

**PEMUTAKHIRAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA
SATELIT SENTINEL-2 KOTA BEKASI TAHUN 2024 DENGAN
BANTUAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
(Studi Kasus : Kota Bekasi)**

TUGAS AKHIR

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Geodesi

AFIF IRFAN FADHULLAH
NPM 4122.3.20.13.0010



PROGRAM STUDI S1 TEKNIK GEODESI
FAKULTAS TEKNIK, PERENCANAAN, DAN ARSITEKTUR
UNIVERSITAS WINAYA MUKTI
BANDUNG
2025

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMUTAKHIRAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA
SATELIT SENTINEL-2 KOTA BEKASI TAHUN 2024 DENGAN
BANTUAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS
(Studi Kasus : Kota Bekasi)**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Geodesi

AFIF IRFAN FADHULLAH
NPM 4122.3.20.13.0010

Disetujui,

Ir. Achmad Ruchlihadiana T., M.M
NIPY. 16800007
Pembimbing 1

Ir. Danis S. Singawilastra., M.T
NIPY. 17400123
Pembimbing 2

Mengetahui Dan Disahkan
Ketua Program Studi Teknik Geodesi
Fakultas Tekni, Perencanaan Dan Arsitektur

Levana Apriani, S.T.,M.T
NIPY. 19100118

MOTTO

“ Hidup adalah pembelajaran, dan belajarlh dari hidup”

“ Peta terbaik adalah keyakinan, Kompas terbaik adalah doa”

“ Sejauh apapun jarak, selalu ada koordinat yang mempertemukan. Seberat apapun langkah, selalu ada peta yang menuntun. Dalam pengukuran bumi, aku belajar mengukur kesabaran dan keyakinan”

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul “Pemutakhiran Tutupan Lahan Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 Kota Bekasi Tahun 2024 Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kota Bekasi)” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi lainnya. Semua referensi yang dirujuk dan dikutip pada Tugas Akhir ini telah saya nyatakan benar berdasarkan aturan-aturan pengutipan yang sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dan tertera pada daftar pustaka.

Nama : Afif Irfan Fadhuallah

NPM : 4122320130010

Tanda Tangan : (di atas materai)

Tanggal :



ABSTRAK

Kota Bekasi sebagai kota penyangga ibu kota mengalami perkembangan pesat yang memicu konversi lahan pertanian dan vegetasi menjadi lahan terbangun untuk permukiman, industri, dan infrastruktur. Kondisi ini menuntut pembaruan data tutupan lahan yang akurat sebagai dasar perencanaan tata ruang dan pengendalian alih fungsi lahan. Penelitian ini bertujuan memperbarui informasi tutupan lahan tahun 2024 serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bekasi 2024–2044.

Data yang digunakan berupa citra Sentinel-2A tahun 2017 dan 2024 yang diolah dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Tahapan meliputi pemotongan citra sesuai batas administrasi, koreksi geometrik berbasis Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) menggunakan skema ESRI Land Cover, serta analisis perubahan melalui metode overlay. Kesesuaian dianalisis dengan meng-overlay peta tutupan lahan 2024 terhadap RTRW.

Hasil menunjukkan luas Kota Bekasi sebesar 21.683,33 hektar didominasi lahan terbangun, meningkat dari 20.268,86 Ha (93,48%) pada 2017 menjadi 20.796,52 Ha (95,91%) pada 2024. Lahan pertanian berkurang 351,49 Ha, sedangkan vegetasi bertambah 33,02 Ha. Lahan kosong hilang sepenuhnya karena beralih fungsi. Analisis kesesuaian mengidentifikasi konversi lahan resapan menjadi kawasan terbangun yang berpotensi meningkatkan risiko banjir. Temuan ini memberikan dasar spasial penting untuk mendukung perencanaan wilayah, mitigasi bencana, dan pengelolaan lingkungan berkelanjutan di Kota Bekasi.

Kata Kunci: Tutupan Lahan, Perubahan Penggunaan Lahan, SIG, Kota Bekasi

ABSTRACT

Bekasi City, as a buffer city of the capital, has experienced rapid urban development that has triggered land conversion from agriculture and vegetation to built-up areas for housing, industry, and infrastructure. This condition requires updated land cover data as a basis for spatial planning and land use control. This study aims to update the 2024 land cover information and evaluate its conformity with the Spatial Planning (RTRW) of Bekasi City for the period 2024–2044.

The research utilized Sentinel-2A imagery from 2017 and 2024, processed using Geographic Information Systems (GIS). The workflow included image clipping based on administrative boundaries, geometric correction using the Indonesian Topographic Map (RBI) as Ground Control Points, supervised classification with the ESRI Land Cover scheme, and change detection through overlay analysis. Conformity was assessed by overlaying the 2024 land cover map with the RTRW map.

The results show that Bekasi City, with a total area of 21,683.33 hectares, is dominated by built-up land, which increased from 20,268.86 ha (93.48%) in 2017 to 20,796.52 ha (95.91%) in 2024. Agricultural land decreased by 351.49 ha, while vegetation increased by 33.02 ha. Vacant land disappeared entirely due to conversion into built-up, agricultural, vegetation, or water body areas. The conformity analysis identified the conversion of water catchment areas into built-up zones, which potentially increases flood risk. These findings provide essential spatial insights to support urban planning, disaster mitigation, and sustainable environmental management in Bekasi City.

Keywords: Land Cover, Land Use Change, GIS, Bekasi City

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil alamin, Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena atas berkat rahmat-Nya lah tulisan ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penulisan makalah yang berjudul “*Updating Tutupan Lahan Menggunakan Citra Satelit Sentinel-2 Kota Bekasi Tahun 2024 Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus : Kota Bekasi)*” ini dalam rangka melengkapi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti. Tulisan ini dapat penulis selesaikan berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak.

Oleh karena itu, sudah sepantasnya pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak, yang telah memberikan masukan demi kelancaran dan kelengkapan makalah ini. Tentunya dalam penulisan ini terdapat kekurangan-kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Untuk itu demi kemajuan selanjutnya, tentunya saran dari berbagai pihak sangat diharapkan dan semoga tulisan ini bermanfaat bagi siapapun yang telah membacanya.

Dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Levana Apriani, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Perencanaan dan Arsitektur Universitas Winaya Mukti;
2. Ir. Achmad Ruchlihadiana, S.T., M.M., selaku pembimbing 1 dalam penyusunan Tugas Akhir;

3. Ir. Danis S. Singawilastra., M.M., selaku pembimbing 2 dalam penyusunan Tugas Akhir;
4. Bapak/Ibu Dosen pengajar Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti yang telah memberikan ilmu dan wawasannya sehingga menjadi bekal pemahaman bagi penulis dalam menulis penelitian ini;
5. Keluarga kecil saya yang telah memberikan doa, dukungan, pengorbanan baik moril maupun materil;
6. Orang Tua yang telah memberikan doa, dukungan, pengorbanan baik moril maupun materil serta yang telah mendidik penulis hingga sekarang;
7. Sahabat dan teman seperjuangan yang saling memberikan dukungan serta memberikan motivasi selama perkuliahan sampai dengan penyusunan Tugas Akhir;
8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT memberikan balasan yang setimpal kepada semuanya.

Penulis berharap Tugas Akhir yang disusun dapat memberikan pengetahuan kepada para pembaca, sehingga dapat memberikan dampak positif bagi pengetahuan dan wawasan kita semua. Dalam rangka perbaikan selanjutnya, penulis terbuka terhadap saran dan masukan dari semua pihak karena menyadari Tugas Akhir yang telah disusun memiliki banyak sekali kekurangan. Semoga hasil laporan ini bermanfaat bagi semua pembaca.

Bandung,

Penulis,
Afif Irfan Fadhullah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR SINGKATAN	viii
DAFTAR ISTILAH	ix
DAFTAR SIMBOL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB 2 DASAR TEORI	7
2.1 Penutupan Lahan	7
2.2 Kesesuaian Lahan	10
2.3 Perubahan Penggunaan Lahan	13
2.4 Penginderaan Jauh	14
2.5 Citra Satelit Sentinel-2	17
2.6 Sistem Informasi Geografis	22
2.7 Koreksi Geometrik	24
2.8 Metode Overlay	25
BAB 3 METODE PENELITIAN	28
3.1 Metode Penelitian	28
3.1.1 Metode Pengumpulan Data	28

3.1.2 Metode Pengolahan Data.....	28
3.1.3 Metode Analisis Data.....	31
3.2 Kerangka Penelitian	32
3.3. Operasionalisasi Penelitian.....	33
3.3.1 Lokasi Penelitian	34
3.3.2 Data Penelitian.....	35
3.3.3 Rancangan Penelitian.....	38
3.4.4 Tahap Kesimpulan	39
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	40
4.1 Identifikasi Perubahan Penggunaan Lahan	40
4.2 Identifikasi Kesesuaian Penggunaan Lahan dengan RTRW	46
BAB 5 KESIMPULAN.....	51
5.1 Kesimpulan.....	51
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Overlay layer (ESRI, 2024).....	26
Gambar 3. 1 Kerangka Pemikiran.....	33
Gambar 3. 2 Administrasi Kota Bekasi.....	34
Gambar 3. 4 Citra Satelit Kota Bekasi 2024.....	35
Gambar 3. 5 Peta RBI Kota Bekasi.....	36
Gambar 3. 6 Peta RTRW Kota Bekasi.....	37
Gambar 3. 7 Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 4. 1 Peta penggunaan lahan tahun 2017.....	41
Gambar 4. 2 Peta penggunaan lahan tahun 2024.....	42
Gambar 4. 3 Peta Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2017 - 2024 Kota Bekasi.....	43
Gambar 4. 4 Grafik Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2017 – 2024.....	46
Gambar 4. 5 Peta Kesesuaian penggunaan lahan tahun 2024 terhadap RTRW Kota Bekasi.....	48
Gambar 4. 6 Kesesuaian Lahan Berdasarkan Kecamatan di Kota Bekasi terhadap RTRW Tahun 2024-2044.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tipe Sentinel.....	20
Tabel 2. 2 Spesifikasi Sentinel- 2	22
Tabel 4. 1 Luas dan Persentase Penggunaan Lahan Tahun 2017 dan 2024.....	42
Tabel 4. 2 Matrix Perubahan Penggunaan Lahan.....	44
Tabel 4. 3 Perbedaan Luas Administrasi (RTRW dan RBI)	47
Tabel 4. 4 Data kesesuaian lahan terhadap RTRW	48
Tabel 4. 5 Persentase Kesesuaian berdasarkan Kecamatan.....	49

DAFTAR SINGKATAN

BIG	: Badan Informasi Geospasial
BPN	: Badan Pertanahan Nasional
<i>DEM</i>	: <i>Digital Elevation Model</i>
<i>ESA</i>	: <i>European Space Agency</i>
<i>ESRI</i>	: <i>Environmental Systems Research Institute</i>
<i>FAO</i>	: <i>Food Agriculture Organization</i>
<i>GCP</i>	: <i>Ground Control Point</i>
MSI	: Multispectral Instrument
<i>OLCI</i>	: <i>Optical Land and Colour Instrument</i>
RBI	: Rupa Bumi Indonesia
<i>RMSE</i>	: <i>Root Mean Square Error</i>
RTRW	: Rencana Tata Ruang Wilayah
SIG	: Sistem Informasi Geografis
<i>SAR</i>	: <i>Synthetic Aperture Radar</i>

DAFTAR ISTILAH

<i>Digital Elevation Model</i>	: Model digital yang merepresentasi permukaan bumi beserta penutup lahannya.
<i>Ground Control Point</i>	: Titik di tanah yang diketahui koordinatnya dan digunakan sebagai acuan dalam <i>georeferenced</i> .
Overlay	: Penumpukan atau pelapisan dua atau lebih data, gambar atau informasi dalam satu tampilan
<i>Remote Sensing</i>	: Perolehan informasi tentang objek atau permukaan bumi tanpa melakukan kontak langsung, melainkan melalui sensor yang berada di kejauhan seperti satelit atau pesawat terbang
<i>Root Mean Square Error</i>	: Akar kuadrat dari rata-rata kuadrat selisih antara nilai koordinat di output dan nilai koordinat dari sumber Independent yang akurasiya lebih tinggi.

DAFTAR SIMBOL

BAB I

PENDAHULUAN

Perkembangan wilayah perkotaan yang pesat menimbulkan perubahan signifikan terhadap tutupan lahan, terutama di kota-kota penyangga ibu kota seperti Kota Bekasi. Perubahan ini mencakup konversi lahan dari kawasan vegetasi atau pertanian menjadi permukiman, industri dan infrastruktur lainnya. Untuk memantau dinamika ini secara efektif, diperlukan metode pemantauan yang akurat dan efisien, salah satunya melalui pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG).

Citra satelit sentinel 2-A yang diluncurkan oleh *European Space Agency* (ESA) merupakan salah satu sumber data penginderaan jauh resolusi menengah yang sangat berguna dalam pemetaan dan pemantauan perubahan tutupan lahan dengan resolusi spasial 10 hingga 60 meter dan revisi waktu yang cepat. Sentinel 2-A mampu menyediakan data yang relevan secara temporal maupun spasial dalam mendeteksi perubahan penutup lahan dalam rentang waktu tertentu.

Pemanfaatan SIG dalam analisis spasial memungkinkan integrasi, pengolahan dan visualisasi data secara lebih sistematis dan interaktif dengan menggabungkan citra sentinel-2a dan SIG, pembaruan informasi tutupan lahan Kota Bekasi dari tahun 2017 dan tahun 2024 dapat dilakukan secara efisien dan akurat. Hal ini sangat penting sebagai dasar dalam perencanaan tata ruang, pengendalian alih fungsi lahan, serta pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan.

1.1 Latar Belakang

Tutupan Lahan merupakan suatu wilayah yang ada di permukaan bumi, yang meliputi komponen biosfer dan dianggap tetap maupun bersifat siklis yang terdapat diatas dan di bawah suatu wilayah (Miranda, Tungka, & Takumansang, 2019). Komponen lahan yang dimaksud termasuk tanah, atmosfer, relief, batuan induk, hewan, tumbuhan, dan hidrologi, serta semua akibat yang diakibatkan oleh aktivitas yang dilakukan oleh manusia pada tahun masa ke masa (Juhadi, 2007). Sifat lahan merupakan keadaan unsur-unsur lahan yang dapat di ukur atau diperkirakan, seperti tekstur tanah, struktur tanah jumlah curah hujan, distribusi hujan, temperatur, drainase tanah, jenis vegetasi dan sebagainya. Tutupan lahan diartikan sebagai penanda atau pengenal dari penampakan biofisik di permukaan bumi yang terdiri dari area vegetasi, lahan terbuka, lahan terbangun, tubuh air dan lahan basah (L, 1990). Kian hari tutupan lahan mengalami perubahan-perubahan yang tampak dan berdampak, sehingga perlunya melakukan pemutakhiran tutupan lahan agar tutupan lahan terbaru dapat teridentifikasi.

Pemutakhiran tutupan lahan. merupakan proses memperbaharui atas berubahnya luasan area lahan baik membesar atau mengecil pada suatu tutupan dan guna lahan. Pemutakhiran tutupan lahan yaitu perubahan pemanfaatan lahan yang memiliki fungsi berbeda dari lahan sebelumnya, baik untuk tujuan sosial, budaya, dan ekonomi, maupun industri. Jenis tutupan lahan juga ditentukan oleh jenis iklim, tanah, geologi, dan topografi (Mubarok, Widyasamratri, & Budi, 2022). Dinamika penggunaan lahan seringkali mengakibatkan penurunan kualitas lahan tersebut, baik kualitas vegetasi maupun kualitas lainnya. Perubahan lahan dengan menggunakan data spasial sangat

diperlukan untuk mengetahui lokasi-lokasi yang terdapat terjadinya perubahan lahan (Fauzi et al., 2016). Perubahan penggunaan lahan biasanya terpicu oleh pertumbuhan penduduk yang mengakibatkan pembangunan yang sangat cepat (Mubarok, Widyasamratri, & Budi, 2022). Hubungan interaksi antara lahan dengan manusia menimbulkan perubahan penggunaan lahan dan memiliki dampak negatif. Tingginya angka kepadatan penduduk di Kota Bekasi sejak tahun 2017 dan tahun 2024 mendorong masyarakat untuk membuka lahan permukiman baru atau lahan budidaya lainnya. Faktor lain dalam perubahan tutupan lahan yaitu faktor biofisik, sosial, dan ekonomi yang berhubungan dengan kebutuhan manusia sehari – hari (Mubarok, Widyasamratri, & Budi, 2022).

Penggunaan lahan adalah kegiatan campur tangan oleh manusia terhadap lingkungan di lahan seperti ladang, pertanian, dan pemukiman penduduk baik secara permanen maupun tidak permanen dengan memanfaatkan sumber daya buatan dan sumber daya alam serta digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia sehari-hari. Perencanaan yang baik diperlukan dalam penggunaan lahan, karena kedepannya akan menimbulkan ruang yang produktif, nyaman, aman, dan berkelanjutan. Perlunya dilakukan kesesuaian lahan setelah pemutakhiran tutupan lahan untuk memastikan lahan tersebut merupakan lahan yang telah sesuai dengan RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) Kota Bekasi. Kasus dalam ketidak sesuaian penggunaan lahan dapat terjadi dan akan menimbulkan kerugian-kerugian kepada masyarakat jika tidak dilakukan penyesuaian lahan tersebut. Contoh dari dampak ketidak sesuaian lahan yaitu banjir yang diakibatkan karena kurangnya daerah resapan. Lahan yang seharusnya menjadi vegetasi sebagai fungsi daerah resapan menjadi lahan terbangun atau permukiman

sehingga lahan tidak bisa menjadi daerah resapan air (Ir. Anita, 2012). Pengidentifikasian Pemutakhiran tutupan lahan dan kesesuaian lahan dapat dilakukan dengan analisis menggunakan metode sistem informasi geografis.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, permasalahan pada penelitian ini dapat diidentifikasi berkaitan dengan perubahan penggunaan lahan pada tahun 2017 dan tahun 2024. Pemutakhiran tutupan lahan yang harus dilakukan pada periode tersebut perlu dilakukan penyesuaian lahan berdasarkan RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) Kota Bekasi sebagai lokasi penelitian. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menganalisis pemutakhiran dan kesesuaian lahan di Lokasi Penelitian.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, masalah yang perlu diselesaikan pada penelitian ini yaitu;

1. Bagaimana perubahan tutupan lahan di Kota Bekasi pada tahun 2017 dan tahun 2024 ?
2. Bagaimana kesesuaian perubahan tutupan lahan berdasarkan RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) Kota Bekasi ?

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk :

1. Hasil Tutupan Lahan pada tahun 2017 dan tahun 2024,
2. Hasil kesesuaian pemutakhiran tutupan Lahan berdasarkan RTRW (Rencana Tata Ruang Wilayah) Kota Bekasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penulisan tugas akhir ini adalah teridentifikasi pemutakhiran tutupan lahan dan kesesuaian lahan berdasarkan RTRW Kota Bekasi, sehingga pemerintah dapat mengetahui tindakan-tindakan yang dapat dilakukan pada lahan yang telah berubah fungsi dan tidak menyebabkan kerugian bagi masyarakat di wilayah Kota Bekasi.



BAB 2

DASAR TEORI

Dalam sebuah penelitian ilmiah, landasan teori diperlukan untuk menjelaskan konsep-konsep utama yang digunakan sebagai pijakan dalam proses analisis dan pembahasan. Teori dasar bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif terhadap variabel-variabel yang diteliti, serta memperjelas keterkaitan antar konsep dalam konteks penelitian yang dilakukan. Penelitian mengenai pemutakhiran tutupan lahan dengan memanfaatkan citra satelit dan sistem informasi geografis (SIG) membutuhkan pemahaman mendalam mengenai penginderaan jauh, jenis citra yang digunakan (dalam hal ini Sentinel-2), serta prinsip-prinsip dasar SIG. Selain itu, penting pula memahami konsep tutupan lahan dan perubahan spasialnya agar hasil analisis dapat dijelaskan secara ilmiah dan objektif. Pada bagian ini akan diuraikan teori-teori dasar yang menjadi acuan dalam penelitian, meliputi: konsep tutupan lahan, penginderaan jauh, citra satelit Sentinel-2, dan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang menjadi landasan teknis dalam proses pemutakhiran informasi spasial di wilayah studi, yakni Kota Bekasi.

2.1 Penutupan Lahan

Lahan dapat diartikan sebagai lingkungan fisik yang terdiri atas iklim, relief, tanah, air dan vegetasi serta benda yang ada di atasnya sepanjang ada pengaruhnya terhadap penggunaan lahan (J, 2000). Tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati merupakan suatu hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis penutup lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi,

perubahan, ataupun perawatan pada penutup lahan tersebut. Kelas penutup lahan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu daerah vegetasi dan daerah tak bervegetasi. Semua kelas penutup lahan vegetasi diturunkan dari pendekatan konseptual struktur fisiognomi yang konsisten dari bentuk tumbuhan, bentuk tutupan, tinggi tumbuhan. Sedangkan dalam kategori tak bervegetasi, pendetailan kelas mengacu pada spek permukaan tutupan, distribusi atau kepadatan, dan ketinggian atau kedalaman obyek (Nasional, 2020). Deteksi perubahan adalah sebuah proses mengidentifikasi perbedaan keberadaan suatu obyek atau fenomena yang diamati pada rentang waktu yang berbeda (J, 2000). Perubahan penggunaan lahan secara langsung menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan. Pengertian tentang penggunaan lahan dan penutupan lahan penting untuk berbagai kegiatan perencanaan dan pengelolaan yang berhubungan dengan permukaan bumi. Penutupan lahan berkaitan dengan jenis kenampakan yang ada di permukaan bumi, sedangkan penggunaan lahan berkaitan dengan kegiatan manusia pada bidang lahan tertentu (Lillesand & Kiefer, 2010).

