

POLA DISTRIBUSI SPASIAL URBAN SPRAWL DAN DASYMETRIC MAPPING DI KOTA DEPOK TAHUN 1993, 2003, 2013 DAN 2023 MENGGUNAKAN METODE NDBI DAN MNDWI

Fauza Nurhakim Ar Rafei, Erwin Hermawan, Nurul Kamilah

Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun Bogor

Jl Sholeh Iskandar Kedung badak, Kota Bogor, Indonesia

fauzajaul@gmail.com

ABSTRAK

Urban sprawl adalah perkembangan kota yang tidak terencana, menyebabkan fragmentasi lahan, alih fungsi lahan, dan penurunan sumber daya air. Kota Depok, sebagai bagian dari Jabodetabek, mengalami urban sprawl pesat dengan pola melompat (leapfrogging). Penelitian ini menganalisis pola urban sprawl di Depok tahun 1993, 2003, 2013, dan 2023 menggunakan citra Landsat 5 TM dan 8 OLI TIRS. Metode yang digunakan adalah kombinasi NDBI dan MNDWI untuk mendeteksi lahan terbangun, serta dasymetric mapping untuk distribusi penduduk, dengan pemrosesan data melalui Google Earth Engine (GEE). Hasil menunjukkan peningkatan luas lahan terbangun dari 6.079 hektar (1993) menjadi 14.114 hektar (2023). Perubahan signifikan terjadi di Kecamatan Cipayang antara 2003–2013. Namun, pertumbuhan penduduk tidak sebanding dengan perluasan fisik kota, bahkan menurun di beberapa wilayah seperti Sukmajaya dan Cinere. Uji akurasi peta menunjukkan hasil tinggi dengan overall accuracy 95,24% dan indeks kappa 0,8966. Urban sprawl di Depok lebih dipengaruhi oleh ekspansi fisik bangunan dibandingkan pertumbuhan populasi. Diperlukan pengelolaan tata ruang berkelanjutan untuk mengurangi dampak negatif urban sprawl di masa depan.

Kata kunci : *Google Earth Engine, Kota Depok, MNDWI, NDBI, penginderaan jauh, tata ruang berkelanjutan, urban sprawl.*

1. PENDAHULUAN

Urban sprawl merupakan fenomena perkembangan kota yang tidak terencana dan menyebar ke pinggiran kota secara terfragmentasi. Kota Depok, sebagai bagian dari kawasan metropolitan Jabodetabek, mengalami urbanisasi pesat akibat tekanan dari pertumbuhan penduduk dan pembangunan fisik dari arah Jakarta. Pertumbuhan lahan terbangun yang tidak seimbang dengan pertumbuhan penduduk menyebabkan perubahan signifikan pada penggunaan lahan dan berdampak pada masalah lingkungan, seperti alih fungsi lahan, kemacetan, dan penurunan kualitas sumber daya air.

Permasalahan utama dalam penelitian ini adalah kurangnya pengelolaan dan pemantauan perkembangan lahan terbangun secara terstruktur di Kota Depok. Fenomena urban sprawl yang terjadi cenderung tidak terkendali, sehingga berpotensi memperburuk kondisi tata ruang kota di masa depan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola urban sprawl di Kota Depok pada tahun 1993, 2003, 2013, dan 2023 menggunakan citra satelit Landsat dan metode NDBI serta MNDWI. Rencana penyelesaian masalah dilakukan melalui analisis spasial berbasis Google Earth Engine (GEE), yang memungkinkan pemantauan perubahan penggunaan lahan secara periodik dan mendalam, guna mendukung perencanaan tata ruang yang berkelanjutan[1][3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab kajian teoritis tentang teori-teori yang mendukung tema penelitian. Berikut adalah penjelasan tentang teori-teori yang mendukung penelitian.

