedetailan informasi.	Skala kota, kecamatan, kawasan.
Hubungan ruang	Relasi antarobjek dalam ruang.	Permukiman dekat sungai, sekolah jauh dari permukiman.

B. PERKEMBANGAN TEKNOLOGI SPASIAL

Perkembangan teknologi spasial dapat dipahami sebagai perubahan dari peta statis menuju sistem informasi ruang yang dinamis, terintegrasi, dan semakin real-time. Pada masa awal, informasi ruang banyak disajikan melalui peta cetak dan survei manual. Perencana menggambar, mengukur, dan menafsirkan ruang dengan bantuan peta kertas, kompas, meteran, dan hasil observasi lapangan.

Seiring perkembangan komputer, muncul Sistem Informasi Geografis atau GIS desktop yang memungkinkan data spasial disimpan dalam basis data, dianalisis secara digital, dan disajikan dalam berbagai peta tematik. GIS kemudian berkembang melalui

integrasi dengan citra satelit, GNSS/GPS, drone, basis data spasial, WebGIS, cloud computing, dan GeoAI.

Dalam pembelajaran PWK, perkembangan ini penting karena mahasiswa tidak hanya belajar menghasilkan peta, tetapi juga belajar membangun argumen perencanaan berdasarkan data spasial yang valid, metode analisis yang jelas, dan visualisasi yang komunikatif.



Gambar 1.2 Evolusi teknologi spasial

1. Survei Manual dan Peta Cetak

Data ruang diperoleh melalui pengukuran lapangan, sketsa, peta topografi, dan observasi langsung. Kelemahannya, peta cetak sulit diperbarui dan analisisnya membutuhkan waktu lama.

2. GIS Desktop

GIS desktop memungkinkan data titik, garis, poligon, dan raster dikelola bersama atributnya. Mahasiswa dapat melakukan overlay, buffer, query atribut, dan layout peta tematik.

3. Citra Satelit dan Penginderaan Jauh

Citra satelit memungkinkan pengamatan wilayah luas dan berulang, misalnya untuk menganalisis perubahan tutupan lahan, perkembangan kawasan terbangun, dan ruang terbuka hijau.

4. GNSS/GPS

GNSS/GPS memudahkan pengambilan koordinat di lapangan, misalnya titik fasilitas umum, lokasi genangan, kondisi jalan, atau batas kawasan.

5. Drone

Drone menghasilkan data visual beresolusi tinggi untuk pemetaan kawasan secara detail, seperti bangunan, jalan lingkungan, drainase, dan ruang terbuka.

6. WebGIS dan Geoportal

WebGIS memungkinkan peta diakses melalui internet dan dibagikan kepada pemerintah, masyarakat, akademisi, dan pemangku kepentingan lain.

7. Cloud GIS, Big Data, dan GeoAI

Teknologi terkini memanfaatkan komputasi awan, big data, dan kecerdasan buatan untuk mempercepat pemetaan, prediksi, pemantauan, dan pengambilan keputusan spasial.

C. HUBUNGAN TEKNOLOGI SPASIAL DENGAN PERENCANAAN WILAYAH DAN KOTA

Perencanaan Wilayah dan Kota selalu berhubungan dengan ruang. Setiap keputusan perencanaan membutuhkan pemahaman tentang lokasi, distribusi, aksesibilitas, keterhubungan, daya dukung, risiko, dan perubahan wilayah.

Teknologi spasial membantu mahasiswa PWK membaca struktur ruang, pola ruang, penggunaan lahan, jaringan transportasi, pelayanan fasilitas, risiko bencana, dan dinamika pertumbuhan kota. Dalam studio perencanaan, teknologi spasial menjadi instrumen untuk menghubungkan observasi lapangan, data statistik, data geospasial, analisis, dan rekomendasi rencana.



Gambar 1.3 Teknologi spasial dalam siklus perencanaan

Tabel 1.2 Hubungan teknologi spasial dengan bidang kajian PWK

Bidang PWK	Pertanyaan Spasial	Data Dibutuhkan	Contoh Analisis
Tata ruang	Apakah penggunaan lahan sesuai RTRW/RDTR?	Pola ruang, penggunaan lahan, batas administrasi.	Overlay kesesuaian lahan.