Definisi kelas tutupan lahan

1. Air

Daerah yang airnya dominan hadir sepanjang tahun mungkin tidak meliputi daerah dengan air sporadis atau sementara mengandung sedikit atau tidak ada vegetasi yang jarang, tidak ada singkapan batu atau fitur yang dibangun seperti dermaga contohnya sungai, kolam, danau, lautan, dataran garam yang tergenang (ESRI, 2024).

2. Pohon

Setiap pengelompokan signifikan dari vegetasi yang tinggi (~15 kaki atau lebih) yang padat, biasanya dengan kanopi tertutup atau rapat contoh: vegetasi berhutan,

kelompok vegetasi tinggi yang padat di dalam sabana, perkebunan, rawa atau bakau (vegetasi padat/tinggi dengan air sementara atau kanopi yang terlalu tebal untuk mendeteksi air di bawahnya) (ESRI, 2024).

3. Vegetasi

Vegetasi yang tergenang Area dari semua jenis vegetasi dengan percampuran air yang jelas sepanjang sebagian besar tahun; area yang tergenang secara musiman yang merupakan campuran rumput/semak/pohon/tanah gundul; contoh: hutan bakau yang tergenang, vegetasi yang muncul, sawah dan pertanian lain yang diairi secara deras dan tergenang (ESRI, 2024).

4. Tanaman

Tanaman Serealia, rumput, dan tanaman pangan yang ditanam/dipetakan oleh manusia yang tidak setinggi pohonnya; contoh: jagung, gandum, kedelai, petak tanah terlantar di lahan terstruktur (ESRI, 2024).

5. Kawasan Bangunan

Kawasan bangunan Struktur buatan manusia; jaringan jalan raya dan rel kereta api utama; permukaan kedap air yang luas dan homogen, termasuk bangunan parkir, gedung perkantoran dan perumahan penduduk; contoh: rumah, desa / kota kecil / kota padat, jalan beraspal, aspal (ESRI, 2024).

6. Tanah Kosong

Tanah Kawasan bebatuan atau tanah dengan sangat jarang atau tidak ada sama sekali vegetasi sepanjang tahun; kawasan luas berpasir dan gurun tanpa atau sedikit pun vegetasi; contoh: bebatuan atau tanah yang terbuka, gurun dan bukit pasir, dataran/dataran garam kering, dasar danau yang kering, tambang (ESRI, 2024).

7. Awan

Tidak ada informasi tutupan lahan karena tutupan awan yang terus-menerus (ESRI, 2024).

8. Semak Belukar

Padang rumput Area terbuka yang ditutupi rumput homogen dengan sedikit atau tanpa vegetasi yang lebih tinggi dan rumput liar tanpa petak manusia yang jelas (yaitu, bukan ladang yang dipetakan) contohnya padang rumput dan ladang alami dengan tutupan pohon yang jarang atau tidak ada, sabana terbuka dengan sedikit atau tidak ada pohon, taman/lapangan golf/halaman rumput, padang rumput. Campuran kelompok kecil tanaman atau tanaman tunggal yang tersebar di lanskap yang menunjukkan tanah atau batu yang terbuka, pembukaan lahan yang dipenuhi semak belukar di dalam hutan lebat yang jelas tidak lebih tinggi dari pohon (ESRI, 2024).

2.2 Kesesuaian Lahan

Kesesuaian lahan adalah tingkat kecocokan dari sebidang lahan untuk suatu penggunaan tertentu yang lebih spesifik dari kemampuan lahan. Perbedaan dalam tingkat kesesuaian ditentukan oleh hubungan antara keuntungan dan masukan yang diperlukan sehubungan dengan penggunaan lahan tersebut. Dalam bentuknya yang sangat kuantitatif, kesesuaian lahan dinyatakan dalam istilah ekonomi dari masukan dan keluaran atau dalam hasilnya berupa pendapatan bersih atau di daerah-daerah berkembang berupa tingkatan kehidupan masyarakat taninya. Manfaat evaluasi kesesuaian lahan adalah memberikan pengertian tentang hubungan-hubungan antara kondisi lahan dan penggunaannya, serta memberikan kepada perencana berbagai

perbandingan dan alternatif pilihan penggunaan yang dapat diharapkan berhasil (Hardjowigeno, S & Widiatmaka, 2007). Menurut FAO struktur klasifikasi kesesuaian lahan dibagi menjadi empat kategori yaitu:

1. Order kesesuaian : mencerminkan macam kesesuaiannya.
2. Kelas kesesuaian : mencerminkan derajat kesesuaian lahan dalam order
3. Sub kelas kesesuaian : mencerminkan macam hambatan atau macam perbaikan utama yang dibutuhkan dalam kelas.
4. Unit kesesuaian : mencerminkan perbedaan-perbedaan minor yang dibutuhkan dalam pengelolaan sub kelas.

Order kesesuaian lahan dapat dibagi menjadi dua yaitu order sesuai (S) dan order tidak sesuai (N) bagi penggunaan yang dipertimbangkan. Order sesuai (S) adalah lahan yang dapat dipergunakan secara berkelanjutan untuk suatu tujuan yang telah dipertimbangkan. Order tidak sesuai (N) adalah lahan yang apabila dikelola, mempunyai kesulitan sedemikian rupa sehingga mencegah penggunaannya untuk suatu tujuan yang telah direncanakan. Order sesuai (S) dapat dibagi lagi menjadi kelas-kelas. Dalam hal ini terdapat tiga kelas dalam order sesuai yang didefinisikan secara kuantitatif adalah sebagai berikut:

1. Kelas S1 (sangat sesuai) adalah lahan yang tidak mempunyai pembatas serius dalam menerapkan pengelolaan yang diberikan atau hanya mempunyai pembatas yang tidak berarti yang tidak secara nyata berpengaruh terhadap produksinya dan tidak menaikkan masukan melebihi yang biasa diberikan.

2. Kelas S2 (cukup sesuai) adalah lahan yang mempunyai pembatas agak berat untuk suatu penggunaan yang lestari. Pembatas tersebut akan mengurangi produktivitas dan keuntungan, dan meningkatkan masukan yang diperlukan.
3. Kelas S3 (sesuai marginal) adalah lahan yang mempunyai pembatas yang sangat berat untuk suatu penggunaan yang lestari. Pembatas akan mengurangi produktivitas atau keuntungan dan perlu menaikkan masukan yang diperlukan.

Order N (tidak sesuai) biasanya ada dua kelas yaitu :

1. Kelas N1 (tidak sesuai saat ini) adalah lahan yang mempunyai pembatas sangat berat, tetapi masih memungkinkan untuk diatasi, hanya tidak dapat diperbaiki dengan tingkat pengetahuan sekarang ini dengan biaya yang rasional.
2. Kelas N2 (tidak sesuai untuk selamanya) adalah lahan yang mempunyai pembatas sangat berat, sehingga tidak mungkin untuk digunakan bagi suatu penggunaan yang lestari. lahan yang dapat dipergunakan secara berkelanjutan untuk suatu tujuan yang telah dipertimbangkan.

Order tidak sesuai (N) adalah lahan yang apabila dikelola, mempunyai kesulitan sedemikian rupa sehingga mencegah penggunaannya untuk suatu tujuan yang telah direncanakan. Cara penilaian kesesuaian lahan yang sering dilakukan adalah dengan cara *matching* (mencocokkan) kualitas/karakteristik lahan dengan persyaratan tumbuh tanaman yang dievaluasi/persyaratan penggunaan lahan yang dikehendaki. Dalam *system Matching* ini berlaku hukum minimum, yang artinya kelas kesesuaian lahan ditentukan oleh faktor pembatas terberat.

2.3 Perubahan Penggunaan Lahan

Kebutuhan lahan yang semakin pesat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk dan pembangunan mengakibatkan alih fungsi lahan pertanian tidak dapat dielakkan. Menurut (Yudhistira & dkk, 2011), ketersediaan dan luas lahan pada dasarnya tidak berubah. Meskipun kualitas sumber daya lahan dapat ditingkatkan, kuantitasnya di setiap daerah relatif tetap. Pada kondisi tersebut maka peningkatan kebutuhan lahan untuk suatu kegiatan produksi akan mengurangi ketersediaan lahan untuk kegiatan produksi lainnya. Hal ini menyebabkan sering terjadi benturan kepentingan dan alih fungsi lahan. Masalah alih fungsi lahan dan ketahanan pangan merupakan dua masalah penting dalam pembangunan. Laju alih fungsi lahan yang sangat cepat akan berdampak langsung terhadap ketahanan pangan dalam jangka panjang.

Konversi lahan pertanian diperkirakan akan semakin cepat apabila tidak ada langkah untuk mengendalikannya. Kepadatan penduduk tersebut, sebagian besar lahan pertanian dan perkebunan berangsur-angsur berubah menjadi kawasan pemukiman dan industri. Kecilnya luas garapan petani juga disebabkan oleh peningkatan jumlah rumah tangga petani yang tidak sebanding dengan luas lahan yang diusahakan. Akibatnya jumlah petani dan buruh tani tanpa penguasaan/kepemilikan lahan terus bertambah yang berakibat kepada sulitnya upaya peningkatan kesejahteraan petani dan pengentasan kemiskinan di kawasan perdesaan. Oleh karena itu pengendalian alih fungsi lahan pertanian melalui usaha -usaha perlindungan. Lahan pertanian pangan merupakan salah satu upaya untuk mewujudkan ketahanan pangan dan kedaulatan pangan menuju

kemandirian pangan sekaligus meningkatkan kesejahteraan petani dan masyarakat pada umumnya.

2.4 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh (*remote sensing*), yang sering disingkat sebagai inderaja merupakan bidang pengetahuan dan seni yang digunakan untuk mendapatkan data mengenai suatu objek, kawasan, atau peristiwa dengan menganalisis informasi yang diperoleh melalui perangkat tanpa perlu berkontak langsung dengan objek, kawasan, atau peristiwa yang sedang diteliti. Data penginderaan jauh, dalam bentuk citra, memberikan gambaran yang relatif komprehensif mengenai objek di permukaan bumi, menampilkan detail dan posisi objek dengan tingkat kemiripan terhadap penampakan dan letaknya pada wilayah yang luas. Citra hasil penginderaan jauh merupakan representasi visual objek, wilayah, atau peristiwa, dihasilkan dari tangkapan pantulan atau radiasi yang dipancarkan oleh objek menggunakan sensor penginderaan jauh, dan dapat berupa gambar foto atau data digital. Penggunaan satelit dalam teknologi penginderaan jauh mewakili bentuk penginderaan jauh yang tidak melulu bergantung pada fotografi, ini merupakan perkembangan dari pendekatan fotografi atau fotogrametri dalam penginderaan jauh. Sebelum tahun 1960, istilah “penginderaan jauh fotografik” atau dikenal sebagai “foto udara” lebih sering digunakan, dan perluasan konsep penginderaan jauh telah membawa penggunaan istilah ini lebih jauh dalam sistem fotografi (Adisasmita et al., 2018). Ide dasar dari penginderaan jauh terdiri dari beberapa unsur atau bagian, yang mencakup sumber energi, lapisan atmosfer, interaksi energi dengan benda-benda di permukaan bumi, alat penginderaan (sensor), sistem

untuk memproses data, dan beragam aplikasi data tersebut. Sistem penginderaan jauh dimulai dengan merekam benda-benda di atas permukaan bumi. Energi memiliki peran utama dalam penginderaan jauh, berfungsi sebagai pengantar informasi dari objek ke sensor. Bentuk energi bisa berupa suara, medan magnet, gravitasi, atau energi elektromagnetik. Dalam konteks penginderaan bumi, energi elektromagnetik adalah yang paling relevan. Sumber energi elektromagnetik dalam penginderaan jauh umumnya berasal dari matahari, di mana radiasi matahari bergerak melalui lapisan atmosfer.

Sebagian dari energi radiasi matahari tidak mencapai permukaan bumi karena sebagian diabsorpsi dan kemudian tersebar di atmosfer. Energi yang berhasil mencapai permukaan bumi, sebagian dipantulkan atau dipancarkan kembali oleh objek-objek di permukaan tersebut, dan proses ini terekam oleh sensor dalam penginderaan jauh. Sensor-sensor ini membutuhkan energi sebagai media operasionalnya. Sensor ini dapat dipasang pada pesawat terbang atau satelit, dan dalam kasus sensor pada satelit, hasil rekaman dari permukaan bumi dikirim ke stasiun penerima di bumi. Stasiun ini menerima data dari satelit dan merekamnya dalam bentuk data digital pada media magnetik. Informasi yang direkam kemudian diolah di laboratorium pengolahan data untuk menghasilkan citra penginderaan jauh, yang selanjutnya didistribusikan kepada berbagai pengguna. Penginderaan jauh memiliki berbagai resolusi yang digunakan sebagai parameter untuk mengukur kemampuan sensor (Danoedoro, 2010). Beberapa resolusi yang biasa digunakan antara lain :

- a. Resolusi Spasial adalah kemampuan untuk menggambarkan ukuran terkecil dari objek yang masih dapat dibedakan dan dikenali dalam citra. Semakin kecil ukuran objek yang dapat direkam, maka semakin tinggi kualitas dari resolusi spasial tersebut.
- b. Resolusi Spektral mengacu pada kemampuan sistem pencitraan atau sensor optik elektronik pada satelit untuk mengisolasi informasi atau mengungkapkan karakteristik objek dengan mempertimbangkan intensitas pantulan atau emisi cahaya pada berbagai rentang gelombang dalam spektrum elektromagnetik yang digunakan untuk mengumpulkan data. Semakin besar jumlah pita spektral yang dapat dikenali oleh sensor, maka semakin tinggi pula kualitas resolusi spektral yang dimilikinya.
- c. Resolusi Radiometrik menggambarkan kapabilitas sistem sensor dalam mendeteksi perbedaan pantulan yang sangat halus, atau tingkat sensitivitas sensor terhadap perubahan kecil dalam intensitas sinyal untuk mengonversinya menjadi representasi angka digital. Ketika nilai angka digital dari suatu objek lebih rendah, ini mencerminkan tingkat resolusi radiometrik yang lebih tinggi dari sensor tersebut.
- d. Resolusi Termal mengacu pada batas kemampuan sensor pemantauan jarak jauh untuk merekam radiasi energi panas atau perbedaan suhu yang masih dapat dikenali oleh sensor dalam konteks karakteristik termal.
- e. Resolusi Temporal menggambarkan kemampuan sensor untuk merekam gambaran dari objek yang identik secara berulang. Semakin sering frekuensi sensor dalam merekam ulang objek yang sama, semakin tinggi kualitas resolusi temporal yang dimilikinya.

Penggunaan teknologi penginderaan jauh semakin meluas dalam berbagai bidang penelitian, termasuk namun tidak terbatas pada pemetaan, survei tanah, analisis geologi, monitoring hutan, pengelolaan pertanian, rekayasa, industri, perencanaan perkotaan, pemantauan cuaca, eksplorasi kelautan, analisis bencana alam, kegiatan pertambangan, riset kebudayaan, kajian lingkungan, dan berbagai bidang lainnya. Peningkatan signifikan dalam penggunaan teknologi ini dipicu oleh beberapa faktor di antaranya :

- Citra penginderaan jauh memiliki cakupan yang cukup luas dan menyeluruh, menampilkan objek dengan bentuk dan posisi yang mirip dengan situasi nyata, dan data yang direkam dapat berfungsi sebagai bentuk dokumentasi.
- Sifat-sifat yang tidak dapat dilihat secara langsung, seperti variasi suhu akibat kebocoran pipa, dapat teridentifikasi melalui penggunaan citra inframerah.
- Data direkam dalam interval waktu yang singkat.
- Dapat mengumpulkan informasi dari wilayah yang sulit diakses secara fisik.
- Tersedia informasi beragam spektral, dari berbagai sensor, dalam berbagai periode waktu, sementara resolusi spasial semakin meningkat.

2.5 Citra Satelit Sentinel-2

Citra satelit Sentinel merupakan bagian dari program *Copernicus* milik *European Space Agency (ESA)* yang menyediakan data penginderaan jauh gratis dan terbuka untuk pemantauan lingkungan dan perubahan permukaan bumi. Hingga saat ini, terdapat beberapa jenis Sentinel yang masing-masing memiliki karakteristik dan fungsi berbeda. Berikut ini adalah daftar jenis citra Sentinel beserta karakteristik utamanya:

1. Sentinel-1

Jenis Sensor: Radar (SAR – *Synthetic Aperture Radar*)

Resolusi Spasial: 5–20 meter

Resolusi Temporal: 6–12 hari (gabungan 1A dan 1B)

Kelebihan: Dapat menembus awan dan digunakan siang-malam Cocok untuk pemantauan banjir, deformasi tanah, pergerakan permukaan Aplikasi Umum: Pemantauan banjir, tanah longsor, deformasi permukaan, dan pertanian (struktur lahan).

2. Sentinel-2

Jenis Sensor: Optik *multispektral* (MSI – *Multispectral Instrument*)

Resolusi Spasial: 10 m, 20 m, dan 60 m (tergantung band)

Jumlah Band Spektral: 13 band

Resolusi Temporal: 5 hari (gabungan 2A dan 2B)

Kelebihan: Resolusi spasial tinggi, Band khusus untuk vegetasi, air, dan tanah

Aplikasi Umum: Pemetaan tutupan lahan, vegetasi, pertanian, monitoring hutan, kualitas air, dan perubahan penggunaan lahan.

3. Sentinel-3

Jenis Sensor: Optik dan termal (OLCI, SLSTR, SRAL, dll.)

Resolusi Spasial: OLCI (*Optical Land and Colour Instrument*): 300 m SLSTR (*Sea and Land Surface Temperature Radiometer*): 500 m – 1 km

Resolusi Temporal: 1–2 hari

Kelebihan: Pemantauan suhu permukaan laut/darat, Pemantauan warna laut dan kualitas air.

Aplikasi Umum: Pemantauan iklim, suhu permukaan laut dan darat, serta kualitas air dan perubahan ekosistem laut.

4. Sentinel-4 (masih tahap pengembangan)

Jenis Sensor: Pengamatan atmosfer (UVN Spektrometer)

Resolusi Spasial: ~8 km

Resolusi Temporal: ~1 jam

Fokus: Pemantauan gas atmosfer dari geostasioner

Aplikasi Umum: Pemantauan kualitas udara dan konsentrasi gas (NO_2 , O_3 , aerosol).

5. Sentinel-5 & 5P (*Precursor*)

Jenis Sensor: Spektrometer atmosfer (TROPOMI)

Resolusi Spasial: 3.5 km – 7 km

Resolusi Temporal: Harian

Fokus: Pemantauan gas rumah kaca dan kualitas udara

Aplikasi Umum: Pemantauan emisi gas seperti NO_2 , CO, SO_2 , metana (CH_4), dan ozon (O_3).

6. Sentinel-6 (Michael Freilich)

Jenis Sensor: Radar altimeter

Resolusi Spasial: Skala global

Resolusi Temporal: 10 hari

Fokus: Pengukuran ketinggian permukaan laut

Aplikasi Umum: Pemantauan kenaikan permukaan laut dan dinamika oseanografi global.

Ringkasan tipe Sentinel dapat dilihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Tipe Sentinel

Satelit	Sensor	Resolusi Spasial	Kegunaan Utama
Sentinel-1	SAR (Radar)	5-20 m	Pemantauan struktur, banjir, deformasi
Sentinel-2	MSI (Optik)	10 – 60 m	Tutupan laha, vegetasi, pertanian
Sentinel-3	OLCI, SLSTR	300 – 1000 m	Suhu permukaan, kualitas air, iklim
Sentinel-4	UNV	~8 km	Gas atmosfer (geostasioner)
Sentinel-5P	TROPOMI	3.5 – 7 km	Gas atmosfer, kualitas udara
Sentinel-6	Altimeter	Global (~km scale)	Ketinggian laut, oseonografi

Sentinel-2 adalah satelit penginderaan jauh yang dilengkapi dengan sensor *Multi Spectral Instrument* (MSI). Sensor ini dapat menghasilkan citra multispektral dengan resolusi spasial yang tinggi. Dasar teori dari citra Sentinel-2 mencakup prinsip dasar pemrosesan citra, pengolahan citra multispektral, dan karakteristik citra satelit. Prinsip dasar pemrosesan citra Sentinel-2 meliputi pengolahan citra radiometrik dan geometrik. Pengolahan radiometrik mengacu pada koreksi radiometrik citra, yang bertujuan untuk menghilangkan efek atmosfer pada citra satelit. Pengolahan geometrik mengacu pada koreksi geometrik citra, yang bertujuan untuk mengoreksi distorsi geometrik pada citra satelit. Kedua proses ini diperlukan untuk memperoleh citra Sentinel-2 yang akurat dan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Pengolahan citra multispektral pada Sentinel-2 melibatkan klasifikasi citra dan ekstraksi informasi citra. Klasifikasi citra mencakup pengelompokan piksel citra menjadi kelas-kelas yang berbeda, seperti vegetasi, air, dan permukaan tanah. Ekstraksi informasi citra mencakup pengestrakan informasi tertentu dari citra, seperti indeks vegetasi, yang digunakan untuk memantau pertumbuhan vegetasi. Dalam pengolahan citra multispektral, penting untuk memahami spektrum elektromagnetik dan bagaimana citra multispektral dihasilkan, keunggulan utama dari Sentinel-2 adalah resolusi spasialnya yang tinggi, yaitu 10 meter untuk band biru, hijau, dan merah, serta 20 meter untuk band NIR dan SWIR. Selain itu, Sentinel-2 juga memiliki kemampuan untuk menangkap citra dengan revisi waktu

yang tinggi, yaitu 5 hari, sehingga sangat berguna untuk memantau kondisi lahan pertanian dan lingkungan sekitarnya. Karakteristik citra sentinel-2 meliputi resolusi spasial, resolusi spektral, dan akurasi radiometrik. Resolusi spasial citra sentinel-2 berkisar antara 10-60 meter, tergantung pada mode operasi dan kanal citra, akurasi radiometrik citra sentinel-2 sangat penting dalam memastikan citra yang dihasilkan dapat digunakan untuk analisis yang akurat, pada citra sentinel-2 level-2A telah melalui proses koreksi atmosferik dan geometrik sebelumnya (Rahmi et al., 2021).