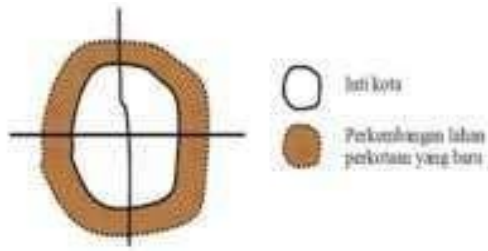
2.1. Urban Sprawl

Urban sprawl dalam Bahasa Inggris berarti ekspansi perkotaan. "*Urban*" merujuk pada sebuah kota, sedangkan "*sprawl*" berarti menyebar atau tersebar secara acak, yang kemudian membuat istilah *urban sprawl* dikenal sebagai perluasan kota ke daerah-daerah sekitarnya secara tidak terstruktur dan tanpa perencanaan. Dalam pengertian lain, *urban sprawl* adalah proses di mana wilayah pedesaan berubah menjadi area perkotaan. Pedesaan, yang sebelumnya berfungsi sebagai penunjang kehidupan kota melalui pertanian, peternakan, dan sejenisnya, kini berubah menjadi area pemukiman padat dan bahkan kawasan industri. *Urban sprawl* biasanya ditandai dengan munculnya bangunan-bangunan vertikal maupun horizontal, penambahan fasilitas jalan, sistem drainase yang baik, serta ruang terbuka hijau[2].

2.2. Tipe Urban Sprawl

a. Perambatan Konsentris

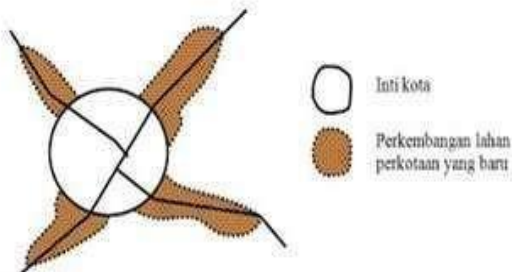
Tipe ini merupakan perkembangan yang paling lambat di antara tipe-tipe lainnya. Pola perambatan ini terjadi secara melingkar atau konsentris dari pusat kota, dengan kepadatan yang rendah dan penyebaran yang relatif teratur.



Gambar 1. Model perambatan fisik kota secara konsentris

b. PerambatanMemanjang

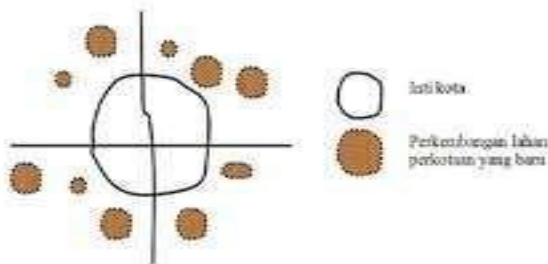
Dalam tipe ini, ekspansi perkotaan tidak merata di semua sisi kota. Perluasan terjadi dengan cepat di sepanjang jalur transportasi utama, terutama yang bersifat radial atau menjari dari pusat kota. Area di sepanjang rute-rute transportasi utama ini menerima tekanan besar dari perkembangan [5].



Gambar 2. Model perambatan fisik kota secara memanjang

c. Perembetan yang Melompat

Tipe perambatan ini sering dianggap yang paling tidak efisien dari segi ekonomi dan memiliki dampak lingkungan yang negatif. Polanya terjadi secara acak, dengan area perkotaan yang tersebar secara sporadis di tengah-tengah lahan non-urban, seperti lahan pertanian. Tipe leapfrog mempersulit pemerintah dalam membangun infrastruktur karena jarak antar wilayah perkotaan yang berjauhan. Biaya pengembangan jaringan infrastruktur untuk memenuhi kebutuhan penduduk pada tipe ini sangat tinggi jika dibandingkan dengan wilayah perkotaan yang berkembang secara lebih kompak [5].



Gambar 3. Model perambatan fisik kota secara melompat

2.3. Google Earth Engine

Google Earth Engine (GEE) adalah platform komputasi berbasis *cloud* yang dirancang untuk analisis geospasial berskala besar. Platform ini memungkinkan Google untuk memberikan kontribusi dalam mengatasi berbagai permasalahan sosial yang signifikan, seperti kekeringan, deforestasi, bencana alam, penyakit, ketahanan pangan, pengelolaan kualitas udara, pelestarian iklim, serta perlindungan lingkungan [2].

2.4. Arcgis

ArcGIS merupakan paket perangkat lunak yang terdiri dari produk perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) yang diproduksi oleh ESRI. Sejak akhir tahun 1990-an, aplikasi perangkat lunak sistem informasi geografis (SIG) telah berkembang pesat dengan hadirnya produk-produk baru yang berorientasi jauh ke depan. Salah satu produk yang paling menonjol dan mulai populer sejak pertengahan tahun 2000-an adalah ArcGIS beserta konsep dan implementasi GeoDatabase-nya: sistem yang dikembangkan dengan basis *ArcObjects* (pustaka yang bersifat umum dan modular yang merupakan komponen-komponen perangkat lunak SIG). Tidak seperti kebanyakan perangkat lunak SIG yang lahir pada tahun 1980-an atau sebelumnya, ArcGIS merupakan perangkat lunak yang terbilang besar. Perangkat lunak ini menyediakan kerangka kerja yang bersifat *scalable* (bisa diperluas sesuai dengan kebutuhan) untuk mengimplementasikan suatu rancangan aplikasi SIG: [8].