Bidang PWK	Pertanyaan Spasial	Data Dibutuhkan	Contoh Analisis
Transportasi	Kawasan mana kurang terlayani angkutan umum?	Jaringan jalan, halte, permukiman.	Analisis jangkauan pelayanan.
Permukiman	Di mana permukiman padat dan rentan?	Bangunan, kepadatan penduduk, fasilitas dasar.	Analisis kepadatan dan akses layanan.
Lingkungan	Di mana RTH kurang tersedia?	RTH, tutupan lahan, penduduk.	Rasio RTH dan aksesibilitas.
Kebencanaan	Kawasan mana rawan banjir/gempa?	Topografi, sungai, drainase, zona risiko.	Overlay bahaya dan kerentanan.

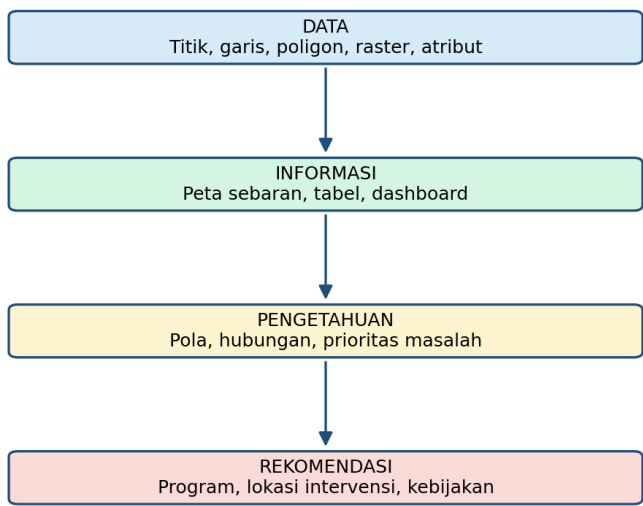
D. PERAN TEKNOLOGI SPASIAL DALAM PERENCANAAN BERBASIS DATA

Perencanaan berbasis data atau evidence-based planning menekankan bahwa keputusan perencanaan perlu didukung oleh data, metode analisis, dan argumentasi yang dapat ditelusuri. Teknologi spasial membantu mengubah data mentah menjadi informasi, informasi menjadi pengetahuan, dan pengetahuan menjadi rekomendasi.

Dalam praktiknya, peta tidak boleh hanya dipandang sebagai gambar pendukung laporan. Peta adalah media argumentasi. Peta

yang baik menunjukkan lokasi masalah, besaran masalah, pola sebaran, hubungan dengan objek lain, serta dasar untuk menentukan prioritas intervensi.

Tangga Data dalam Perencanaan Spasial



Gambar 1.4 Tangga data dalam perencanaan spasial

Prinsip Perencanaan Berbasis Data Spasial
1) Validitas data; 2) ketelitian skala; 3) keterlacakan metode; 4) keterbukaan asumsi; 5) kemampuan komunikasi visual kepada pengambil keputusan dan masyarakat.

Contoh Sederhana: Analisis Aksesibilitas Sekolah

- Data input: titik sekolah, jaringan jalan, sebaran permukiman, jumlah penduduk usia sekolah.
- Analisis: buffer/jangkauan 500 m, 1 km, dan 2 km; overlay dengan permukiman; identifikasi kawasan tidak terlayani.
- Output: peta kawasan prioritas pelayanan pendidikan.

RTH taktis, dan lokasi penambahan atau perbaikan saluran drainase.

Kesimpulan Subbab

Drone membuka kemampuan monitoring kawasan perkotaan yang sebelumnya hanya bisa dilakukan dengan biaya sangat besar: pemantauan perubahan fisik permukiman, kondisi drainase, kemajuan konstruksi, kerusakan infrastruktur, dan evaluasi ruang publik semua dapat dilakukan dengan efisiensi tinggi menggunakan pemetaan drone berkala. Namun, tiga isu non-teknis privasi, izin terbang, dan keselamatan operasi adalah tanggung jawab hukum dan etika yang tidak dapat diabaikan. Dan data drone baru bernilai penuh ketika diintegrasikan ke SIG dan diterjemahkan menjadi rekomendasi perencanaan yang konkret berbasis bukti spasial.

LATIHAN DAN TUGAS

Sebagai latihan akhir bab, mahasiswa diminta menganalisis contoh orthophoto kawasan perkotaan yang tersedia dan mengidentifikasi elemen-elemen fisik yang relevan untuk perencanaan tapak. Latihan ini mengintegrasikan kemampuan interpretasi visual yang telah dipelajari pada Bab 5 dengan pemahaman tentang produk pemetaan drone yang dibahas dalam bab ini.