Tabel 2. 2 Spesifikasi Sentinel- 2

Sentinel-Band	Panjang Gelombang	Resolusi
Band 1 - <i>Coastal</i>	0,443-0,453	60
Band 2 - <i>Blue</i>	0,458-0,523	10
Band 3 - <i>Green</i>	0,543-0,578	10
Band 4 - <i>Red</i>	0,650- 0,680	10
Band 5 - <i>Vegetation Red Edge</i>	0,698- 0,713	20
Band 6 - <i>Vegetation Red Edge</i>	0,733-0,748	20
Band 7 - <i>Vegetation Red Edge</i>	0,765- 0,785	20
Band 8 - <i>Near Infrared (NIR)</i>	0,785- 0,900	10
Band 8 A - <i>Near Infrared (NIR) Vegetation Red Edge</i>	0,855- 0,875	20
Band 9 - <i>Water Vapour</i>	0,930- 0,950	60
Band 10 - <i>Shortwave Infrared SWIR - Cirrus</i>	1,365- 1,385	60
Band 11 - <i>SWIR 1</i>	1,565- 1,655	20
Band 12 - <i>SWIR 2</i>	2,100- 2,280	20

2.6 Sistem Informasi Geografis

Sistem Informasi Geografis sebagai suatu sistem berbasis komputer yang memiliki kemampuan dalam menangani data bereferensi geografi yaitu pemasukan data, manajemen data (penyimpanan dan pemanggilan kembali), manipulasi dan analisis data, serta keluaran sebagai hasil akhir. Hasil akhir dapat dijadikan acuan dalam pengambilan

keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografi (Arronoff, 1989). Seiring berjalannya waktu dan juga perkembangan zaman serta kemajuan teknologi, untuk memperoleh data kenampakan alam tidak perlu melakukan metode konvensional yang biasa dilakukan di atas permukaan bumi. Teknologi penginderaan jauh atau sering kali dikenal dengan inderaja merupakan alat yang ampuh dalam menganalisis wilayah yang luas dan seringkali sulit untuk diakses (*remote area*). Teknologi penginderaan jauh atau inderaja seringkali dipadukan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) sehingga menciptakan informasi yang sangat bermanfaat. Manfaat Sistem Informasi Geografis tersebut adalah sebagai berikut (Arronoff, 1989).

1. Memudahkan dalam melihat fenomena kebumihan dengan perspektif lebih baik
2. Mampu mengakomodasi penyimpanan, pemrosesan, dan penayangan data spasial digital bahkan integrasi data yang beragam, mulai dari citra satelit, foto udara, peta bahkan data statistic.
3. Mampu memproses data dengan cepat dan akurat dan menampilkannya. Informasi yang dihasilkan SIG merupakan informasi keruangan dan kewilayahan untuk inventarisasi data keruangan yang berkaitan dengan sumber daya alam. SIG tidak lepas dari data spasial, yang merupakan sebuah data yang mengacu pada posisi, obyek dan hubungan di antaranya dalam ruang bumi. Data spasial merupakan salah satu item dari informasi dimana di dalamnya terdapat informasi mengenai bumi termasuk permukaan bumi, di bawah permukaan bumi, perairan, kelautan dan bawah atmosfer (Edy , 2013)

2.7 Koreksi Geometrik

Citra satelit biasanya mengandung distorsi geometrik. Salah satu cara untuk mengoreksi distorsi geometrik ini adalah dengan menggunakan titik-titik kontrol lapangan (*Ground Control Point*). GCP adalah suatu titik pada permukaan bumi yang sudah diketahui koordinatnya. Koreksi geometri selanjutnya diperlukan untuk menghasilkan data yang lebih teliti dalam aspek *planimetrik*. Pada koreksi ini, sistem koordinat atau proyeksi peta tertentu dijadikan rujukan, sehingga dihasilkan citra yang mempunyai sistem koordinat dan skala yang seragam (Lutfiyah, 2022). Citra terkoreksi ini siap untuk dimanipulasi bersama dengan peta dalam kerangka sistem informasi geografi. Syarat pemilihan titik-titik kontrol lapangan/GCP adalah;

- b. Tersebar merata di seluruh citra.
- c. Relatif permanen, tidak berubah dalam kurun waktu yang pendek.

Tujuan koreksi geometrik adalah untuk menyesuaikan citra dengan sistem koordinat bumi (Geo-referensi), menghilangkan distorsi bentuk dan posisi akibat pergerakan satelit atau pesawat, kelengkungan bumi, sudut pengambilan citra, topografi permukaan bumi dan sensor satelit.

Jenis-jenis koreksi geometrik

1. Rektifikasi (*rectification*)

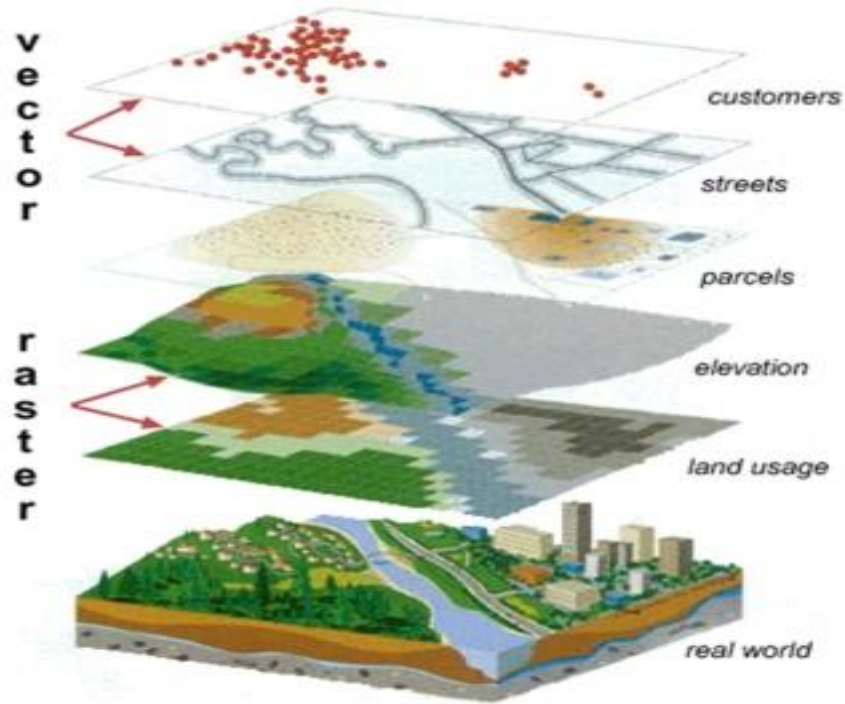
Rektifikasi digunakan saat ingin mengoverlay citra ke peta wilayah, misalnya overlay sentinel-2 ke shapefile Kota Bekasi. Rektifikasi dilakukan berdasarkan titik kontrol tanah (GCP). Menggunakan transformasi matematika seperti *affine* dan *polynomial*. Hasil citra sesuai koordinat peta tapi belum mempertimbangkan topografi.

2. Orthorektifikasi

Orthorektifikasi digunakan dalam pemetaan kontur, analisis kemiringan lereng, atau saat citra digunakan untuk pengukuran jarak/luas presisi tinggi. Orthorektifikasi merupakan koreksi geometrik lanjutan yang memperhitungkan ketinggian permukaan (topografi), membutuhkan DEM (*Digital Elevation Model*). Hasilnya berupa citra yang sangat akurat secara spasial dan vertikal.

2.8 Metode Overlay

Metode Overlay adalah suatu sistem informasi dalam bentuk grafis yang dibentuk dari penggabungan berbagai peta individu (memiliki informasi/data Base yang spesifik). Overlay peta dilakukan minimal dengan 2 jenis peta yang berbeda secara teknis dikatakan harus ada poligon yang terbentuk dari 2 jenis peta yang dioverlaykan. Overlay adalah prosedur penting dalam analisis SIG (Sistem Informasi Geografis). Overlay yaitu kemampuan untuk menempatkan grafis satu peta diatas grafis peta yang lain dan menampilkan hasilnya di layar komputer atau pada plot. Secara singkatnya, overlay menampilkan suatu peta digital pada peta digital yang lain beserta atribut-atributnya dan menghasilkan peta gabungan keduanya yang memiliki informasi atribut dari kedua peta tersebut (Anonim, 2016).



Gambar 2. 1 Overlay layer (ESRI, 2024)

Overlay merupakan proses penyatuan data dari lapisan layer yang berbeda. Secara sederhana overlay disebut sebagai operasi visual yang membutuhkan lebih dari satu layer untuk digabungkan secara fisik. Pemahaman bahwa overlay peta (minimal 2 peta) harus menghasilkan peta baru adalah hal mutlak. Dalam bahasa teknis harus ada poligon yang terbentuk dari 2 peta yang di-overlay. Jika dilihat data atributnya, maka akan terdiri dari informasi peta pembentuknya. Misalkan Peta Lereng dan Peta Curah Hujan, maka di peta barunya akan menghasilkan poligon baru berisi atribut lereng dan curah hujan. Teknik yang digunakan untuk overlay peta dalam SIG ada 2 yakni *union* dan *intersect*. Jika dianalogikan dengan bahasa Matematika, maka *union* adalah gabungan, *intersect* adalah irisan (Anonim, 2016).

Ada beberapa fasilitas yang dapat digunakan pada overlay untuk menggabungkan atau melapiskan dua peta dari satu daerah yang sama namun beda atributnya yaitu :

1. *Dissolve themes Dissolve* yaitu proses untuk menghilangkan batas antara poligon yang mempunyai data atribut yang identik atau sama dalam poligon yang berbeda. Peta input yang telah di digitasi masih dalam keadaan kasar, yaitu poligon-poligon yang berdekatan dan memiliki warna yang sama masih terpisah oleh garis poligon. Kegunaan dissolve yaitu menghilangkan garis-garis poligon tersebut dan menggabungkan poligon-poligon yang terpisah tersebut menjadi sebuah poligon besar dengan warna atau atribut yang sama.
2. *Merge Themes Merge themes* yaitu suatu proses penggabungan 2 atau lebih layer menjadi 1 buah layer dengan atribut yang berbeda dan atribut-atribut tersebut saling mengisi atau bertampalan, dan layer-layernya saling menempel satu sama lain.
3. *Clip One Themes Clip One themes* yaitu proses menggabungkan data namun dalam wilayah yang kecil, misalnya berdasarkan wilayah administrasi desa atau kecamatan. Suatu wilayah besar diambil sebagian wilayah dan atributnya berdasarkan batas administrasi yang kecil, sehingga layer yang akan dihasilkan yaitu layer dengan luas yang kecil beserta atributnya.
4. *Intersect Themes Intersect* yaitu suatu operasi yang memotong sebuah tema atau layer input atau masukan dengan atribut dari tema atau overlay untuk menghasilkan output dengan atribut yang memiliki data atribut dari kedua theme.

5. *Union Themes Union* yaitu menggabungkan fitur dari sebuah tema input dengan poligon dari tema overlay untuk menghasilkan output yang mengandung tingkatan atau kelas atribut.
6. *Assign Data Themes Assign* data adalah operasi yang menggabungkan data untuk fitur theme kedua ke fitur theme pertama yang berbagi lokasi yang sama Secara mudahnya yaitu menggabungkan kedua tema dan atributnya.



BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemutakhiran (*pemutakhiran*) informasi tutupan lahan di wilayah Kota Bekasi dengan memanfaatkan data citra satelit sentinel-2 dan pengolahan berbasis sistem informasi geografis (SIG). Metode yang digunakan disusun untuk memperoleh hasil klasifikasi tutupan lahan yang akurat serta mampu menggambarkan dinamika perubahan lahan yang terjadi dalam kurun waktu tertentu.

3.1.1 Metode Pengumpulan Data

1. Pengunduhan data citra satelit Sentinel-2A

Pengunduhan data citra dalam penelitian dilakukan dengan mengunduh data citra satelit Sentinel-2A pada 7 tahun terakhir yakni Januari 2017 dan citra satelit Sentinel- 2A 8 Desember 2024 dari ESRI yang dipakai dengan tujuan agar dapat di analisis.

2. Meminta data RTRW Kota Bekasi tahun 2024-2044 Dinas tata Ruang (DISTARU) Kota Bekasi

3. Observasi (*Ground Cek*)

Observasi berasal dari kata *observation* yang pengamatan. Metode ini dilakukan dengan cara mengamati perubahan lahan akibat alam, kejadian atau kegiatan

orang yang berbeda disekitar area yang diteliti. Kemudian mencatat hasil pengamatan tersebut untuk mengetahui apa yang sebenarnya terjadi.

3.1.2 Metode Pengolahan Data

1. Pemotongan Citra

Pemotongan citra (*cropping*) dilakukan untuk mengetahui lokasi penelitian yang diamati sesuai dengan batas administrasi Kota Bekasi. Data citra yang sudah termosaik dapat dipotong sesuai dengan batas administrasi Kota Bekasi yang berformat vektor yang akan dijadikan obyek penelitian dan berfungsi juga untuk memperjelas citra yang akan diteliti.

2. Koreksi Geometrik

Koreksi geometrik dilakukan agar posisi piksel pada citra dapat sesuai dengan posisi yang ada di Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI). Oleh karena itu data citra harus dikoreksi geometrik terhadap sistem koordinat bumi. Data citra sentintel-2A yang digunakan dalam penelitian ini dikoreksi dengan menggunakan Peta Rupa Bumi Indonesia yang digunakan sebagai referensi GCP (*Ground Control Point*). Peta RBI tersebut diperoleh dengan mengunduh dari situs www.tanahair.indonesia.go.id. Pelaksanaan koreksi geometrik ini dilakukan dengan metode *image to map* dengan mengacu pada Peta RBI Kota Bekasi. Tingkat ketelitian koreksi geometrik dapat diketahui dengan menghitung kesalahan RMSE (*root mean square error*) dari GCP yang terpilih, dan tidak boleh lebih besar dari 0.5 piksel

3. Klasifikasi terbimbing

spektral sama dan diasumsikan sebagai kelas yang sama. Klasifikasi terbimbing (*supervised*) membutuhkan sampel pada setiap poligon yang telah diketahui kelasnya dan mencari daerah yang memiliki kesamaan dengan sampel. Pada penelitian ini klasifikasi dilakukan dengan mengacu pada ESRI *Land Cover*.

4. Identifikasi Pemutakhiran Tutupan Lahan

Tahap ini dilakukan dengan cara mengoverlay atau tumpang susun kelas yang sama pada tutupan lahan hasil klasifikasi citra dengan tahun yang berbeda menggunakan fasilitas overlay yang ada pada *software Arcgis*. Pada tahap awal, melakukan pemotongan dan penggabungan luasan yang mengalami perubahan tutupan lahan dengan menggunakan fasilitas dari overlay yaitu *intersect* Untuk perhitungan luas menggunakan *calculate geometry di Arcgis*. Pada penelitian ini analisis terbagi menjadi dua periode, periode pertama analisis terhadap pemutakhiran penutupan lahan tahun 2017 ke tahun 2024.

5. Identifikasi Kesesuaian lahan tahun 2024 terhadap RTRW Kota Bekasi

Melakukan pengklasifikasian terhadap tutupan lahan yang ada didata RTRW agar sesuai dengan tutupan lahan Kota Bekasi tahun 2024, kemudian dilakukan Identifikasi dilakukan dengan mengoverlay (*intersect*) tutupan lahan tahun 2024 dengan peta RTRW Kota Bekasi tahun 2024-2044 dan didapatkan luas kesesuaian dengan *calculate geometry*.

3.1.3 Metode Analisis Data

Penelitian dilakukan untuk memperoleh hasil yang akurat ini menggunakan tahapan yang sistematis mulai dari pengumpulan data hingga penyajian hasil. Data utama yang digunakan adalah citra satelit Sentinel-2 tahun 2024 yang memiliki resolusi spasial cukup tinggi dan dapat diunduh secara gratis. Data ini kemudian diproses dan dianalisis dengan bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memperbarui informasi tutupan lahan di Kota Bekasi. Analisis dilakukan melalui serangkaian langkah yang terstruktur, mulai dari *Pre-processing* citra, klasifikasi, uji akurasi, hingga analisis perubahan. Setiap tahapan dirancang agar mampu menghasilkan peta tutupan lahan terbaru yang valid dan dapat dijadikan dasar dalam perencanaan dan pengelolaan wilayah.

1. *Pre-processing* Data Citra

- Koreksi geometrik dan atmosferik pada citra Sentinel-2 Level-2A.
- *Mosaicking* jika data terdiri dari beberapa *scene*.
- *Cropping* sesuai batas administrasi Kota Bekasi.

2. Klasifikasi Tutupan Lahan

Menentukan kelas tutupan lahan (misalnya: permukiman, vegetasi, badan air, lahan terbuka, dll). Menggunakan *training sample* yang diambil dari citra atau data lapangan.

3. Uji Akurasi

Menggunakan *Confusion Matrix* dengan data referensi (peta RBI, atau citra resolusi tinggi).

4. Analisis Perubahan (*Change Detection*)

Membandingkan hasil klasifikasi tahun 2024 dengan data tahun sebelumnya.

Menghitung luas dan persentase perubahan masing-masing kelas tutupan lahan.

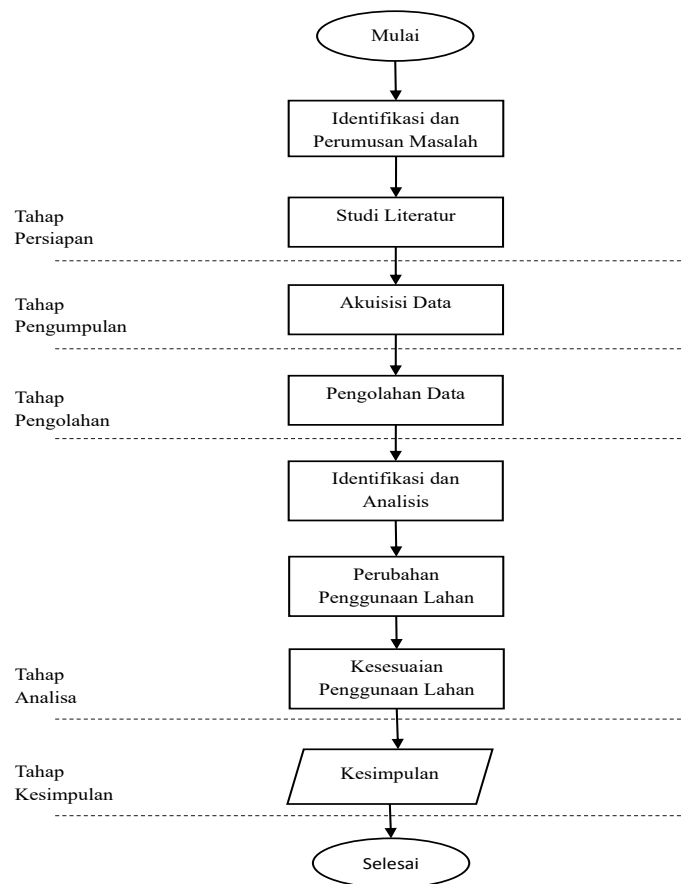
Menghasilkan peta perubahan (*Change Map*) untuk mengetahui distribusi perubahan.

5. Penyajian Hasil

Menyusun peta tematik tutupan lahan tahun 2024. Menampilkan tabel statistik luas tiap kelas tutupan lahan dan pola perubahannya.

3.2 Kerangka Penelitian

Perubahan tutupan lahan di Kota Bekasi terjadi sangat cepat sehingga dibutuhkan data terbaru. Citra satelit sentinel-2 dapat dimanfaatkan karena resolusi dan ketersediaannya yang baik. Dengan bantuan sistem informasi geografis, citra tersebut dapat diolah melalui klasifikasi dan analisis perubahan untuk menghasilkan peta tutupan lahan tahun 2024 sebagai dasar perencanaan wilayah. Kerangka pemikiran yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Kerangka Pemikiran

3.3. Operasionalisasi Penelitian

Operasionalisasi penelitian terdiri dari lokasi penelitian, data penelitian dan jadwal perencanaan penelitian. Lokasi penelitian adalah tempat/lokasi kegiatan penelitian dilaksanakan. Data penelitian adalah unsur terpenting dalam penelitian sebagai objek penelitian.

3.3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi pada penelitian yakni Kota Bekasi. Kota Bekasi adalah salah satu kota di Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Pada pertengahan tahun 2024, jumlah penduduk Kota Bekasi berjumlah 2.526.133 jiwa. Meskipun berstatus kota penyangga, kota ini merupakan kota terbesar di Provinsi Jawa Barat menurut jumlah penduduk.