2.5. Citra Landsat

Satelit Landsat adalah satelit penginderaan jauh yang dikembangkan oleh NASA dan Departemen Dalam Negeri AS untuk memantau sumber daya bumi. Generasi keduanya dilengkapi sensor MSS dan Thematic Mapper (TM) dengan tujuh saluran, serta band pankromatik beresolusi spasial 15 m x 15 m untuk menghasilkan citra komposit yang lebih tajam. Teknologi ini efektif untuk memetakan perkembangan wilayah, termasuk permukiman kumuh, secara cepat dan akurat. Landsat 8, dengan sensor OLI dan TIRS, mengorbit di ketinggian 705 km dan mencakup area pemindaian 170 km x 183 km. Meski dirancang untuk misi 5 tahun (OLI) dan 3 tahun (TIRS), satelit ini berpotensi beroperasi lebih lama, seperti Landsat 5 yang berfungsi hingga 2012 meski awalnya ditargetkan hanya 3 tahun[9].

2.6. Dasymetric Mapping

Peta dasimetrik adalah salah satu bentuk peta tematik yang dapat dianggap sebagai kompromi antara peta koroplet dan peta isoplet. Peta ini digunakan untuk menyajikan informasi volumetrik, seperti kepadatan populasi manusia, dengan memanfaatkan perubahan warna untuk menggambarkan variasi nilai pada suatu lanskap. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan

kemampuan visualisasi perbedaan spasial. Dalam pembuatannya, peta dasimetrik menggunakan metode statistik serta data geografis tambahan untuk membagi lanskap menjadi zona-zona yang homogen, sehingga pola distribusi spasial dapat divisualisasikan dengan lebih akurat [11].

2.7. Analisis Kappa

Analisis Cohen Kappa merupakan statistik yang digunakan untuk mengukur kesetujuan baik inter maupun antar rater dengan skala pengukuran nominal. Pengukuran tersebut seperti pengukuran layak dan tidaknya model pembelajaran yang digunakan dalam mata pelajaran tertentu. Uji Cohen Kappa dapat dilakukan dengan menggunakan tabel kontingensi 2×2 berpasangan yang terdiri dari dua kategori misalkan sebuah jawaban ya dan tidak, sakit dan tidak sakit, layak dan tidak layak dan sebagainya. Misalkan dua orang peneliti melakukan evaluasi model pembelajaran dengan N item dan k kategori maka tabel kontingensi 2×2 adalah:

Tabel 1. analisis kappa

Peneliti/Rater1	Kategori 1	Kategori 2	Total
Kategori 1	n ₁₁	n ₁₂	n ₁₊
Kategori 2	n ₂₁	n ₂₂	n ₂₊
Total	n ₊₁	n ₊₂	N

Dalam konteks penginderaan jauh atau analisis spasial, indeks Kappa umumnya digunakan untuk menilai keakuratan peta klasifikasi dengan membandingkan hasil klasifikasi otomatis dengan data referensi atau data yang dianggap benar (misalnya, hasil survei lapangan) [10].

2.8. MNDWI

MNDWI adalah indeks vegetasi yang bertujuan untuk mengurangi kesalahan NDWI dalam mengekstraksi data kadar air dari pada citra. Indeks ini menggunakan spektrum *Green* dan *SWIR* untuk menghasilkan fitur perairan terbuka yang didominasi oleh area terbangun, menekan fitur vegetasi dan tanah. Nilai MNDWI berada pada rentang antara -1, 0 sampai dengan 1, 0. Nilai positif yang lebih tinggi di atas 0,5 menunjukkan badan air sedangkan nilai yang lebih rendah yaitu antara 0 sampai dengan 0,2 menunjukkan kawasan terbangun, dan nilai negatif menunjukkan vegetasi [12].