Tujuan latihan: Mahasiswa mampu membaca dan menginterpretasi orthophoto kawasan perkotaan untuk mengidentifikasi elemen fisik yang relevan dengan perencanaan tapak, serta mampu mengaitkan temuan dengan isu-isu perencanaan yang nyata.

Bahan yang dibutuhkan:

1. *Orthophoto* kawasan perkotaan yang disediakan oleh dosen atau yang diunduh dari sumber yang tersedia (misalnya dari portal data geospasial pemerintah daerah setempat atau dari layanan pemetaan online yang menyediakan citra resolusi tinggi).
2. Perangkat lunak SIG (QGIS) yang sudah terinstal di komputer untuk digitasi dan analisis.
3. Lembar kerja identifikasi elemen yang sudah disiapkan dosen.

Langkah kegiatan:

1. Buka *orthophoto* kawasan perkotaan di QGIS. Lakukan eksplorasi visual awal menggunakan delapan elemen interpretasi visual yang telah dipelajari pada Bab 5: rona, tekstur, bentuk, ukuran, pola, bayangan, situs, dan asosiasi.
2. Identifikasi dan digitasi (*delineasi manual*) setidaknya enam kategori elemen fisik berikut: kawasan terbangun (bangunan), jalan dan jalur sirkulasi, ruang terbuka hijau dan pekarangan, badan air dan saluran drainase, fasilitas umum yang dapat diidentifikasi, dan lahan terbuka atau parkir.
3. Buat tabel inventarisasi yang memuat: nama elemen, kategori, luas atau panjang hasil pengukuran dari orthophoto, kondisi berdasarkan interpretasi visual, dan catatan relevansi perencanaan.
4. Identifikasi minimal tiga isu perencanaan yang dapat dibaca dari orthophoto, misalnya kepadatan bangunan yang sangat tinggi

tanpa RTH, jalan buntu yang membatasi aksesibilitas, atau saluran drainase yang tidak terhubung dengan baik.

5. Susun laporan analisis yang memuat: peta hasil digitasi elemen fisik (dengan layout lengkap: judul, legenda, skala, arah utara, sumber data), tabel inventarisasi, dan narasi interpretasi minimal satu setengah halaman yang menggambarkan kondisi kawasan dan tiga rekomendasi perbaikan berbasis temuan dari orthophoto.

Keluaran tugas: File SIG (format GPKG), satu peta elemen fisik kawasan (format PDF), tabel inventarisasi, dan laporan analisis (maksimal tiga halaman). Presentasikan temuan di depan kelas dengan durasi 10 menit.

RANGKUMAN

Drone atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) adalah wahana pemotretan udara yang menghasilkan data spasial resolusi sangat tinggi melalui proses fotogrametri. Perbedaan mendasar antara dokumentasi visual dan pemetaan terukur harus dipahami: hanya pemetaan terukur yang mengikuti prosedur sistematis perencanaan jalur terbang, akuisisi foto terstandar, dan GCP yang menghasilkan produk spasial yang valid untuk pengukuran dan analisis. Prinsip fotogrametri modern berbasis *algoritme Structure from Motion* (SfM) memungkinkan rekonstruksi model tiga dimensi permukaan bumi dari ratusan hingga ribuan foto yang saling overlap.

Perencanaan jalur terbang yang baik harus memenuhi parameter standar: *forward overlap* minimal 80 persen, *sidelap* minimal 70 persen, GSD yang sesuai skala analisis, dan mempertimbangkan kondisi cuaca, izin terbang, dan karakteristik kawasan. Akuisisi foto udara membutuhkan kontrol kualitas aktif terhadap ketajaman,

pencahayaannya, bayangan, dan cakupan area, disertai dokumentasi misi yang lengkap.

Tiga produk utama pemetaan drone yang paling relevan untuk PWK adalah *orthophoto* (foto udara terkoreksi geometrik yang valid untuk pengukuran dan identifikasi elemen fisik kawasan), DEM (model ketinggian tanah yang berguna untuk analisis kemiringan lereng, aliran air, dan potensi genangan), dan DSM (model permukaan yang mencakup bangunan dan vegetasi, berguna untuk analisis ketinggian bangunan dan kepadatan fisik kawasan). Selisih DSM dan DEM menghasilkan nDSM yang merepresentasikan ketinggian objek di atas permukaan tanah.