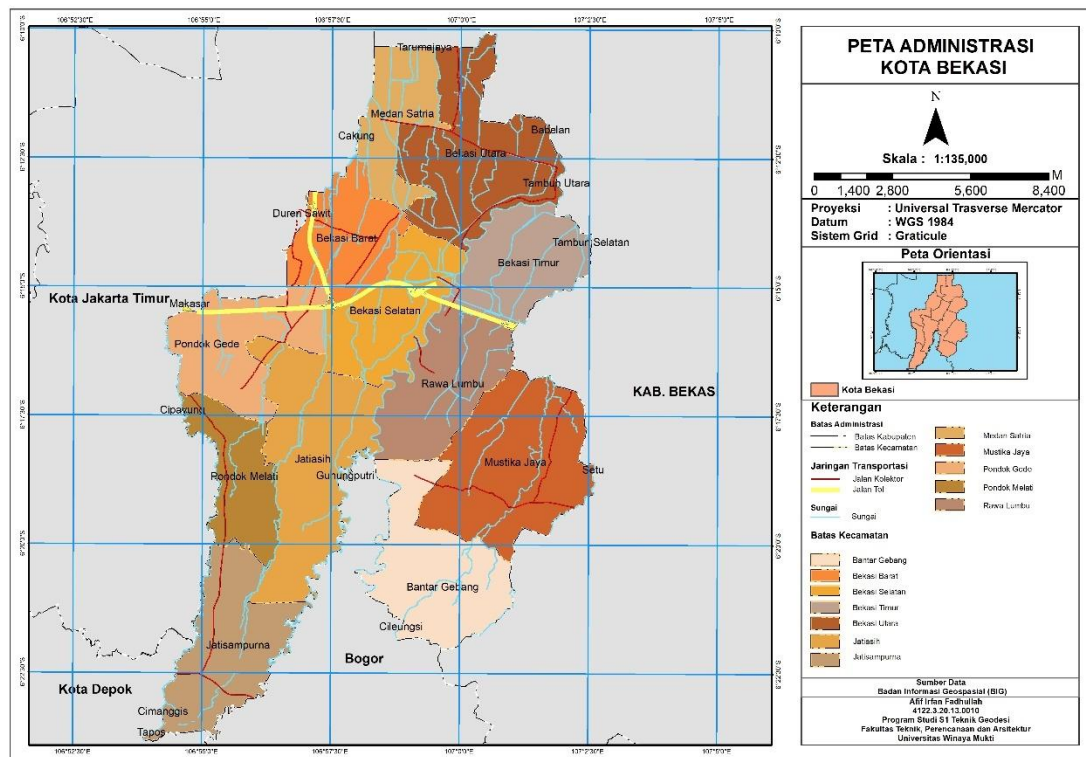
Batas wilayah Kota Bekasi adalah:

Batas utara : Kabupaten Bekasi

Timur : Kabupaten Bekasi

Selatan : Kabupaten Bogor dan Kota Depok

Barat : Provinsi DKI Jakarta



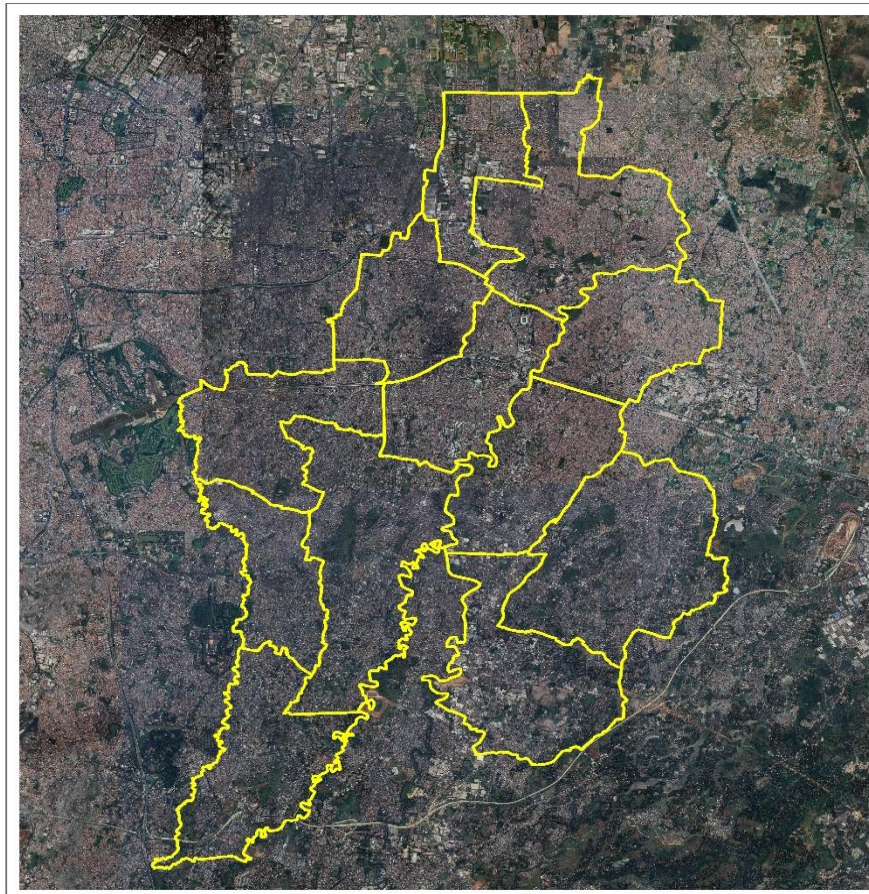
Gambar 3. 2 Administrasi Kota Bekasi

3.3.2 Data Penelitian

Kebutuhan Data yang diperlukan untuk menganalisis dan menyelesaikan proses penelitian sehingga penelitian dapat tercapai. Data yang dibutuhkan pada proses penelitian yakni:

1. Citra Satelit Sentinel 2-A tahun 2017 dan 2024

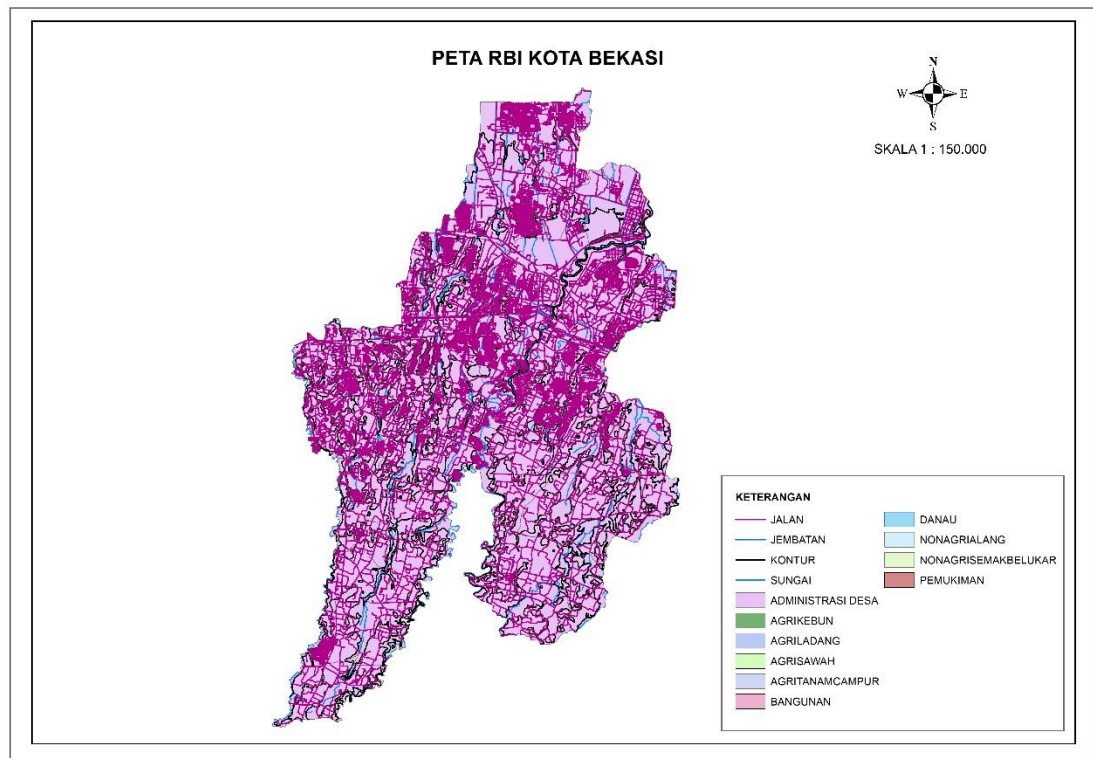
Citra satelit sentinel 2-A tahun 2017 dan 2024 didapatkan dari ESRI. Gambar Citra dapat dilihat pada gambar 3.4



Gambar 3. 3 Citra Satelit Kota Bekasi 2024

2. Peta RBI Kota Bekasi

Peta RBI Kota Bekasi didapatkan dari portal tanah air Indonesia dengan skala 1:25000. Tampilan peta pada gambar 3.5 menggunakan skala 1:150000 menyesuaikan dengan ukuran kertas A4.



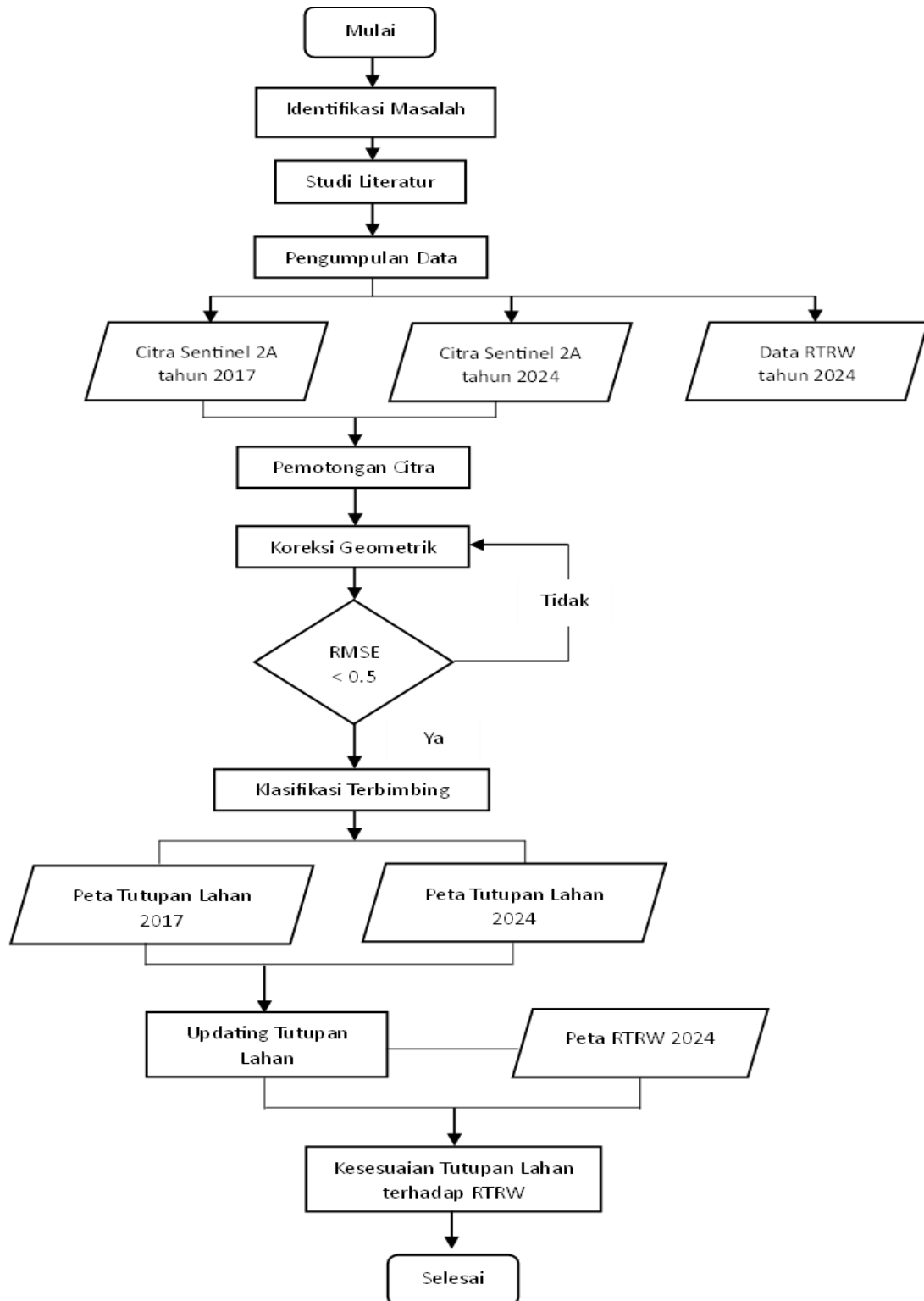
Gambar 3. 4 Peta RBI Kota Bekasi

3. Peta RTRW Kota Bekasi

Peta RTRW Kota Bekasi didapatkan dari Kementerian Badan Pertanahan Nasional (BPN) dengan skala peta 1: 50000. Peta yang ditampilkan pada gambar 3.6 berskala 1:35000 menyesuaikan ukuran kertas A4.

Gambar 3. 5 Peta RTRW Kota Bekasi

3.3.3 Rancangan Penelitian



Gambar 3. 6 Diagram Alir Penelitian

3.4.4 Tahap Kesimpulan

Tahap kesimpulan dilakukan dengan merangkum hasil penelitian. Menyajikan inti dari data atau informasi yang telah diperoleh selama proses penelitian atau kegiatan. Kesimpulan harus sesuai dengan tujuan awal pertanyaan penelitian yang diajukan. Kesimpulan dibuat dalam bentuk ringkasan yang padat, jelas dan tidak bertele-tele.



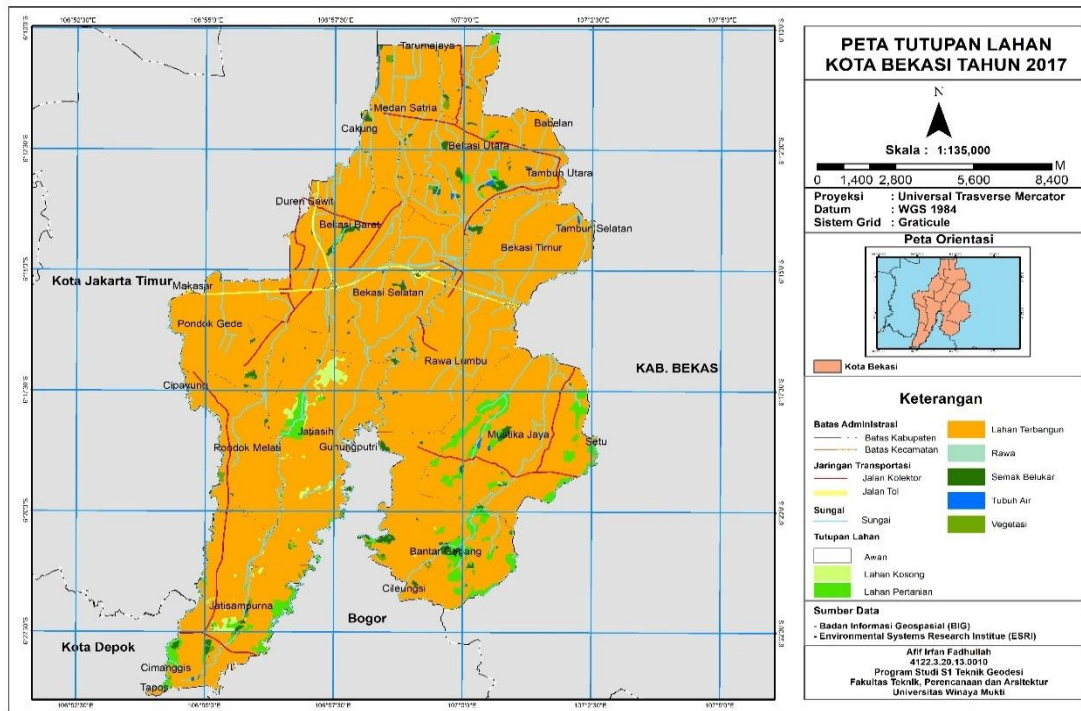
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

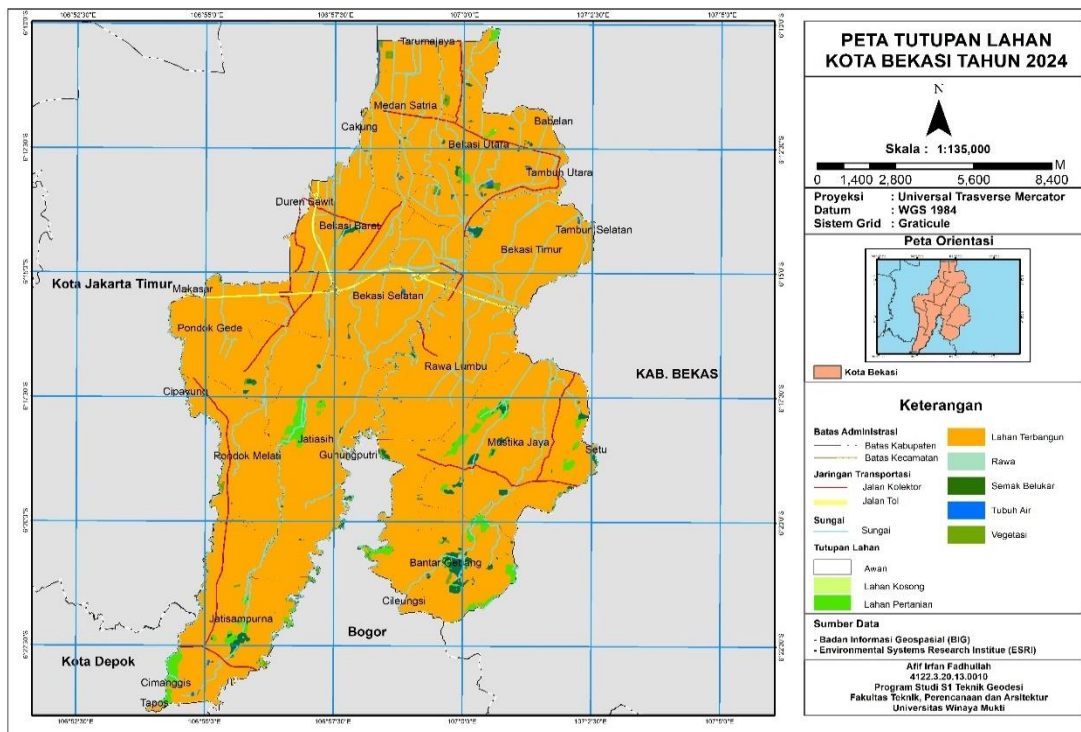
Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan dan kesesuaian penggunaan lahan dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bekasi. Data perubahan penggunaan lahan yang diidentifikasi adalah data penggunaan lahan tahun 2017 dan data penggunaan lahan tahun 2024. Data tersebut dianalisis dan disesuaikan dengan data RTRW Kota Bekasi tahun 2024-2044.

4.1 Identifikasi Perubahan Penggunaan Lahan

Klasifikasi penggunaan lahan dilakukan menggunakan metode interpretasi visual. Kelas penggunaan lahan yang telah ditentukan berdasarkan ESRI dengan jumlah 8 kelas yaitu Awan, Lahan kosong, Lahan pertanian, lahan terbangun, rawa, semak belukar, tubuh air dan vegetasi. Peta penggunaan lahan tahun 2017 dan 2024 dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2



Gambar 4. 1 Peta penggunaan lahan tahun 2017



Gambar 4. 2 Peta penggunaan lahan tahun 2024

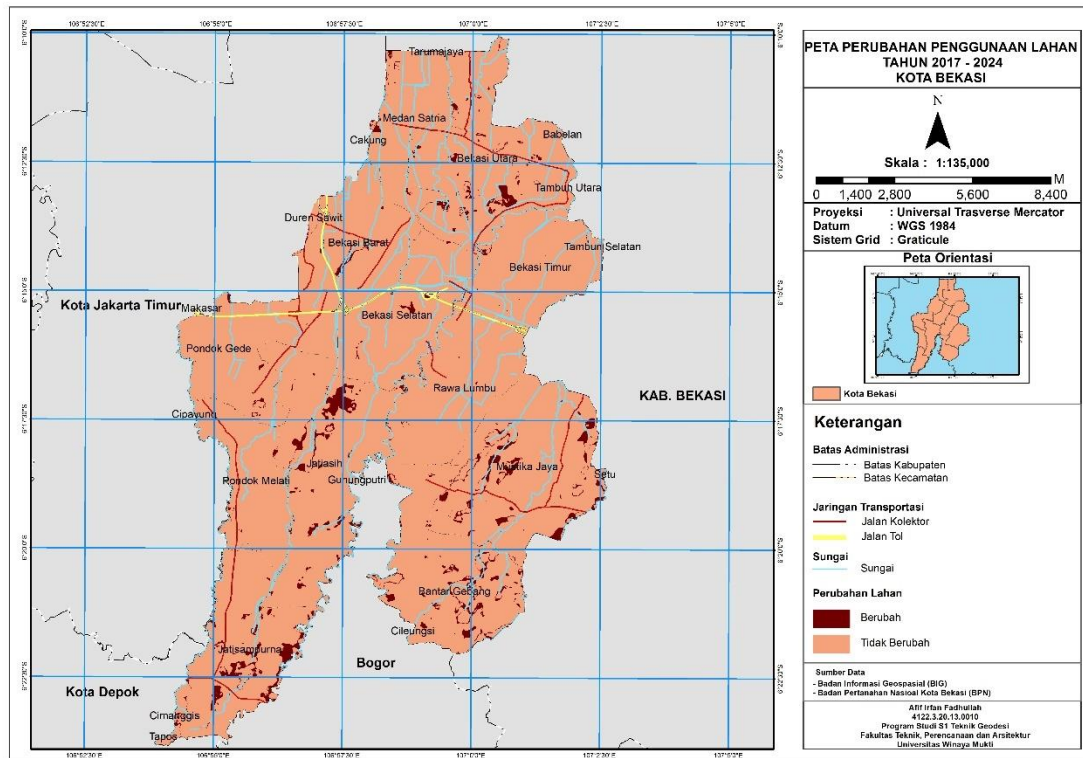
Penggunaan lahan yang telah diklasifikasi, dihitung luasnya menggunakan *calculate geometry*. Dari perhitungan luas tersebut, dihitung persentase luas penggunaan lahan dari total luas Kota Bekasi. Hasil perhitungan luas dan persentase luas kelas penggunaan lahan tahun 2017 dan 2024 dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Luas dan Persentase Penggunaan Lahan Tahun 2017 dan 2024

Penggunaan Lahan	2017		2024	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
Tubuh Air	101.90	0.47	66.68	0.31
Vegetasi	92.13	0.42	125.15	0.58
Rawa	1.09	0.01	0.53	0.00
Lahan Pertanian	806.84	3.72	455.35	2.10
Lahan Terbangun	20268.86	93.48	20796.52	95.91
Lahan Kosong	163.93	0.76	0.00	0.00
Awan	0.25	0.00	0.05	0.00
Semak Belukar	248.34	1.15	239.05	1.10
Jumlah	21683.33	100	21683.33	100

Berdasarkan tabel 4.1 penggunaan lahan Kota Bekasi memiliki luas 21683.33 Ha Penggunaan lahan tahun 2017 yang paling mendominasi adalah lahan terbangun dengan luas 20268.86 Ha atau persentase 93,48% dari luas total Kota Bekasi. Luas Penggunaan lahan di Kota Bekasi pada tahun 2024 yang paling mendominasi adalah lahan terbangun dengan luas 20796.52 Ha atau persentase 95,91% dari total luas Kota Bekasi. Kenaikan Perubahan Tutupan lahan sejak 2017 hingga 2024 pada penggunaan lahan terbangun naik sebesar 2,43%.