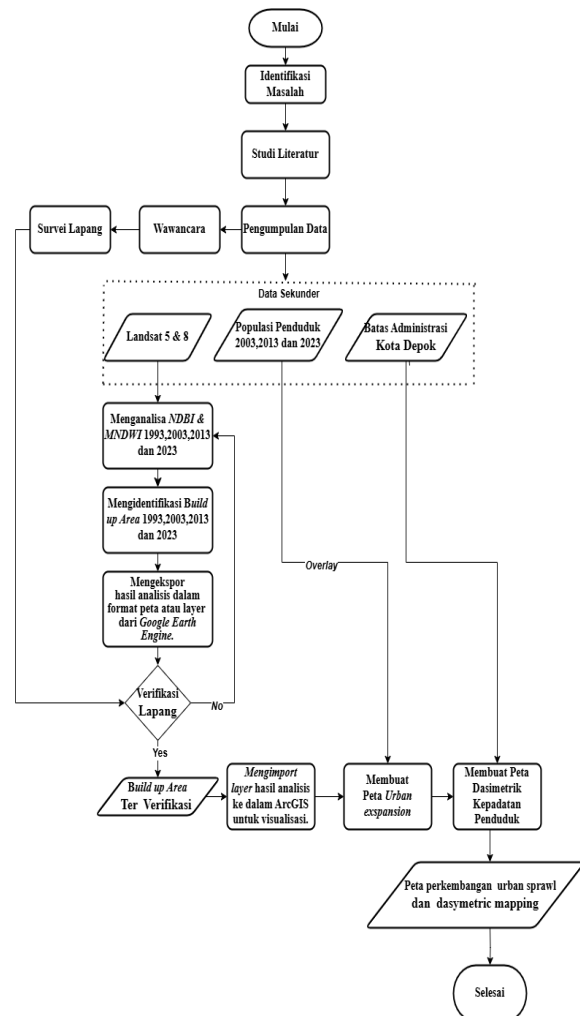
2.9. NDBI

NDBI adalah indeks yang digunakan untuk mengekstrak area terbangun pada area perkotaan secara otomatis, NDBI menggunakan spektrum *NIR* dan *SWIR* yang menghasilkan fitur kawasan terbangun. Nilai NDBI berada pada rentang antara -1, 0 sampai dengan 1, 0. Nilai NDBI yang lebih tinggi menunjukkan kawasan terbangun, nilai yang lebih rendah menunjukkan vegetasi, dan nilai negatif menunjukkan vegetasi pada kawasan perkotaan maka digunakan persamaan *Built*

Up Index. NDBI digunakan untuk memprediksi limpasan DAS, analisis ekspansi kota, perencanaan tata guna lahan perkotaan, ekstraksi kawasan terbangun perkotaan atau pemetaan lahan kedap air [12].

3. METODE PENELITIAN

Dibawah ini merupakan langkah-langkah yang diambil untuk mendukung proses penelitian agar penelitian yang dibuat dapat berjalan lebih *terstruktur* dan *sistematis*. Seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

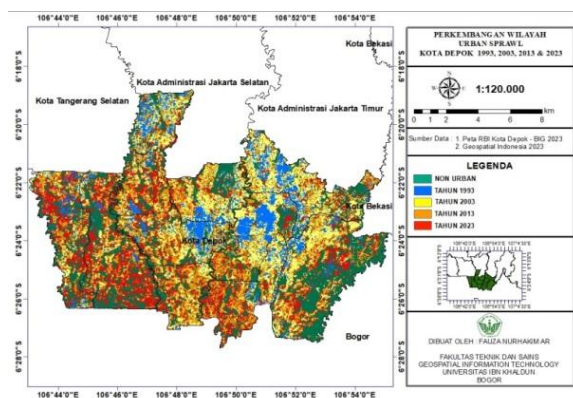
kerangka berpikir penelitian ini terbagi ke dalam beberapa tahapan sistematis yang dilakukan secara berurutan untuk memperoleh hasil atau data yang relevan. Tahapan penelitian dimulai dengan identifikasi masalah untuk menentukan fokus utama penelitian. Selanjutnya, dilakukan studi literatur guna memperkuat landasan teori yang akan mendasari penelitian. Setelah itu, tahap pengumpulan data dilakukan, yang mencakup pengumpulan data sekunder dari berbagai sumber terpercaya, seperti citra satelit, data populasi, dan data geospasial, serta wawancara dengan pihak terkait dan survei lapangan untuk memperoleh informasi dan data empiris. Data