Drone membuka kemampuan monitoring kawasan perkotaan yang efisien: pemantauan perubahan fisik permukiman, kondisi drainase, kemajuan konstruksi, dan evaluasi ruang publik. Namun, isu privasi, izin terbang sesuai regulasi (Permenhub PM 37 Tahun 2020), dan protokol keselamatan operasi adalah tanggung jawab hukum dan etika yang wajib dipatuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aronoff, S. (1989). *Geographic Information Systems: A Management Perspective*. Ottawa: WDL Publications.
- Badan Informasi Geospasial (BIG). (2010). SNI 7645:2010 tentang Klasifikasi Penutup Lahan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Informasi Geospasial (BIG). (2019). *Kebijakan Satu Peta dan Jaringan Informasi Geospasial Nasional*. Cibinong: Badan Informasi Geospasial.
- Badan Informasi Geospasial (BIG). (2019). *Kebijakan Satu Peta: Percepatan Penyediaan dan Pemanfaatan Data Geospasial*. Cibinong: Badan Informasi Geospasial.
- Badan Informasi Geospasial. (n.d.). Ina-Geoportal. <https://big.go.id/content/produk/ina-geoportal>
- Badan Informasi Geospasial. (n.d.). Portal Kebijakan Satu Peta. <https://onemap.big.go.id/>
- Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (1998). *Principles of Geographical Information Systems* (2nd ed.). Oxford: Oxford University Press.
- Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to Remote Sensing* (5th ed.). New York: The Guilford Press.
- China Satellite Navigation Office. (2019). *BeiDou Navigation Satellite System Signal in Space Interface Control Document: Open Service Signal (Version 3.0)*. Beijing: China Satellite Navigation Office.

- Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79-97.
- Colomina, I., & Molina, P. (2014). Unmanned aerial systems for photogrammetry and remote sensing: A review. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 92, 79-97.
- Coppin, P., Jonckheere, I., Nackaerts, K., Muys, B., & Lambin, E. (2004). Digital change detection methods in ecosystem monitoring: A review. *International Journal of Remote Sensing*, 25(9), 1565-1596.
- DeMers, M. N. (2009). *Fundamentals of Geographic Information Systems* (4th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Dempsey, C. (2024). What's in a Map? Exploring the Elements of Cartography. *Geography Realm*.
<https://www.geographyrealm.com/whats-in-a-map/>
- Esri. (n.d.). Coordinate systems, map projections, and transformations. *ArcGIS Pro Documentation*. <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/mapping/properties/coordinate-systems-and-projections.htm>
- Esri. (n.d.). Map elements—ArcMap Documentation. <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/latest/map/page-layouts/map-elements.htm>
- Esri. (n.d.). Vector. *GIS Dictionary*. <https://support.esri.com/en-us/gis-dictionary/vector>
- Esri. (n.d.). What is GIS? *Geographic Information System Mapping Technology*. <https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/overview>

- European Space Agency. (2016). Galileo: Europe's Global Navigation Satellite System. Noordwijk: ESA Publications Division.
- Federal Geographic Data Committee. (n.d.). Geospatial Metadata. <https://www.fgdc.gov/metadata>
- GIS Certification Institute. (n.d.). GIS Code of Ethics. <https://www.gisci.org/Ethics/Code-of-Ethics>
- Goodchild, M. F. (1992). Geographical information science. *International Journal of Geographical Information Systems*, 6(1), 31–45. <https://doi.org/10.1080/02693799208901893>
- Hofmann-Wellenhof, B., Lichtenegger, H., & Wasle, E. (2008). GNSS: Global Navigation Satellite Systems, GPS, GLONASS, Galileo, and More. Vienna: Springer-Verlag.
- Indrajit, R. E. (2020). Teknologi Informasi Geospasial dalam Manajemen Pemerintahan Daerah. Jakarta: Pustaka Bisnis Indonesia.
- Jensen, J. R. (2015). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective* (4th ed.). Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall.
- Kaplan, E. D., & Hegarty, C. J. (Eds.). (2006). *Understanding GPS: Principles and Applications* (2nd ed.). Norwood: Artech House.
- Lapaine, M., Midtbø, T., Gartner, G., Bandrova, T., Wang, T., & Shen, J. (2021). Definition of the Map. *Advances in Cartography and GIScience of the ICA*, 3, 9. <https://doi.org/10.5194/ica-adv-3-9-2021>
- Li, Z., Zhu, Q., & Gold, C. (2005). *Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology*. Boca Raton: CRC Press.

- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., & Chipman, J. W. (2015). Remote Sensing and Image Interpretation (7th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic Information Science and Systems (4th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). Geographic Information Science and Systems (4th ed.). New York: John Wiley & Sons.
- Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., & Harley, I. (2019). Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging (3rd ed.). Berlin: De Gruyter.
- Luhmann, T., Robson, S., Kyle, S., & Harley, I. (2019). Close-Range Photogrammetry and 3D Imaging (3rd ed.). Berlin: De Gruyter.
- McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International Journal of Remote Sensing*, 17(7), 1425-1432.
- McHarg, I. L. (1969). *Design with Nature*. New York: Natural History Press.
- OpenStreetMap. (n.d.). Copyright and License. <https://www.openstreetmap.org/copyright/attribution-guide/>
- Ordnance Survey. (n.d.). Map Layout: Geographic Data Visualisation Guide to Cartography. <https://docs.os.uk/more-than-maps/geographic-data-visualisation/guide-to-cartography/map-layout>
- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 45 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Informasi Geospasial.

- Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Presiden Nomor 23 Tahun 2021 tentang Perubahan atas Peraturan Presiden Nomor 9 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Kebijakan Satu Peta pada Tingkat Ketelitian Peta Skala 1:50.000.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2019 tentang Pusat Kesehatan Masyarakat. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2015 tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 41/PRT/M/2007 tentang Pedoman Kriteria Teknis Kawasan Budidaya. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia.
- Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 37 Tahun 2020 tentang Pengendalian Pengoperasian Sistem Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara yang Dilayani Indonesia. Jakarta: Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2013 tentang Ketelitian Peta Rencana Tata Ruang.
- Prahasta, E. (2014). Sistem Informasi Geografis: Konsep-Konsep Dasar (Perspektif Geodesi & Geomatika) (Edisi Revisi). Bandung: Informatika.
- QGIS Documentation. (n.d.). Map Production. https://docs.qgis.org/latest/en/docs/gentle_gis_introduction/map_production.html

- QGIS Tutorials. (n.d.). Thematic Mapping. https://qgis-tutorials2.readthedocs.io/en/latest/thematic_mapping.html
- Sabins, F. F. (1997). Remote Sensing: Principles and Interpretation (3rd ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Schlosser, S. (n.d.). Making Effective Maps: Cartographic Visualization for GIS. University of Colorado Boulder. <https://colorado.pressbooks.pub/makingmaps/>
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- U.S. Geological Survey. (n.d.). Map projections: A working manual. <https://www.usgs.gov/educational-resources/map-projections-working-manual>
- Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia.
- UN-Habitat. (2015). International Guidelines on Urban and Territorial Planning.
- UN-Habitat. (2025). AI for Spatial Mapping and Analysis: GeoAI Toolkit for Urban Planners.
- UN-Habitat. (n.d.). Data and Analytics: Urban Observatory Model. <https://unhabitat.org/knowledge/data-and-analytics>
- UN-Habitat. (n.d.). Urban Planning. <https://unhabitat.org/topic/urban-planning>

- Weng, Q. (Ed.). (2012). Remote Sensing of Impervious Surfaces in the Urban Areas: Requirements, Methods, and Trends. *Remote Sensing of Environment*, 117, 34-49.
- Westoby, M. J., Brasington, J., Glasser, N. F., Hambrey, M. J., & Reynolds, J. M. (2012). Structure-from-Motion photogrammetry: A low-cost, effective tool for geoscience applications. *Geomorphology*, 179, 300-314.
- Zha, Y., Gao, J., & Ni, S. (2003). Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24(3), 583-594.

Buku Ajar Teknologi Spasial



Buku ini ditulis untuk membantu mahasiswa Perencanaan Wilayah dan Kota (PWK) memahami teknologi spasial bukan sekadar sebagai keterampilan teknis, tetapi sebagai cara berpikir ilmiah tentang ruang. Di era ketika data tersedia melimpah dan keputusan perencanaan semakin dituntut untuk berbasis bukti, kemampuan membaca, mengolah, menganalisis, dan mengomunikasikan informasi spasial menjadi kebutuhan mendasar bagi setiap calon perencana.

Materi dalam buku ini disusun secara bertahap, mulai dari konsep dasar teknologi spasial, pemahaman tentang data spasial, peta dan kartografi digital, sistem informasi geografis, penginderaan jauh, navigasi satelit GNSS, hingga penggunaan drone dan fotogrametri. Setiap bab dirancang agar pembaca dapat langsung menghubungkan konsep dengan konteks perencanaan yang nyata.



IKAPI
HUBUNGAN PEMERINTAH INDONESIA

CV. Tahta Media Group

Sukoharjo, Jawa Tengah

Web : www.tahtamedia.co.id

Ig : tahtamedia group

Telp/WA : +62 896 5427 3996