Perubahan penggunaan lahan yang dilakukan pada dua citra *multitemporal*, yaitu citra sentinel 2-A tahun 2017 dan 2024 dapat dilihat pada peta perubahan penggunaan lahan pada gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Peta Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2017 - 2024 Kota Bekasi

Hasil perubahan penggunaan lahan berupa tabel dan grafik yang berisi nilai luas perubahan penggunaan lahan Dan grafik luas perubahan penggunaan lahan tahun 2017-2024 dapat dilihat pada gambar 4.2

Tabel 4. 2 Matrix Perubahan Penggunaan Lahan

2017	2024									
	Tutupan Lahan	Awan	Lahan Kosong	Lahan Pertanian	Lahan Terbangun	Rawa	Semak Belukar	Tubuh Air	Vegetasi	Grand Total
	Awan				0.235		0.000	0.017	0.017	0.252
	Lahan Kosong		0.000	13.753	144.049		4.922	0.071	1.103	163.930
	Lahan Pertanian	0.054		361.876	298.639	0.232	110.796	2.746	31.416	806.840
	Lahan Terbangun			34.005	20158.063	0.001	38.740	8.765	27.389	20268.860
	Rawa			0.026	0.582	0.022	0.171	0.080	0.211	1.091
	Semak Belukar			33.028	112.377	0.193	70.857	4.672	26.851	248.340
	Tubuh Air			4.043	43.009	0.078	2.895	49.951	1.732	101.900
	Vegetasi			8.146	37.006		10.624	0.213	35.939	92.130
	Grand Total	0.054	0.000	455.350	20796.520	0.525	239.050	66.680	125.150	21683.330

Hasil dari perubahan penggunaan lahan yang ada di dalam tabel 4.2 yakni;

- Tutupan lahan klasifikasi awan pada tahun 2017 sebesar 0.252 Ha berubah menjadi 0.054 Ha pada tahun 2024. Tutupan lahan ini mengalami pengurangan atau perubahan penggunaan lahan. Pengurangan atau perubahan lahan terdapat pada klasifikasi lahan terbangun sebesar 0.235 Ha, semak belukar 0.0001 Ha dan Tubuh Air 0.17 Ha.
- Tutupan Lahan klasifikasi lahan kosong pada tahun 2017 sebesar 163.930 Ha, pada tahun 2024 menjadi 0 Ha. Perubahan tutupan lahan ini menjadi klasifikasi tutupan lahan pertanian sebesar 13.753 Ha, lahan terbangun 144.049 Ha, semak belukar 4.922 Ha, vegetasi 1.103 Ha dan tubuh air sebesar 0.071 Ha.
- Tutupan lahan klasifikasi pertanian pada tahun 2017 sebesar 806.840 Ha berubah menjadi 455.350 Ha pada tahun 2024. Perubahan atau berkurangnya tutupan lahan ini berubah menjadi klasifikasi tutupan lahan terbangun sebesar 298.639 Ha, rawa

0.232 Ha, semak belukar 110.796 Ha, vegetasi 31.416 Ha dan tubuh air sebesar 2.746 Ha.

- Tutupan lahan klasifikasi lahan terbangun pada tahun 2017 sebesar 20268.860 Ha mengalami perubahan pengurangan dan penambahan lahan pada tahun 2024 menjadi 20796.520 Ha. Lahan yang bertambah berasal dari Awan 0.235 Ha, Lahan kosong 144.049 Ha dan Lahan Pertanian 298.639 Ha sedangkan lahan yang mengalami pengurangan adalah rawa sebesar 0.001 Ha, semak belukar 38.740 Ha, vegetasi 27.389 Ha dan tubuh air 8.765 Ha.
- Tutupan lahan klasifikasi Rawa pada tahun 2017 sebesar 1.091 Ha pada tahun 2024 berubah menjadi 0.525.
- Tutupan lahan klasifikasi semak belukar pada tahun 2017 adalah 248.340 Ha dan pada tahun 2024 menjadi 239.050 Ha. Perubahan ini disebabkan bertambah dan berkurangnya tutupan lahan. Tutupan lahan yang menyebabkan penurunan adalah lahan pertanian sebesar 33.028 Ha, lahan terbangun 112.377 Ha, rawa 0.193 Ha vegetasi 26.851 Ha, tubuh air 4.672 Ha.
- Tutupan lahan klasifikasi tubuh air pada tahun 2017 sebesar 101.900 Ha pada tahun 2024 mengalami penurunan menjadi 66.680 Ha. Tubuh air berubah fungsi menjadi lahan pertanian sebesar 4.043 Ha, lahan terbangun 43.009 Ha, rawa 0.078 Ha, semak belukar 2.895 Ha dan vegetasi 1.732 Ha.
- Tutupan lahan klasifikasi vegetasi pada tahun 2017 sebesar 92.130 Ha mengalami perubahan penambahan dan pengurangan lahan. Bertambahnya lahan didapatkan dari awan sebesar 0.018, lahan kosong 1.103 Ha, lahan pertanian 31.416 Ha, lahan

terbangun 27.289 Ha, rawa 0.211 Ha, semak belukar 26.851 Ha dan tubuh air sebesar 1.732 Ha.

Grafik perubahan tutupan lahan tahun 2017 – 2024 dapat dilihat pada gambar 4.4



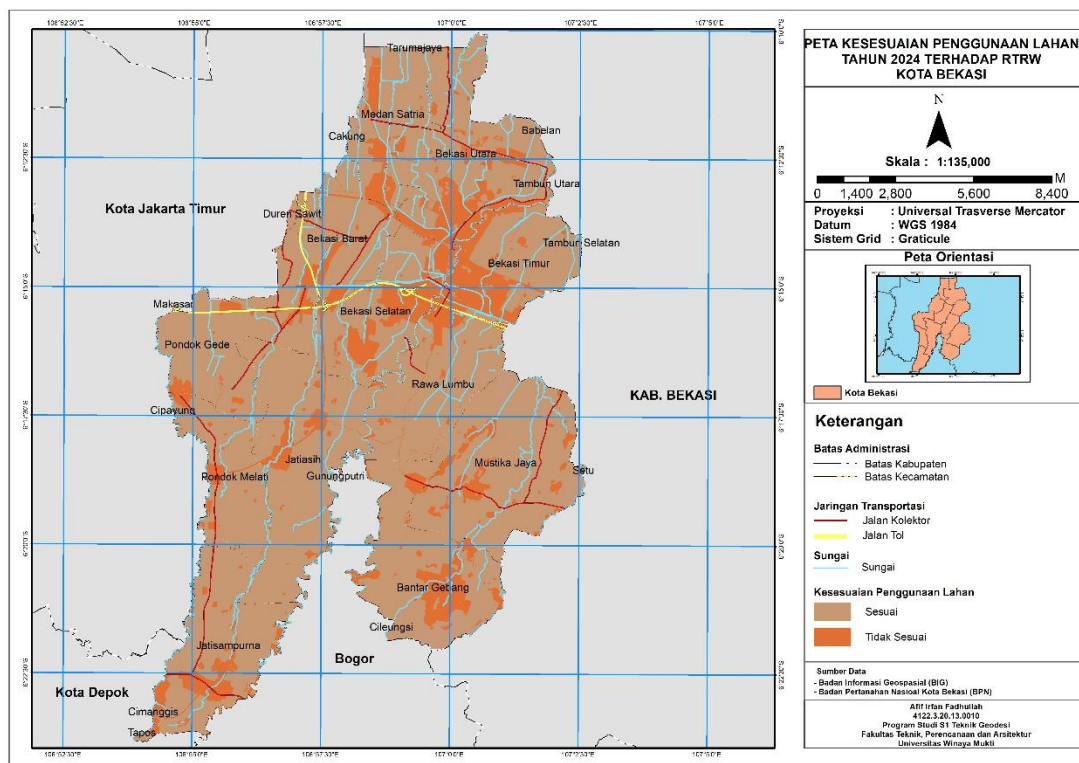
Gambar 4. 4 Grafik Perubahan Tutupan Lahan Tahun 2017 - 2024

4.2 Identifikasi Kesesuaian Penggunaan Lahan dengan RTRW

Identifikasi kesesuaian penggunaan lahan dilakukan pada citra sentinel-2A tahun 2024 terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bekasi Tahun 2024-2044. Terdapat perbedaan luas setiap kecamatan antara administrasi RTRW dan Administrasi RBI 2024. Perbedaan luas tersebut dapat dilihat pada tabel 4.3 dan Kesesuaian penggunaan lahan terhadap RTRW Kota Bekasi dapat dilihat pada Gambar 4. 5.

Tabel 4. 3 Perbedaan Luas Administrasi (RTRW dan RBI)

Kecamatan	Luas (Ha)		Perbedaan Luas (Ha)
	RTRW	RBI 2024	
Bantar Gebang	1924.332	2037.161	112.829
Bekasi Barat	1489.947	1403.287	86.660
Bekasi Selatan	1580.648	1538.094	42.554
Bekasi Timur	1463.528	1484.419	20.891
Bekasi Utara	2080.525	2467.071	386.546
Jatiasih	2426.184	2569.670	143.487
Jatisampurna	2019.326	1868.874	150.452
Medan Satria	1321.444	1095.391	226.054
Mustika Jaya	2475.682	2671.844	196.162
Pondok Gede	1743.245	1659.373	83.872
Pondok Melati	1101.568	1178.405	76.837
Rawa Lumbu	1685.313	1710.416	25.103
Jumlah	21311.741	21684.005	372.264



Gambar 4. 5 Peta Kesesuaian lahan tahun 2024 terhadap RTRW Kota Bekasi

Data kesesuaian penggunaan lahan tahun 2024 dan RTRW 2024-2044 dapat dilihat pada tabel 4. 3

Tabel 4. 4 Data kesesuaian lahan terhadap RTRW

Penggunaan Lahan	2024		RTRW		Luas Kesesuaian (Ha)	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
Tubuh Air	66.68	0.31	153.93	0.72	54.33	81.48
Vegetasi	125.15	0.58	155.98	0.73	118.03	94.31
Rawa	0.53	0.00	0.00	0.00	0.53	100.00
Lahan Pertanian	455.35	2.10	29.72	0.14	416.70	91.51
Lahan Terbangun	20796.52	95.91	19802.90	92.92	20248.49	97.36
Lahan Kosong	0.00	0.00	1169.21	5.49	0.00	0.00
Awan	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	100.00
Semak Belukar	239.05	1.10	0.00	0.00	231.83	96.98
Jumlah	21683.33	100.00	21311.74	100.00	21069.95	97.17

Penggunaan lahan tahun 2024 dan data penggunaan lahan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bekasi tahun 2024-2044 memiliki perbedaan luas. Luas penggunaan lahan tahun 2024 adalah 21683.33 Ha sedangkan luas penggunaan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bekasi sebesar 21311.74 Ha, terdapat perbedaan luas penggunaan lahan sebesar 371.59 Ha.

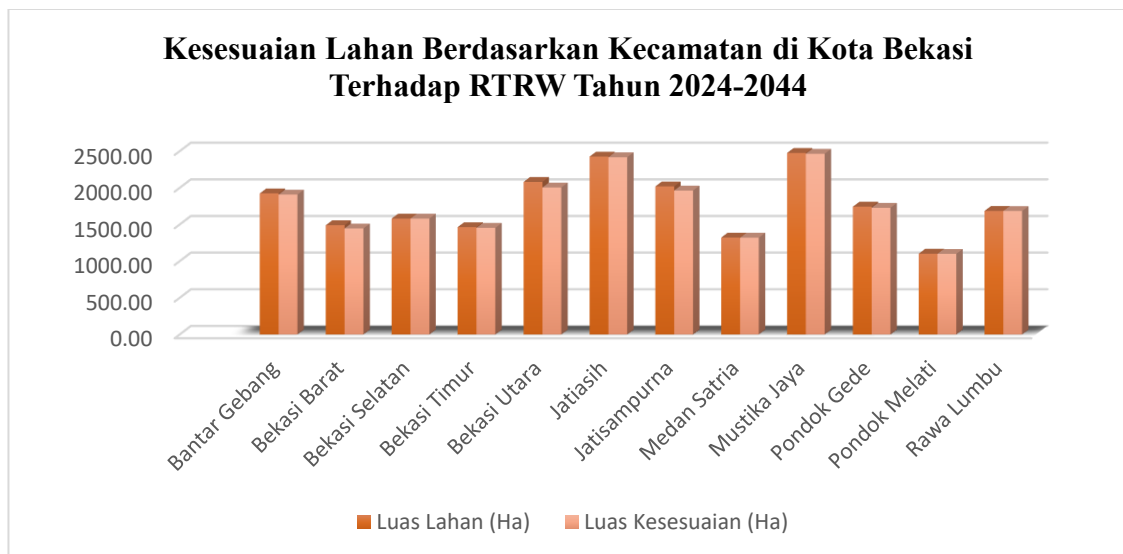
Persentase Kesesuaian penggunaan lahan tahun 2024 terhadap penggunaan lahan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bekasi adalah tutupan lahan tubuh air adalah 81.48%, Vegetasi 94.31% Rawa 100%, lahan pertanian 91.51%, lahan terbangun 97.36%, lahan kosong 0 % awan 100% dan semak belukar 96.98%.

Persentase kesesuaian penggunaan lahan berdasarkan kecamatan di Kota Bekasi dapat dilihat pada tabel. 4.4

Tabel 4. 5 Persentase Kesesuaian berdasarkan Kecamatan

No	Kecamatan	Luas Lahan (Ha)	Luas Kesesuaian (Ha)	Persentase Kesesuaian %
1	Bantar Gebang	2037.16	1908.19	93.67
2	Bekasi Barat	1403.29	1445.68	97.07
3	Bekasi Selatan	1538.09	1580.65	97.31
4	Bekasi Timur	1484.42	1454.31	97.97
5	Bekasi Utara	2467.07	2004.43	81.25
6	Jatiasih	2569.67	2417.68	94.09
7	Jatisampurna	1868.87	1963.11	95.20
8	Medan Satria	1095.39	1319.88	82.99
9	Mustika Jaya	2671.84	2464.65	92.25
10	Pondok Gede	1659.37	1728.12	96.02
11	Pondok Melati	1178.40	1099.19	93.28
12	Rawa Lumbu	1710.42	1684.06	98.46
Jumlah		21683.33	21069.95	97.17

Kota Bekasi memiliki 12 Kecamatan. Persentase kesesuaian terhadap Kecamatan Bantar Gebang yakni 93.67%, Bekasi Barat 97.07%, Bekasi Selatan 97.31%, Bekasi Timur 97.97%, Bekasi Utara 81.25%, Jati Asih 94.09%, Jati Sampurna 95.20%, Medan Satria 82.99%, Mustika Jaya 92.25%, Pondok Gede 96.02%, Pondok Melati 93.28% dan Rawa Lumbu 98.46%. Jumlah keseluruhan dari persentase kesesuaian adalah 97.17%. Grafik kesesuaian lahan berdasarkan kecamatan Kota Bekasi dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. 6 Kesesuaian Lahan Berdasarkan Kecamatan di Kota Bekasi terhadap RTRW Tahun 2024-2044



BAB 5

KESIMPULAN

Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan terhadap penggunaan tutupan lahan tahun 2017 dan tahun 2024 serta identifikasi kesesuaian terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bekasi maka dapat disimpulkan bahwa:

5.1 Kesimpulan

1. Penggunaan lahan pada tahun 2017 seluas 21683.33 Ha. penggunaan lahan mendominasi pada lahan terbangun dengan luas 20268.86 Ha atau 93.48% dan lahan pertanian dengan luas 806.84 Ha atau 3.72% dari jumlah keseluruhan penggunaan lahan. Penggunaan lahan pada tahun 2024 seluas 21683.33 Ha. Penggunaan lahan ini didominasi dengan lahan terbangun seluas 20796.52 Ha atau 95.91% dan lahan pertanian 455.35 Ha atau 2.10% dari luas keseluruhan penggunaan lahan tahun 2024. Penggunaan lahan sejak 2017-2024 terjadi perubahan penambahan luas 527.67 Ha atau 2.43% pada lahan terbangun dan terjadi pengurangan penggunaan lahan pada lahan pertanian seluas 351.49 Ha atau -1.62%.
2. Penggunaan lahan tahun 2024 dan penggunaan lahan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bekasi memiliki perbedaan luas seluas 371.59 Ha luas keseluruhan kesesuaian penggunaan lahan tahun 2024 dan Rencana Tata Ruang

3. Wilayah Kota Bekasi adalah 21069.95 Ha. Kesesuaian yang mendominasi adalah lahan terbangun dengan luas 20248.49 Ha atau 97.36% dan lahan pertanian seluas 416.70 Ha atau 91.51%. persentase kesesuaian terbesar berdasarkan kecamatan yakni berada di kecamatan Rawa Lumbu dengan presentasi kesesuaian 98.46% sedangkan presentasi kesesuaian terendah berada di Kecamatan Bekasi Utara dengan persentase 81.25%.

5.2 Saran

Saran yang diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya:

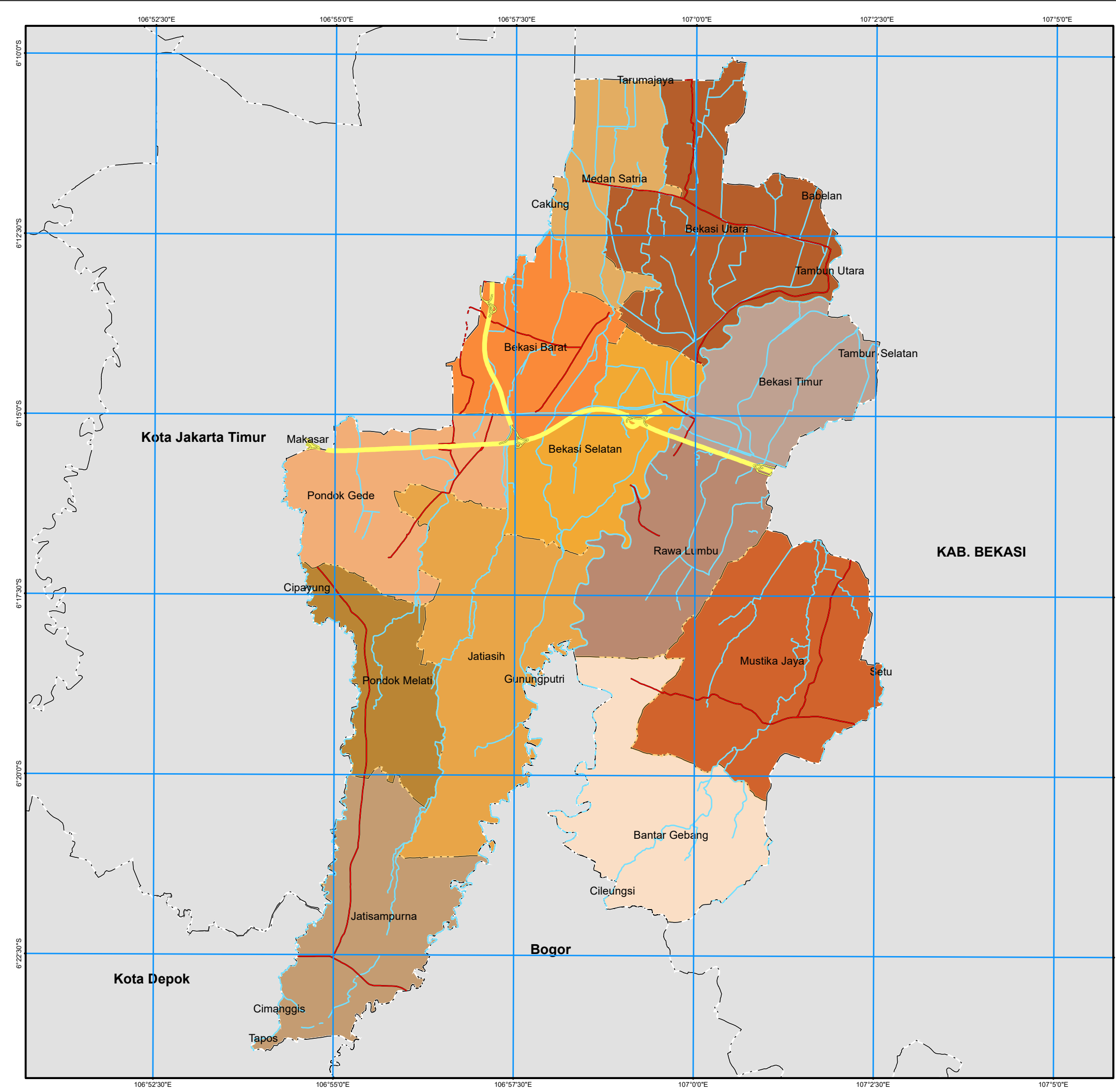
1. Proses interpretasi visual dilakukan lebih teliti.
2. Memperbanyak data perbandingan.
3. Melakukan identifikasi pada beberapa citra foto udara yang berbeda.
4. Menggunakan data citra dengan resolusi lebih tinggi untuk meningkatkan ketelitian klasifikasi
5. Memanfaatkan algoritma *Machine Learning* yang lebih canggih seperti *Random Forest* atau *support Vector Machine* untuk hasil klasifikasi yang lebih akurat.
6. Menambahkan data pendukung lapangan (*Ground Chek*) yang lebih banyak agar uji akurasi lebih valid.
7. Mengembangkan sistem pemantauan berbasis *time-series* agar pembaruan data tutupan lahan bisa dilakukan secara berkala.
8. Memanfaatkan peta tutupan lahan terbaru ini sebagai dasar dalam perencanaan tata ruang dan pengendalian pemanfaatan lahan.
9. Melakukan pembaruan data secara rutin minimal 1-2 tahun menggunakan citra satelit yang mudah diakses.