yang telah terkumpul kemudian diolah secara mendalam untuk menghasilkan informasi yang akurat. Tahap terakhir adalah pembuatan peta dasimetrik, yang berfungsi sebagai representasi visual dari hasil analisis.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan analisis dimulai dengan login ke Google Earth Engine (GEE) untuk mengakses dan mengolah citra satelit Landsat 5 TM (1993 dan 2003) serta Landsat 8 OLI TIRS (2013 dan 2023). Data batas administratif Kota Depok dan data populasi tahun 2003, 2013, dan 2023 turut digunakan sebagai pendukung analisis spasial. Langkah awal adalah menghitung indeks NDBI untuk mengidentifikasi wilayah terbangun. Hasil analisis kemudian diekspor dan diverifikasi; jika diperlukan, dilakukan revisi atau observasi ulang. Data yang telah terverifikasi diimpor ke ArcGIS untuk divisualisasikan dalam bentuk peta. Hasil akhirnya berupa peta perkembangan urban sprawl dan kepadatan penduduk Kota Depok.

4.1. Hasil Pengolahan Urban sprawl di Kota Depok



Gambar 5. Hasil Pengolahan Kota Depok

Gambar 5 menunjukkan visualisasi *Normalized Difference Built-up Index (NDBI)* yang menggambarkan ekspansi kawasan perkotaan serta perkembangan kepadatan bangunan di Kota Depok sejak tahun 1993 hingga tahun 2023. Dalam penelitian ini, analisis difokuskan pada pembuatan zona berdasarkan pembagian per kecamatan, sehingga dapat diketahui kecamatan mana yang mengalami peningkatan urbanisasi paling signifikan dalam kurun waktu 30 (tiga puluh) tahun terakhir.

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai fenomena *urban sprawl* di Kota Depok, di bawah ini disajikan data mengenai penambahan luas kawasan terbangun dalam bentuk tabel, sebagaimana tersaji pada Tabel 2.

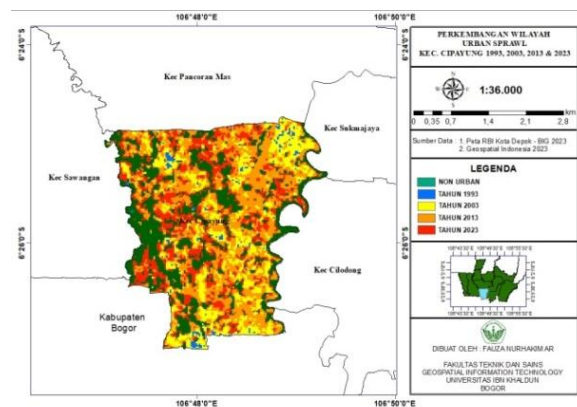
Tabel 2. Penambahan Luas *Urban sprawl* di Kota Depok

Tahun	Luas Lahan Terbangun (Ha)	Akumulasi Luas Lahan Terbangun (Ha)
1993	2.075	2.075
2003	4.004	6.079
2013	4.328	10.407
2023	3.707	14.114

Berikut adalah gambaran mengenai kecamatan-kecamatan yang terdapat di Kota Depok, yang saat ini mengalami fenomena *urban sprawl* yang paling signifikan yaitu

4.2. Kecamatan Cipayang

Kecamatan Cipayang merupakan kecamatan yang terdapat di Kota Depok, dimana letak geografisnya berbatasan dengan kecamatan lain, yaitu: Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Pancoranmas; Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Sukmajaya dan Kecamatan Cilodong; Sebelah Barat, berbatasan dengan Kecamatan sawangan, serta Sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Bogor, seperti pada Gambar 6.



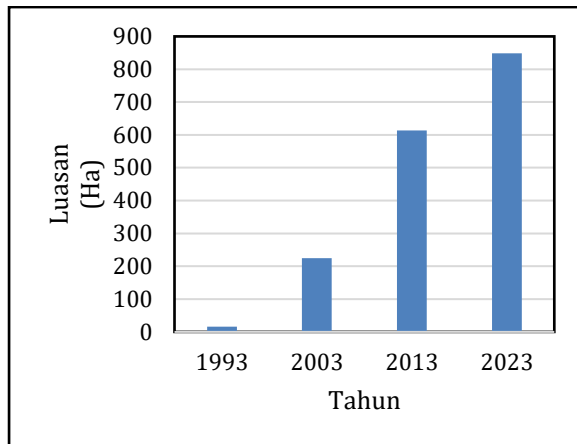
Gambar 6. Pola Distribusi *Urban sprawl* Kecamatan Cipayang Tahun 1993, 2003, 2013, dan Tahun 2023