10. Menyediakan bank data spasial yang terbuka sehingga dapat dimanfaatkan oleh peneliti dan masyarakat.
11. Mengintegrasikan hasil pemantauan lahan dengan program perlindungan lingkungan untuk mencegah alih fungsi lahan yang berlebihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2016). Bahan Ajar Kuliah FTSL Institut Teknologi Bandung. *Modul: Analisis Spasial*.
- Arronoff, S. (1989). *Geographic Information System : A Management Perspective*, Canadian, Ottawa, Kanada.
- Edy , I. (June 2013). *Digibooks, 2013, p. 237,2013*.
- ESRI. (2024). *Gee Community Catalog 2017-2023*.
- Hardjowigeno, S, & Widiatmaka. (2007). *Evaluasi Kesesuaian Lahan & Perencanaan Tata Guna Lahan*.
- Ir. Anita, S. (2012). *Konsep Dasar Penggunaan Lahan*. 1-40.
- J, S. (2000). *Analisis Pola Spasial Penggunaan Lahan dan Suburbanisasi di Kawasan JABODETABEK periode 1992-2000*.
- Juhadi. (2007). *Pola-Pola Pemanfaatan Lahan Dan Degradasi Lingkungan Pada Kawasan Perbukitan. Jurnal Geografi : Media Informasi Pengembangan Dan Profesi Kegeografian*, 4(1).
- L, K. (1990). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Lillesand, & Kiefer. (2010). *Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra*.
- Lutfiyah, A. (2022). *STUDI PERUBAHAN LAHAN PENAMBANGAN WILAYAH BUKIT KAPUR DI KECAMATAN DUKUPUNTANG KABUPATEN CIREBON TAHUN 2009-2019*.
- Miranda, T., Tungka, A., & Takumansang, E. (2019). *Analisis Perubahan Pemanfaatan Lahan Pertanian Menjadi Lahan Terbangun Terhadap Kondisi Ekonomi Masyarakat Di Kecamatan Airmadidi. Spasial*, 6(2), 440-447.
- Mubarok, R., Widyasamratri, H., & Budi, S. P. (September 2022). *ANALISIS PERUBAHAN LAHAN Studi Kasus : Kecamatan Mijen Kota Semarang, Kota Malang, dan Bali. Jurnal Kajian Ruang, Vol 2 No 2*.
- Nasional, B. S. (2020). *Klasifikasi Penutupan Lahan SNI no 7645*.

- Sitanggang, G. (2010). Kajian Pemanfaatan Satelit Masa Depan : Sistem Penginderaan Jauh Satelit LDCM (Landsat 8). *Jakarta: Lembaga Penerbangan.*
- USGS. (2019). Landsat 8 (L8), Data Users Handbook, Sioux Falls, South Dakota. *Departement of The Interior U.S. Geological Survey .*
- Yudhistira, & dkk. (2011). *Jurnal Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana UNDIP, Volume 9*(issue 2:76-84).



PETA ADMINISTRASI KOTA BEKASI

N

Skala : 1:100,000

0 1,450 2,900 5,800 8,700 M

Proyeksi : Universal Trasverse Mercator
Datum : WGS 1984
Sistem Grid : Graticule

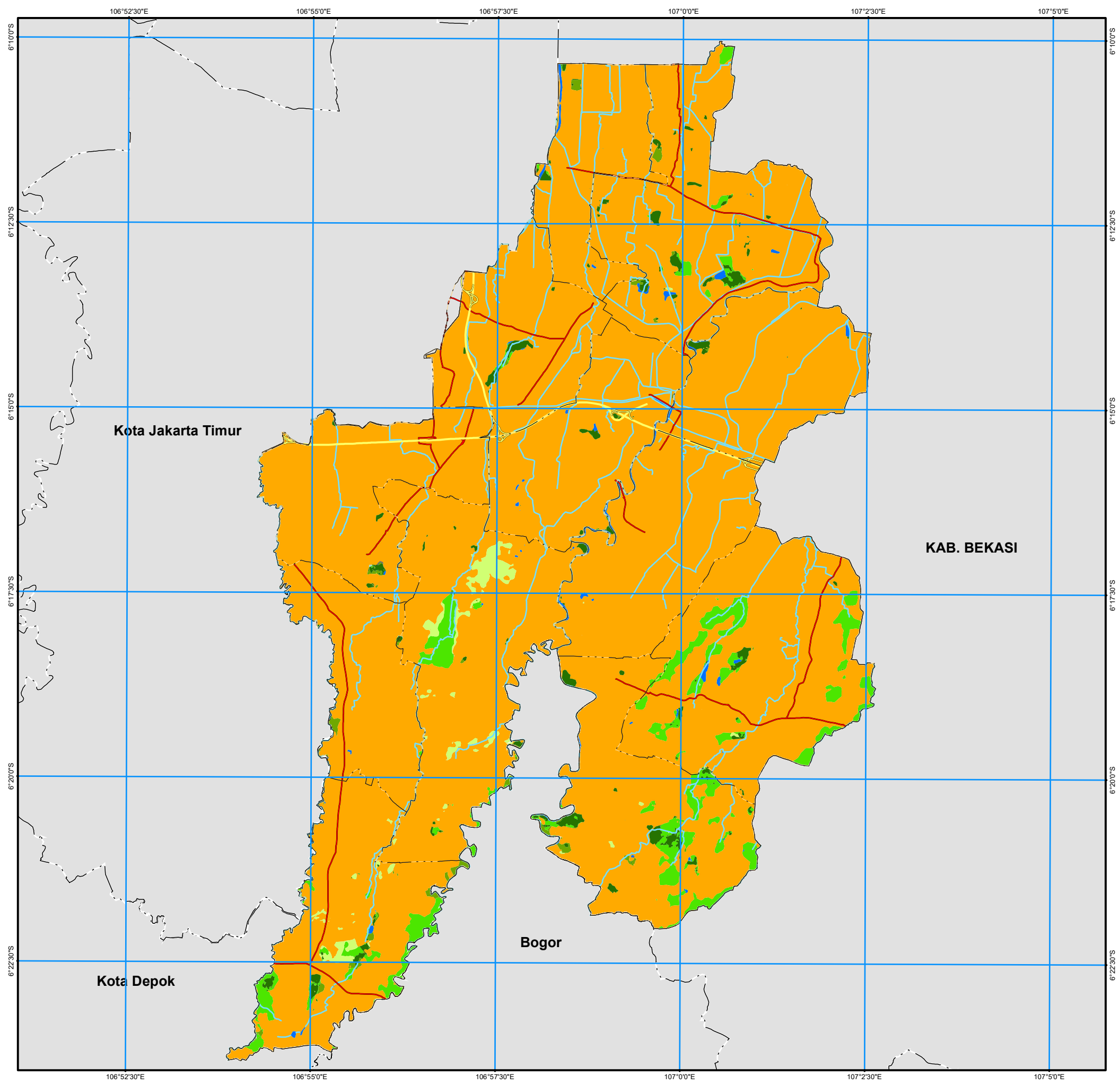
Peta Orientasi

Kota Bekasi

Keterangan

Batas Administrasi		
--- Batas Kabupaten		Medan Satria
--- Batas Kecamatan		Mustika Jaya
Jaringan Transportasi		Pondok Gede
— Jalan Kolektor		Pondok Melati
— Jalan Tol		Rawa Lumbu
Sungai		
— Sungai		
Batas Kecamatan		
	Bantar Gebang	
	Bekasi Barat	
	Bekasi Selatan	
	Bekasi Timur	
	Bekasi Utara	
	Jatiasih	
	Jatisampurna	

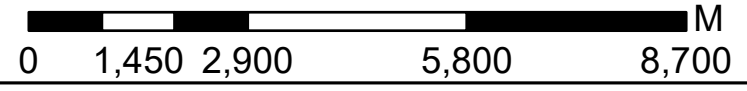
Sumber Data
Badan Informasi Geospasial (BIG)
Afif Irfan Fadhullah
4122.3.20.13.0010
Program Studi S1 Teknik Geodesi
Fakultas Teknik, Perencanaan dan Arsitektur
Universitas Winaya Mukti



PETA TUTUPAN LAHAN KOTA BEKASI TAHUN 2017

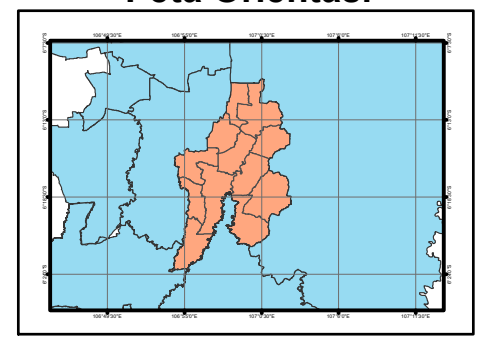


Skala : 1:100,000



Proyeksi : Universal Trasverse Mercator
Datum : WGS 1984
Sistem Grid : Graticule

Peta Orientasi



 Kota Bekasi

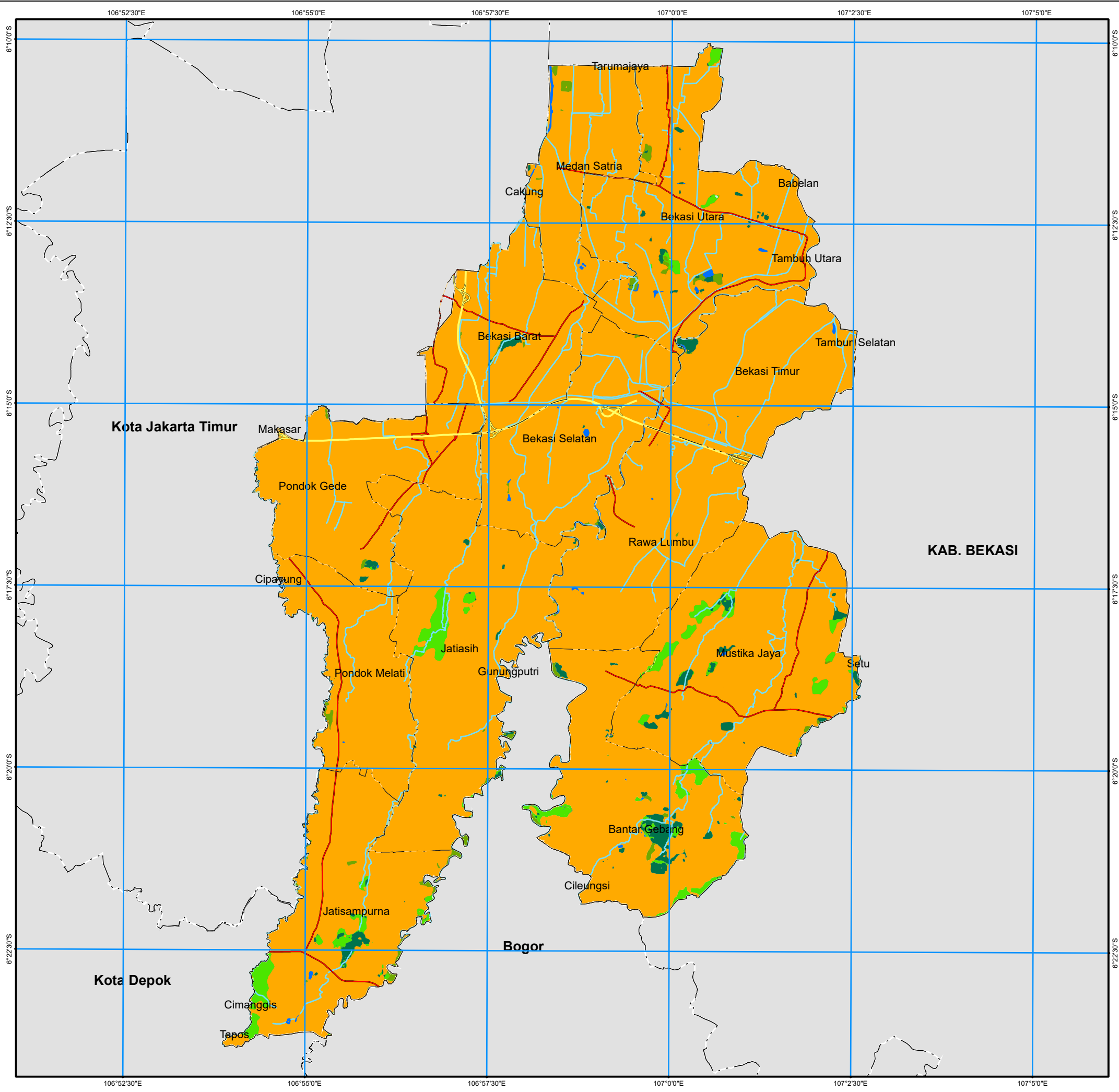
Keterangan

- | | |
|---|---|
| Batas Administrasi |  Lahan Terbangun |
|  Batas Kabupaten |  Rawa |
|  Batas Kecamatan |  Semak Belukar |
| Jaringan Transportasi |  Tubuh Air |
|  Jalan Kolektor |  Vegetasi |
|  Jalan Tol | |
| Sungai | |
|  Sungai | |
| Tutupan Lahan | |
|  Awan | |
|  Lahan Kosong | |
|  Lahan Pertanian | |

Sumber Data
- Badan Informasi Geospasial (BIG)
- Environmental Systems Research Institue (ESRI)



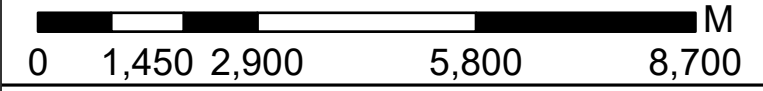
Afif Irfan Fadhullah
4122.3.20.13.0010
Program Studi S1 Teknik Geodesi
Fakultas Teknik, Perencanaan dan Arsitektur
Universitas Winaya Mukti



PETA TUTUPAN LAHAN KOTA BEKASI TAHUN 2024

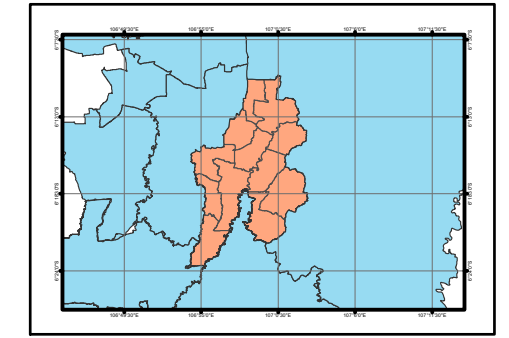


Skala : 1:100,000



Proyeksi : Universal Trasverse Mercator
Datum : WGS 1984
Sistem Grid : Graticule

Peta Orientasi



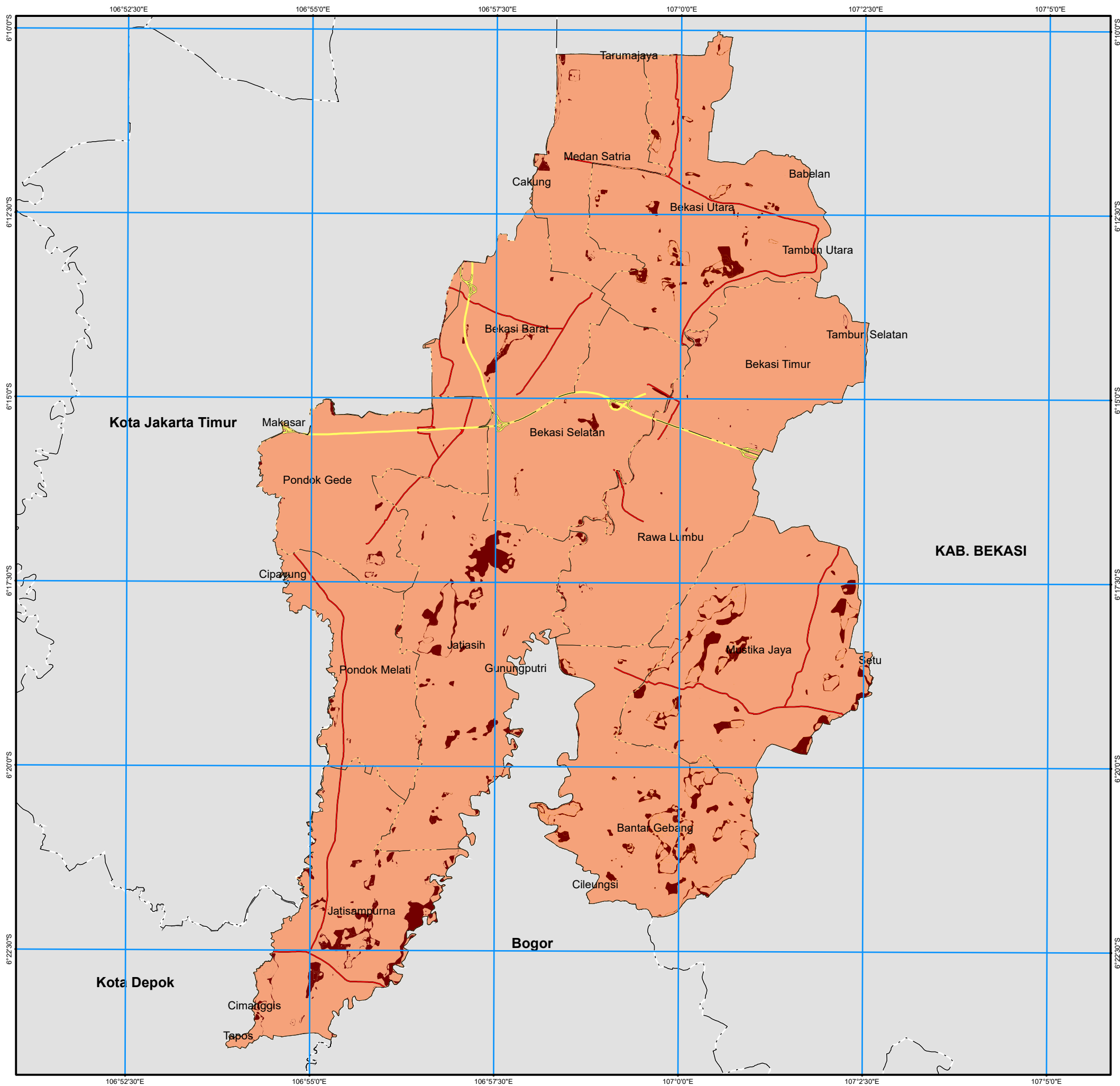
 Kota Bekasi

Keterangan

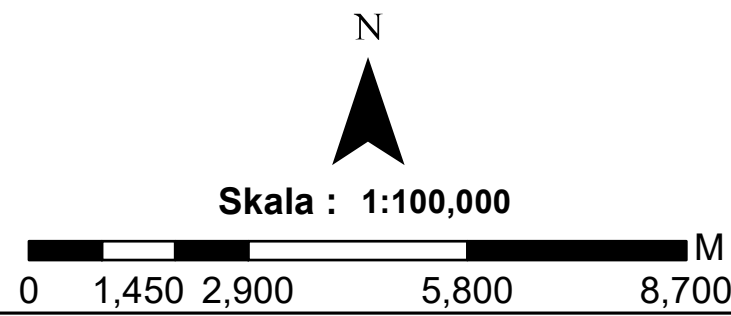
Batas Administrasi	 Lahan Terbangun
 Batas Kabupaten	 Rawa
 Batas Kecamatan	 Semak Belukar
Jaringan Transportasi	 Tubuh Air
 Jalan Kolektor	 Vegetasi
 Jalan Tol	
Sungai	
 Sungai	
Tutupan Lahan	
 Awan	
 Lahan Kosong	
 Lahan Pertanian	

Sumber Data
- Badan Informasi Geospasial (BIG)
- Environmental Systems Research Institue (ESRI)

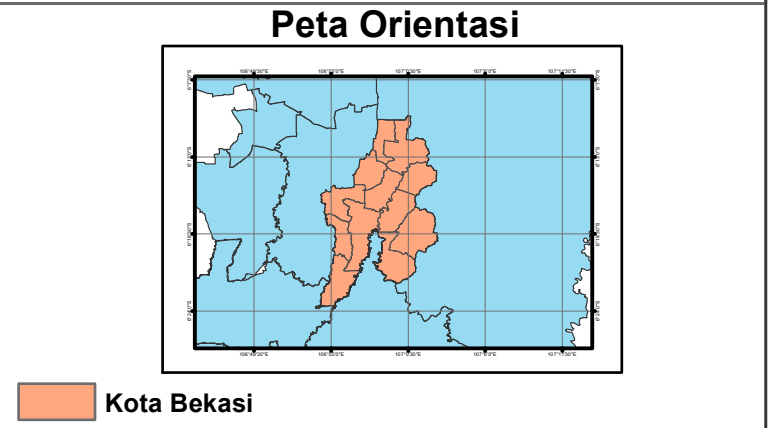
**Afif Irfan Fadhullah**
4122.3.20.13.0010
Program Studi S1 Teknik Geodesi
Fakultas Teknik, Perencanaan dan Arsitektur
Universitas Winaya Mukti



**PETA PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN
TAHUN 2017 - 2024
KOTA BEKASI**



Proyeksi : Universal Trasverse Mercator
Datum : WGS 1984
Sistem Grid : Graticule

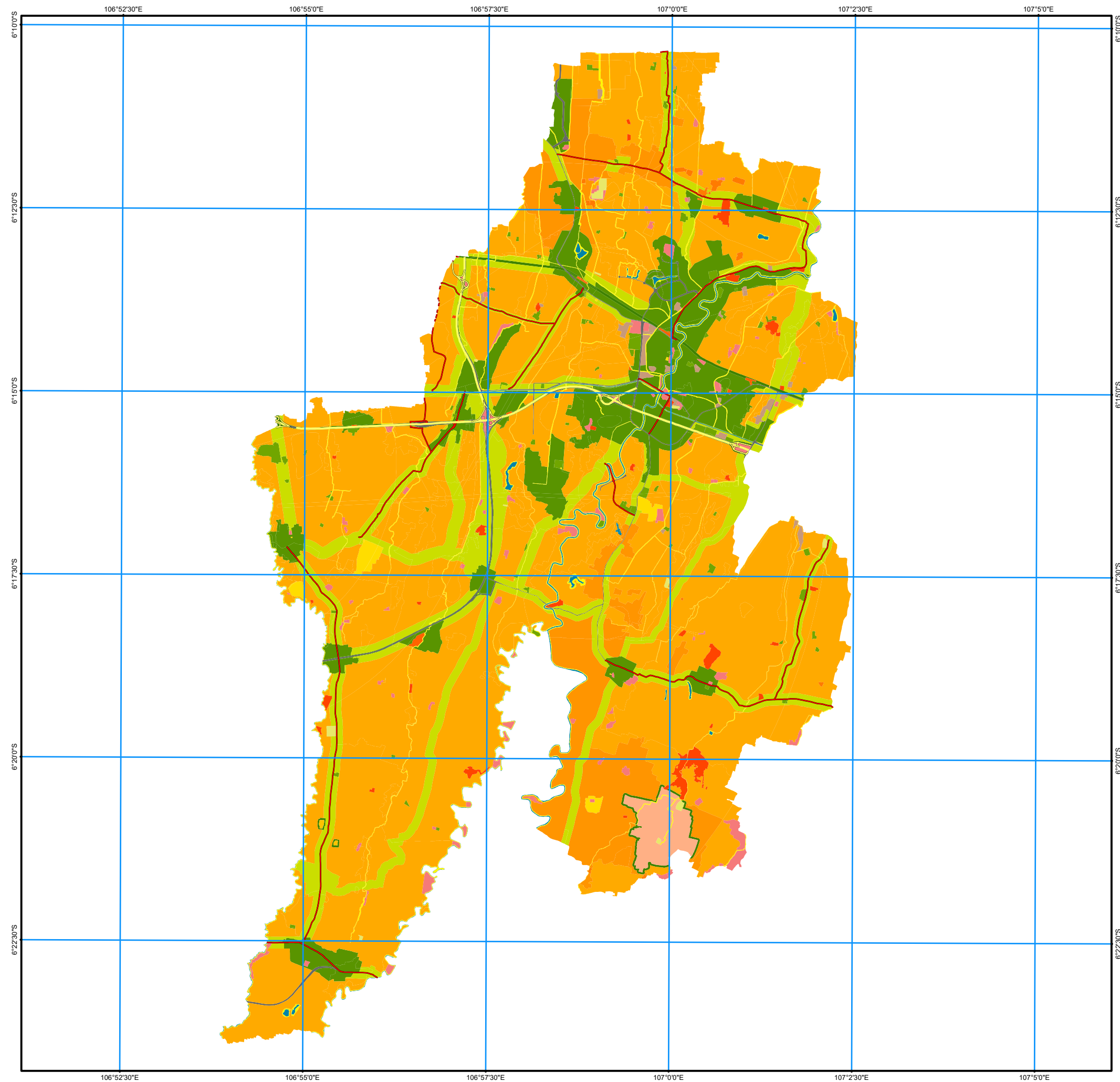


- Keterangan**
- Batas Administrasi**
- · — · — Batas Kabupaten
 - · — · — Batas Kecamatan
- Jaringan Transportasi**
- Jalan Kolektor
 - Jalan Tol
- Sungai**
- Sungai
- Perubahan Lahan**
- Tidak Berubah

Sumber Data

- Badan Informasi Geospasial (BIG)
- Dinas Tata Ruang (Distaru) Kota Bekasi

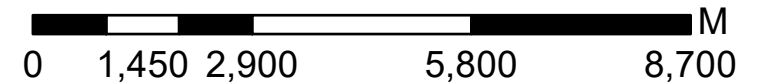
 **Afif Irfan Fadhullah**
4122.3.20.13.0010
Program Studi S1 Teknik Geodesi
Fakultas Teknik, Perencanaan dan Arsitektur
Universitas Winaya Mukti



PETA RTRW KOTA BEKASI

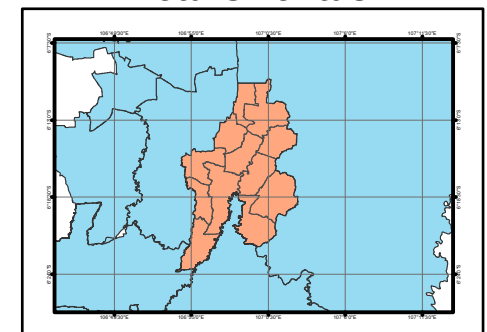


Skala : 1:100,000



Proyeksi	: Universal Transverse Mercator
Datum	: WGS 1984
Sistem Grid	: Graticule

Peta Orientasi



 Kota Bekasi

Keterangan

Batas Administrasi

 - - - Batas Kabupaten
 - - - Batas Kecamatan

Jaringan Transportasi

 Jalan Kolektor
 Jalan Tol

Sungai

Sungai

Rencana Pola Ruang

Wilayah	Luas Wilayah (km ²)	Persentase Luas Wilayah
Badan Air	1.000	1,00%
Badan Jalan	1.000	1,00%
Jalur Hijau	1.000	1,00%
Kawasan Campuran	1.000	1,00%
Kawasan Fasilitas Umum dan Fasilitas Sosial	1.000	1,00%
Kawasan Infrastruktur Perkotaan	1.000	1,00%
Kawasan Pembangkitan Tenaga Listrik	1.000	1,00%
Kawasan Perdagangan dan Jasa	1.000	1,00%
Kawasan Perkantoran	1.000	1,00%

Kawasan Perlindungan Setempat

Kawasan Pertahanan dan Keamanan

Kawasan Pertambangan Minyak dan Gas Bumi

Kawasan Perumahan

Kawasan Peruntukan Industri

Kawasan Tanaman Pangan

Kawasan Transportasi

Pemukaman

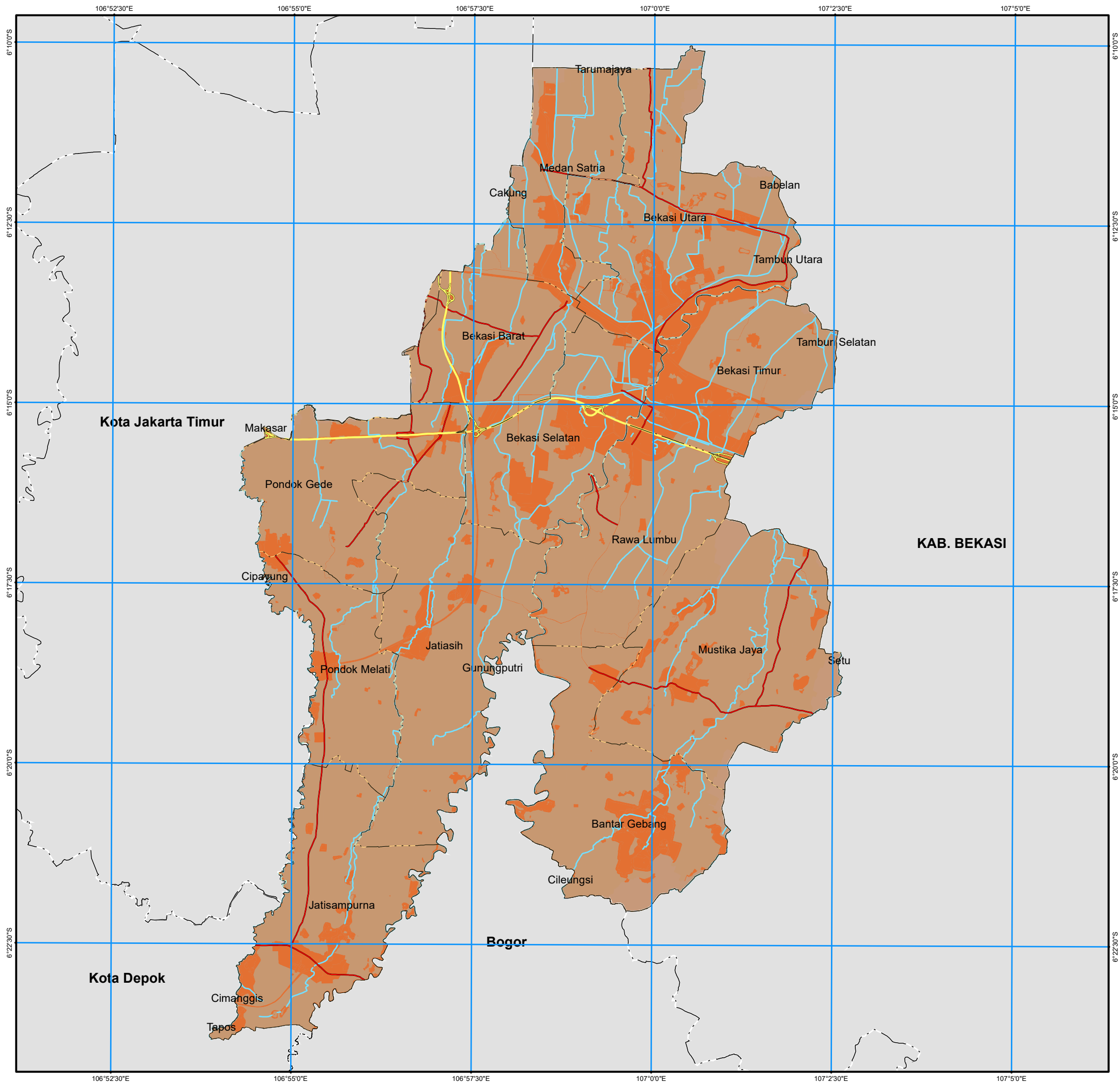
Taman Kota

Sumber Data

- Badan Informasi Geospasial (BIG)
- Dinas Tata Ruang (Distaru) Kota Bekasi



Afif Irfan Fadhullah
4122.3.20.13.0010
Program Studi S1 Teknik Geodesi
Fakultas Teknik, Perencanaan dan Arsitektur
Universitas Winaya Mukti



**PETA KESESUAIAN PENGGUNAAN LAHAN
TAHUN 2024 TERHADAP RTRW
KOTA BEKASI**

N

Skala : 1:100,000

0 1,500 3,000 6,000 9,000 M

Proyeksi : Universal Transverse Mercator
Datum : WGS 1984
Sistem Grid : Graticule

Peta Orientasi

Kota Bekasi

Keterangan

Batas Administrasi

- · — · — Batas Kabupaten
- · — · — Batas Kecamatan

Jaringan Transportasi

- Jalan Kolektor
- Jalan Tol

Sungai

- Sungai

Kesesuaian Penggunaan Lahan

- Sesuai
- Tidak Sesuai

Sumber Data

- Badan Informasi Geospasial (BIG)
- Dinas Tata Ruang (Distaru) Kota Bekasi



Afif Irfan Fadhullah
4122.3.20.13.0010
Program Studi S1 Teknik Geodesi
Fakultas Teknik, Perencanaan dan Arsitektur
Universitas Winaya Mukti

PEMUTAKHIRAN TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN CITRA SATELIT SENTINEL-2 KOTA BEKASI TAHUN 2024 DENGAN BANTUAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (STUDI KASUS : KOTA BEKASI)

Afif Irfan Fadhillah¹, Ir. Achmad Ruchlihadiana T, M.M.², Ir. Danis S. Singawilastra., M.T.³

¹Mahasiswa Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

^{2,3}Dosen pembimbing Teknik Geodesi Universitas Winaya Mukti, Bandung

ABSTRACT

Bekasi City, as a buffer city of the capital, has experienced rapid urban development that has triggered land conversion from agriculture and vegetation to built-up areas for housing, industry, and infrastructure. This condition requires updated land cover data as a basis for spatial planning and land use control. This study aims to update the 2024 land cover information and evaluate its conformity with the Spatial Planning (RTRW) of Bekasi City for the period 2024–2044.

The research utilized Sentinel-2A imagery from 2017 and 2024, processed using Geographic Information Systems (GIS). The workflow included image clipping based on administrative boundaries, geometric correction using the Indonesian Topographic Map (RBI) as Ground Control Points, supervised classification with the ESRI Land Cover scheme, and change detection through overlay analysis. Conformity was assessed by overlaying the 2024 land cover map with the RTRW map.

The results show that Bekasi City, with a total area of 21,683.33 hectares, is dominated by built-up land, which increased from 20,268.86 ha (93.48%) in 2017 to 20,796.52 ha (95.91%) in 2024. Agricultural land decreased by 351.49 ha, while vegetation increased by 33.02 ha. Vacant land disappeared entirely due to conversion into built-up, agricultural, vegetation, or water body areas. The conformity analysis identified the conversion of water catchment areas into built-up zones, which potentially increases flood risk. These findings provide essential spatial insights to support urban planning, disaster mitigation, and sustainable environmental management in Bekasi City.

Keywords: Land Cover, Land Use Change, GIS, Bekasi City

ABSTRAK

Kota Bekasi sebagai kota penyangga ibu kota mengalami perkembangan pesat yang memicu konversi lahan pertanian dan vegetasi menjadi lahan terbangun untuk permukiman, industri, dan infrastruktur. Kondisi ini menuntut pembaruan data tutupan lahan yang akurat sebagai dasar perencanaan tata ruang dan pengendalian alih fungsi lahan. Penelitian ini bertujuan memperbarui informasi tutupan lahan tahun 2024 serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bekasi 2024–2044.

Data yang digunakan berupa citra Sentinel-2A tahun 2017 dan 2024 yang diolah dengan Sistem Informasi Geografis (SIG). Tahapan meliputi pemotongan citra sesuai batas administrasi, koreksi geometrik berbasis Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI), klasifikasi terbimbing (supervised classification) menggunakan skema ESRI Land Cover, serta analisis

perubahan melalui metode overlay. Kesesuaian dianalisis dengan meng-overlay peta tutupan lahan 2024 terhadap RTRW.

Hasil menunjukkan luas Kota Bekasi sebesar 21.683,33 hektar didominasi lahan terbangun, meningkat dari 20.268,86 Ha (93,48%) pada 2017 menjadi 20.796,52 Ha (95,91%) pada 2024. Lahan pertanian berkurang 351,49 Ha, sedangkan vegetasi bertambah 33,02 Ha. Lahan kosong hilang sepenuhnya karena beralih fungsi. Analisis kesesuaian mengidentifikasi konversi lahan resapan menjadi kawasan terbangun yang berpotensi meningkatkan risiko banjir. Temuan ini memberikan dasar spasial penting untuk mendukung perencanaan wilayah, mitigasi bencana, dan pengelolaan lingkungan berkelanjutan di Kota Bekasi.

Kata Kunci: Tutupan Lahan, Perubahan Penggunaan Lahan, SIG, Kota Bekasi.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pertumbuhan wilayah perkotaan di Indonesia dalam beberapa dekade terakhir berlangsung sangat pesat, terutama di kawasan metropolitan dan kota penyangga. Kota Bekasi, yang terletak di Provinsi Jawa Barat, merupakan salah satu kota dengan tingkat urbanisasi tertinggi karena posisinya yang strategis sebagai penyangga ibu kota Jakarta. Perkembangan wilayah ini ditandai oleh meningkatnya kebutuhan lahan untuk permukiman, kawasan industri, dan infrastruktur transportasi (Yudhistira et al., 2011). Konsekuensinya, terjadi konversi lahan besar-besaran dari pertanian dan vegetasi menjadi lahan terbangun. Fenomena tersebut menimbulkan tekanan terhadap lingkungan, mengurangi fungsi ekosistem, serta meningkatkan risiko bencana hidrometeorologi seperti banjir (Anita, 2012).

Perubahan penggunaan lahan tidak dapat dihindari seiring pertambahan jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi. Namun, laju konversi yang tidak terkendali dapat menimbulkan masalah serius, antara lain penurunan ketahanan pangan akibat berkurangnya lahan pertanian produktif (Mubarok, Widyasamratri, & Budi, 2022), degradasi kualitas lingkungan, serta menurunnya kapasitas daerah resapan air (Fauzi et al., 2016). Oleh karena itu, informasi mengenai dinamika tutupan lahan menjadi sangat penting sebagai dasar perencanaan pembangunan yang berkelanjutan.

Pemutakhiran data tutupan lahan dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh. Citra satelit Sentinel-2 yang dikembangkan oleh European Space Agency (ESA) memiliki resolusi spasial 10–60 meter dengan cakupan spektral yang luas, sehingga mampu mendeteksi perubahan lahan secara detail dalam periode waktu tertentu (Rahmi et al., 2021). Data ini dapat digunakan untuk menganalisis pola perubahan lahan dan memantau perkembangan wilayah secara berkelanjutan.

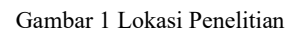
Selain itu, integrasi dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) sangat penting dalam pengolahan data spasial. SIG tidak hanya berfungsi untuk menyimpan dan mengelola data, tetapi juga mampu melakukan analisis spasial seperti overlay, klasifikasi, dan deteksi perubahan (Arronoff, 1989; Edy, 2013). Melalui SIG, hasil interpretasi citra satelit dapat divisualisasikan dalam bentuk peta tematik, yang selanjutnya digunakan sebagai bahan evaluasi kebijakan tata ruang.

Dalam konteks Kota Bekasi, analisis kesesuaian penggunaan lahan terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RT/RW) menjadi sangat relevan. RT/RW berfungsi sebagai acuan dalam mengendalikan pemanfaatan ruang agar sesuai dengan peruntukan yang telah ditetapkan. Ketidakesesuaian penggunaan lahan dengan RT/RW berpotensi menimbulkan permasalahan tata ruang,

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa alih fungsi lahan di wilayah urban cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Misalnya, penelitian Miranda, Tungka, & Takumansang (2019) mengungkapkan bahwa faktor demografi dan ekonomi menjadi pendorong utama perubahan penggunaan lahan. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Juhadi (2007), yang menekankan pentingnya monitoring berkala terhadap perubahan tutupan lahan menggunakan data spasial. Hal ini mengindikasikan bahwa Kota Bekasi, sebagai salah satu kota dengan pertumbuhan penduduk tinggi, sangat memerlukan pembaruan data tutupan lahan sebagai dasar kebijakan pembangunan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat, yang memiliki luas wilayah 21.683,33 hektar. Kota Bekasi dipilih karena mengalami perkembangan pesat sebagai kota penyangga DKI Jakarta, sehingga perubahan tutupan lahannya sangat dinamis.



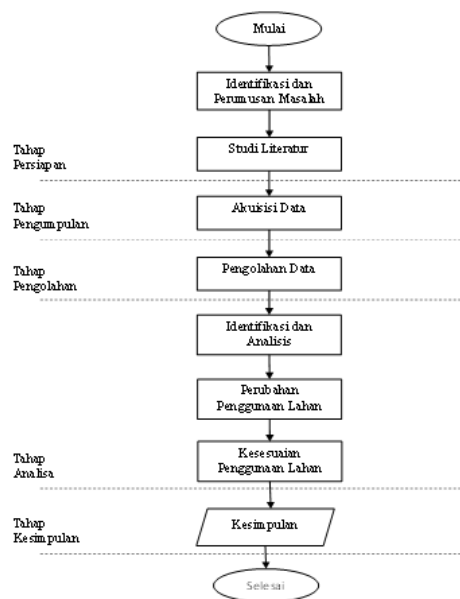
Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis spasial berbasis penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG). Tahapan penelitian terdiri atas pengumpulan data, pengolahan data, dan analisis data.

1. Citra Satelit Sentinel-2A (2017 dan 2024)
 - Sumber: ESRI (European Space Agency).
 - Resolusi spasial: 10–60 meter.
 - Digunakan untuk mendeteksi perubahan tutupan lahan.
2. Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI)
 - Sumber: Badan Informasi Geospasial (BIG).
 - Skala: 1:25.000.
 - Digunakan sebagai acuan koreksi geometrik dan Ground Control Point (GCP).
3. Peta Rencana Tata Ruang Wilayah (RT/RW) Kota Bekasi 2024–2044
 - Sumber: Dinas Tata Ruang Kota Bekasi.
 - Digunakan sebagai acuan analisis kesesuaian penggunaan lahan.

4. Data Observasi Lapangan (Ground Check)
 - o Sumber: Survei lapangan tahun 2024.
 - o Digunakan untuk validasi hasil klasifikasi tutupan lahan.

Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran yang dilaksanakan dalam kegiatan ini dapat dilihat dari diagram di bawah ini :



Gambar 2 Kerangka Pemikiran

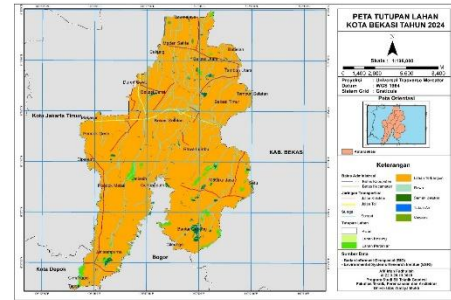
Adapun penjelasan dari tahapan berdasarkan diagram alir diatas sebagai berikut :

- i. Mulai
Penelitian diawali dengan penentuan fokus permasalahan terkait dinamika perubahan penggunaan lahan di Kota Bekasi yang dipicu oleh pertumbuhan perkotaan.
- ii. Identifikasi & Perumusan Masalah
Pada tahap ini dilakukan identifikasi fenomena lapangan yang menjadi isu utama, yaitu konversi lahan pertanian dan vegetasi menjadi lahan terbangun. Dari identifikasi ini dirumuskan masalah penelitian yang akan dianalisis lebih lanjut.

- iii. Studi Literatur
Tahap ini melibatkan pengumpulan teori, konsep, dan hasil penelitian sebelumnya terkait penginderaan jauh, SIG, tutupan lahan, perubahan penggunaan lahan, serta kesesuaian tata ruang. Studi literatur berfungsi memperkuat landasan teoritis dan metodologis penelitian.
- iv. Akuisisi Data
Data yang dibutuhkan dikumpulkan dari berbagai sumber, antara lain:
 1. Citra Sentinel-2A (2017 & 2024).
 2. Peta Rupa Bumi Indonesia (BIG).
 3. Peta RT/RW Kota Bekasi 2024–2044.
 4. Data survei lapangan untuk validasi.
 Tahap ini menghasilkan data dasar yang menjadi input utama penelitian.
- v. Pengolahan Data
Data yang telah dikumpulkan kemudian diolah melalui tahapan:
 1. Pre-processing citra (cropping, koreksi geometrik, uji ketelitian).
 2. Klasifikasi tutupan lahan dengan metode *supervised classification*.
 3. Penyusunan peta tematik sesuai kelas tutupan lahan.
- vi. Identifikasi dan Analisis
Tahap ini bertujuan untuk menganalisis hasil pengolahan data. Identifikasi dilakukan terhadap kondisi tutupan lahan terkini (2024) serta perbandingan dengan kondisi sebelumnya (2017).
- vii. Perubahan Penggunaan Lahan
Analisis perubahan dilakukan dengan metode overlay antara peta tahun 2017 dan 2024. Hasilnya berupa identifikasi pola konversi lahan (misalnya dari pertanian menjadi terbangun), termasuk luas dan persentase perubahan tiap kelas lahan.

viii. Kesesuaian Penggunaan Lahan
Tahap ini membandingkan kondisi aktual lahan dengan RT/RW Kota Bekasi 2024 – 2044. Analisis kesesuaian dilakukan untuk mengetahui area yang sesuai maupun tidak sesuai dengan peruntukan tata ruang yang telah ditetapkan.

ix. Kesimpulan
Berdasarkan seluruh tahapan analisis, ditarik kesimpulan yang menjawab rumusan masalah penelitian. Kesimpulan mencakup gambaran perubahan lahan, tingkat kesesuaian dengan RT/RW, serta implikasinya terhadap perencanaan tata ruang dan lingkungan di Kota Bekasi.



Gambar 4 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2024

Penggunaan lahan yang telah diklasifikasi, dihitung luasnya menggunakan *calculate geometry*. Dari perhitungan luas tersebut, dihitung persentase luas penggunaan lahan dari total luas Kota Bekasi. Hasil perhitungan luas dan persentase luas kelas penggunaan lahan tahun 2017 dan 2024 dapat dilihat pada tabel berikut :

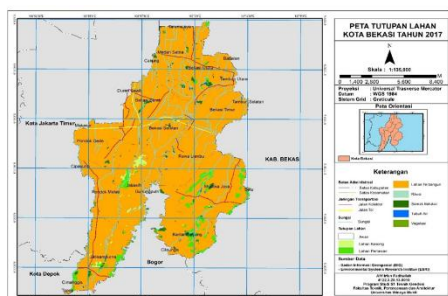
Tabel 1 Luas dan Persentase Penggunaan Lahan Tahun 2017 dan 2024

Penggunaan Lahan	2017		2024	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
Tubuh Air	101.90	0.47	66.68	0.31
Vegetasi	92.13	0.42	125.15	0.58
Rawa	1.09	0.01	0.53	0.00
Lahan Pertanian	806.84	3.72	455.35	2.10
Lahan Terbangun	20268.86	93.48	20796.52	95.91
Lahan Kosong	163.93	0.76	0.00	0.00
Awan	0.25	0.00	0.05	0.00
Semak Belukar	248.34	1.15	239.05	1.10
Jumlah	21683.33	100	21683.33	100

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan Penggunaan Lahan

Klasifikasi penggunaan lahan dilakukan menggunakan metode interpretasi visual. Kelas penggunaan lahan yang telah ditentukan berdasarkan ESRI dengan jumlah 8 kelas yaitu Awan, Lahan kosong, Lahan pertanian, lahan terbangun, rawa, semak belukar, tubuh air dan vegetasi. Peta penggunaan lahan tahun 2017 dan 2024 dapat dilihat pada gambar berikut :

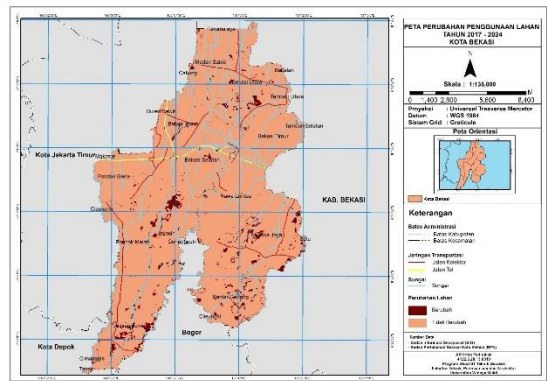


Gambar 3 Peta Penggunaan Lahan Tahun 2017

Berdasarkan tabel tersebut penggunaan lahan Kota Bekasi memiliki luas 21683.33 Ha Penggunaan lahan tahun 2017 yang paling mendominasi adalah lahan terbangun dengan luas 20268.86 Ha atau persentase 93,48% dari luas total Kota Bekasi. Luas Penggunaan lahan di Kota

Bekasi pada tahun 2024 yang paling mendominasi adalah lahan terbangun dengan luas 20796.52 Ha atau persentase 95,91% dari total luas Kota Bekasi. Kenaikan Perubahan Tutupan lahan sejak 2017 hingga 2024 pada penggunaan lahan terbangun naik sebesar 2,43%.

Perubahan penggunaan lahan yang dilakukan pada dua citra *multitemporal*, yaitu citra sentinel 2-A tahun 2017 dan 2024 dapat dilihat pada peta perubahan penggunaan lahan pada gambar berikut :



Gambar 5 Peta Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2017 - 2024 Kota Bekasi

Hasil perubahan penggunaan lahan berupa tabel dan grafik yang berisi nilai luas perubahan penggunaan lahan Dan grafik luas perubahan penggunaan lahan tahun 2017-2024 dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 2 Matrix Perubahan Penggunaan Lahan

		2024							
2017	Tutupan Lahan	Awan	Lahan Kosong	Lahan Pertanian	Lahan Terbangun	Rawa	Semak Belukar	Tubuh Air	Vegetasi
	Awan				0.235		0.000	0.017	0.252
	Lahan Kosong	0.000		13.753	144.049		4.922	0.071	1.103
	Lahan Pertanian	0.054		361.876	298.639	0.232	110.796	2.746	31.416
	Lahan Terbangun			34.005	20158.063	0.001	38.740	8.765	27.389
	Rawa			0.026	0.582	0.022	0.171	0.080	0.211
	Semak Belukar			33.028	112.377	0.193	70.857	4.672	26.851
	Tubuh Air			4.043	43.009	0.078	2.895	49.951	1.732
	Vegetasi			8.146	37.006		10.624	0.213	35.939
	Grand Total	0.054	0.000	455.350	20796.520	0.525	239.050	66.680	125.130

Hasil dari perubahan penggunaan lahan yang ada di dalam tabel yakni;

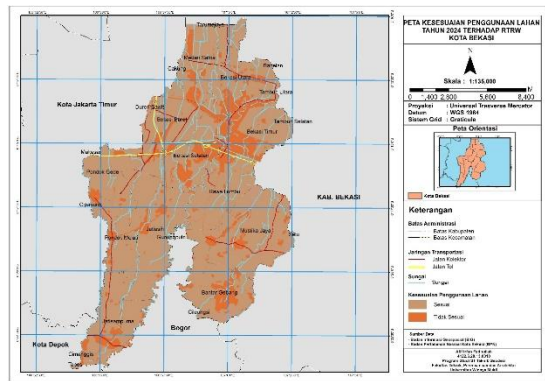
- Tutupan lahan klasifikasi awan pada tahun 2017 sebesar 0.252 Ha berubah menjadi 0.054 Ha pada tahun 2024. Tutupan lahan ini mengalami pengurangan atau perubahan penggunaan lahan. Pengurangan atau perubahan lahan terdapat pada klasifikasi lahan terbangun sebesar 0.235 Ha, semak belukar 0.0001 Ha dan Tubuh Air 0.17 Ha.

- Tutupan Lahan klasifikasi lahan kosong pada tahun 2017 sebesar 163.930 Ha, pada tahun 2024 menjadi 0 Ha. Perubahan tutupan lahan ini menjadi klasifikasi tutupan lahan pertanian sebesar 13.753 Ha, lahan terbangun 144.049 Ha, semak belukar 4.922 Ha, vegetasi 1.103 Ha dan tubuh air sebesar 0.071 Ha.
- Tutupan lahan klasifikasi pertanian pada tahun 2017 sebesar 806.840 Ha berubah menjadi 455.350 Ha pada tahun 2024. Perubahan atau berkurangnya tutupan lahan ini berubah menjadi klasifikasi tutupan lahan terbangun sebesar 298.639 Ha, rawa 0.232 Ha, semak belukar 110.796 Ha, vegetasi 31.416 Ha dan tubuh air sebesar 2.746 Ha.
- Tutupan lahan klasifikasi lahan terbangun pada tahun 2017 sebesar 20268.860 Ha mengalami perubahan pengurangan dan penambahan lahan pada tahun 2024 menjadi 20796.520 Ha. Lahan yang bertambah berasal dari Awan 0.235 Ha, Lahan kosong 144.049 Ha dan Lahan Pertanian 298.639 Ha sedangkan lahan yang mengalami pengurangan adalah rawa sebesar 0.001 Ha, semak belukar 38.740 Ha, vegetasi 27.389 Ha dan tubuh air 8.765 Ha.
- Tutupan lahan klasifikasi Rawa pada tahun 2017 sebesar 1.091 Ha pada tahun 2024 berubah menjadi 0.525.
- Tutupan lahan klasifikasi semak belukar pada tahun 2017 adalah 248.340 Ha dan pada tahun 2024 menjadi 239.050 Ha. Perubahan ini disebabkan bertambah dan berkurangnya tutupan lahan. Tutupan lahan yang menyebabkan penurunan adalah lahan pertanian sebesar 33.028 Ha, lahan terbangun 112.377 Ha, rawa 0.193 Ha vegetasi 26.851 Ha, tubuh air 4.672 Ha.
- Tutupan lahan klasifikasi tubuh air pada tahun 2017 sebesar 101.900 Ha pada tahun 2024 mengalami penurunan menjadi 66.680 Ha. Tubuh air berubah fungsi menjadi lahan pertanian sebesar 4.043 Ha, lahan terbangun 43.009 Ha, rawa 0.078 Ha, semak belukar 2.895 Ha dan vegetasi 1.732 Ha.
- Tutupan lahan klasifikasi vegetasi pada tahun 2017 sebesar 92.130 Ha mengalami perubahan penambahan dan pengurangan lahan. Bertambahnya lahan didapatkan dari awan sebesar 0.018, lahan kosong 1.103 Ha, lahan pertanian 31.416 Ha, lahan

terbangun 27.289 Ha, rawa 0.211 Ha, semak belukar 26.851 Ha dan tubuh air sebesar 1.732 Ha.

Kesesuaian Penggunaan Lahan dengan RT/RW

Identifikasi kesesuaian penggunaan lahan dilakukan pada citra sentinel-2A tahun 2024 terhadap Rencana Tata Ruang Wilayah (RT/RW) Kota Bekasi Tahun 2024-2044. Kesesuaian penggunaan lahan terhadap RT/RW Kota Bekasi dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 6 Peta Kesesuaian lahan tahun 2024 terhadap RT/RW Kota Bekasi

Data kesesuaian penggunaan lahan tahun 2024 dan RT/RW 2024-2044 dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 3 Data kesesuaian lahan terhadap RT/RW

Penggunaan Lahan	2024		RTRW		Luas Kesesuaian (Ha)	
	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)	Luas (Ha)	Persentase (%)
Tubuh Air	66.68	0.31	153.93	0.72	54.33	81.48
Vegetasi	125.15	0.58	155.98	0.73	118.03	94.31
Rawa	0.53	0.00	0.00	0.00	0.53	100.00
Lahan Pertanian	455.35	2.10	29.72	0.14	416.70	91.51
Lahan Terbangun	20796.52	95.91	19802.90	92.92	20248.49	97.36
Lahan Kosong	0.00	0.00	1169.21	5.49	0.00	0.00
Awan	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	100.00
Semak Belukar	239.05	1.10	0.00	0.00	231.83	96.98
Jumlah	21683.33	100.00	21311.74	100.00	21069.95	97.17

Penggunaan lahan tahun 2024 dan data penggunaan lahan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bekasi tahun 2024-2044 memiliki perbedaan luas. Luas penggunaan lahan tahun 2024 adalah 21683.33 Ha sedangkan luas penggunaan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bekasi sebesar 21311.74 Ha, terdapat perbedaan luas penggunaan lahan sebesar 371.59 Ha.

Persentase Kesesuaian penggunaan lahan tahun 2024 terhadap penggunaan lahan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bekasi adalah tutupan lahan tubuh air adalah 81.48%, Vegetasi 94.31% Rawa

100%, lahan pertanian 91.51%, lahan terbangun 97.36%, lahan kosong 0 % awan 100% dan semak belukar 96.98%.

Persentase kesesuaian penggunaan lahan berdasarkan kecamatan di Kota Bekasi dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4 Persentase Kesesuaian berdasarkan

No	Kecamatan	Luas Lahan (Ha)	Luas Kesesuaian (Ha)	Persentase Kesesuaian %
1	Bantar Gebang	2037.16	1908.19	93.67
2	Bekasi Barat	1403.29	1445.68	97.07
3	Bekasi Selatan	1538.09	1580.65	97.31
4	Bekasi Timur	1484.42	1454.31	97.97
5	Bekasi Utara	2467.07	2004.43	81.25
6	Jatiasih	2569.67	2417.68	94.09
7	Jatisampurna	1868.87	1963.11	95.20
8	Medan Satria	1095.39	1319.88	82.99
9	Mustika Jaya	2671.84	2464.65	92.25
10	Pondok Gede	1659.37	1728.12	96.02
11	Pondok Melati	1178.40	1099.19	93.28
12	Rawa Lumbu	1710.42	1684.06	98.46
Jumlah		21683.33	21069.95	97.17

Kota Bekasi memiliki 12 Kecamatan. Persentase kesesuaian terhadap Kecamatan Bantar Gebang yakni 93.67%, Bekasi Barat 97.07%, Bekasi Selatan 97.31% Bekasi Timur 97.97% Bekasi Utara 81.25%, Jati Asih 94.09%, Jati Sampurna 95.20%, Medan Satria 82.99% Mustika Jaya 92.25%, Pondok Gede 96.02%, Pondok Melati 93.28% dan Rawa Lumbu 98.46%. Jumlah keseluruhan dari persentase kesesuaian adalah 97.17%.

KESIMPULAN

1. Analisis citra Sentinel-2A menunjukkan bahwa Kota Bekasi didominasi oleh lahan terbangun, dengan peningkatan dari 20.268,86 ha (93,48%) pada tahun 2017 menjadi 20.796,52 ha (95,91%) pada tahun 2024. Sementara itu, lahan pertanian mengalami penurunan signifikan dari 807,97 ha (3,72%) menjadi 456,48 ha (2,10%), dan lahan kosong hilang sepenuhnya akibat konversi menjadi kawasan terbangun.
2. Validasi spasial menggunakan Peta Rupa Bumi Indonesia (BIG) memastikan bahwa hasil klasifikasi citra memiliki ketelitian geometrik yang baik dengan RMSE ≤ 0,5 piksel, sehingga dapat diandalkan untuk analisis perubahan lahan.
3. Perbandingan dengan RT/RW Kota Bekasi 2024–2044 menunjukkan adanya ketidaksesuaian penggunaan

lahan, terutama pada zona hijau, resapan air, dan lahan pertanian yang telah beralih fungsi menjadi kawasan permukiman dan infrastruktur. Hal ini menandakan lemahnya pengendalian tata ruang di wilayah perkotaan.

4. Survei lapangan (ground check) menunjukkan tingkat akurasi klasifikasi sebesar 87%, sehingga hasil interpretasi citra satelit dapat dipercaya sebagai representasi kondisi aktual.
5. Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa Kota Bekasi menghadapi tekanan urbanisasi yang sangat tinggi, ditandai dengan konversi lahan pertanian ke lahan terbangun, serta ketidaksesuaian yang cukup besar antara kondisi eksisting dan rencana tata ruang. Hal ini berimplikasi pada berkurangnya daya dukung lingkungan, meningkatnya risiko banjir, dan potensi konflik tata ruang di masa depan.

SARAN

Saran yang dapat diberikan penulis bagi penelitian selanjutnya yaitu :

1. **Pengendalian Alih Fungsi Lahan**
Pemerintah Kota Bekasi perlu memperkuat pengawasan terhadap alih fungsi lahan, khususnya pada kawasan pertanian produktif dan zona resapan air, melalui regulasi yang tegas dan pengendalian perizinan pembangunan..
2. **Optimalisasi Implementasi RT/RW**
Hasil penelitian menunjukkan adanya ketidaksesuaian signifikan antara kondisi aktual dan RT/RW. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi periodik terhadap implementasi RT/RW Kota Bekasi 2024–2044 agar rencana tata ruang dapat benar-benar menjadi acuan pembangunan.
3. **Peningkatan Ruang Terbuka Hijau (RTH)**
Upaya penghijauan dan penambahan ruang terbuka hijau harus diperkuat untuk menyeimbangkan dominasi kawasan terbangun. Target 30% RTH

sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang Penataan Ruang perlu dijadikan prioritas.

4. Pemanfaatan Teknologi Penginderaan Jauh dan SIG Secara Berkelanjutan

Monitoring perubahan tutupan lahan dengan citra satelit dan analisis berbasis SIG sebaiknya dilakukan secara rutin. Hal ini penting untuk menyediakan data spasial terkini sebagai dasar pengambilan keputusan tata ruang.

5. Partisipasi Masyarakat dalam Pengelolaan Lingkungan

Kesadaran masyarakat perlu ditingkatkan melalui program edukasi lingkungan, sehingga mereka dapat ikut berperan dalam menjaga keberlanjutan lahan, mengurangi tekanan urbanisasi, dan mendukung kebijakan tata ruang pemerintah.

DAFTAR PUSTAKA

Anita, I. (2012). Pengaruh perubahan tata guna lahan terhadap banjir di wilayah perkotaan. Universitas Indonesia.

Arronoff, S. (1989). Geographic Information Systems: A Management Perspective. Ottawa: WDL Publications.

Badan Informasi Geospasial. (2024). Peta Rupa Bumi Indonesia Skala 1:25.000. Cibinong: BIG.

Bhatta, B. (2010). Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data. Berlin: Springer.
<https://doi.org/10.1007/978-3-642-05299-6>

Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). Introduction to Remote Sensing (5th ed.). New York: Guilford Press.

European Space Agency (ESA). (2024). Sentinel-2A User Guide. Retrieved from <https://sentinel.esa.int>

Fauzi, A., Sari, D., & Pratama, R. (2016). Analisis perubahan tutupan lahan menggunakan data spasial multitemporal. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 75–84. <https://doi.org/10.14710/jil.14.2.75-84>

Hardjowigeno, S., & Widiatmaka. (2007). *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tata Guna Lahan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Jensen, J. R. (2015). *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective* (4th ed.). New Jersey: Pearson.

Mubarok, A., Widyasamratri, D., & Budi, S. (2022). Dinamika perubahan penggunaan lahan di wilayah perkotaan berbasis penginderaan jauh. *Jurnal Geografi Indonesia*, 36(1), 15–28. <https://doi.org/10.22146/jgi.36.1>

Pemerintah Kota Bekasi. (2024). *Rencana Tata Ruang Wilayah (RT/RW) Kota Bekasi 2024–2044*. Bekasi: Dinas Tata Ruang Kota Bekasi.

Purbantoro, B., Hidayati, N., & Prasetyo, L. B. (2017). Analisis perubahan penggunaan lahan menggunakan citra satelit multitemporal. *Jurnal Penginderaan Jauh dan Pengelolaan Sumberdaya Alam*, 4(1), 11–22. <https://doi.org/10.23960/jp2jsda.v4i1.11-22>

Rahmi, A., Nugroho, P., & Santoso, H. (2021). Pemanfaatan citra Sentinel-2 untuk pemantauan perubahan lahan di wilayah perkotaan. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 18(1), 33–42. <https://doi.org/10.30536/jpj.v18i1.42>

Setiawan, Y., & Rustiadi, E. (2013). Analisis dinamika penggunaan lahan perkotaan dengan citra satelit. *Majalah Ilmiah Globe*, 15(1), 45–56.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang.

Yudhistira, R., Hidayat, A., & Putra, T. (2011). Konversi lahan pertanian dan implikasinya terhadap ketahanan pangan nasional. *Jurnal Pembangunan Wilayah*, 5(2), 101–112. <https://doi.org/10.22146/jpw.5.2>