Berdasarkan peta Gambar 6 maka dapat dilihat tentang penambahan luas distribusi *Urban sprawl* di Kecamatan Cipayang yang diperoleh dengan Citra Satelit Landsat 8 oli tirs, seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Penambahan Luas *Urban sprawl* Di Kecamatan Cipayang

Tahun	Luas Lahan Terbangun (Ha)	Akumulasi Luas Lahan Terbangun (Ha)
1993	16	16
2003	209	225
2013	389	614
2023	234	848

Berdasarkan Tabel 3 di atas, dapat digambarkan dalam bentuk diagram, seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Diagram Penambahan Luas Urban Area Kecamatan Cipayung

Berdasarkan Gambar 7 tentang penambahan luas area urban di Kecamatan Cipayung, data menunjukkan perkembangan *urban sprawl* pada tahun 1993, 2003, 2013, dan 2023. Kenaikan tertinggi terjadi pada tahun 2003. Hasil analisis dan studi literatur menunjukkan bahwa Kecamatan Cipayung memiliki tipe perkembangan urban Perambatan Konsentris (*Concentric Development*). Pola ini ditandai dengan penyebaran pembangunan secara bertahap dari pusat kota ke wilayah pinggiran, membentuk ekspansi berlapis. Pada peta, hal ini terlihat dari perubahan warna area urban, mulai dari biru (1993), kuning (2003), hingga merah (2023), yang mencerminkan pola perkembangan teratur dan bertahap.

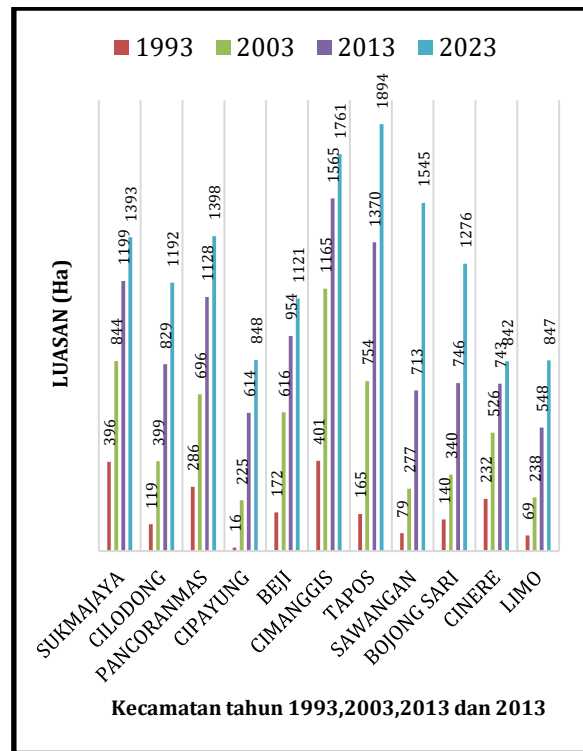
4.3. Hasil Temuan Penelitian

Hasil dari penelitian ini adalah terdapat kenaikan yang signifikan area terbangun yaitu pada tahun 2003, di Kecamatan Pancoran Mas sebelum dimekarkan menjadi Kecamatan Cipayung, yang ditunjukkan pada Gambar 4.26. Pada gambar tersebut ditemukan pada tahun 1993 hanya terdapat beberapa titik terbangun, namun pada tahun 2003 kepadatan mulai menyebar pesat ke arah Kali Ciliwung tepatnya di Desa Ratu Jaya, dimana munculnya titik-titik berwarna kuning.

Berdasarkan survei yang dilakukan secara langsung, penyebabnya adalah keberadaan pusat pemerintahan horizontal di pinggiran Kecamatan Cilodong yang hanya dipisahkan oleh Kali Ciliwung dengan Kecamatan Cipayung. Faktor pendukung lainnya adalah lokasi Kecamatan Cipayung yang sangat strategis, sehingga menarik minat penduduk pada masa itu.

Dari hasil penelitian mengenai *Urban sprawl* di Kota Depok, diperoleh data penambahan luas area urban setiap dekade. Pada dekade pertama, yaitu antara tahun 1993 hingga

2003, luas total area urban mencapai 6.079 Ha. Pada dekade kedua, antara tahun 2003 hingga 2013, luas area urban meningkat menjadi 10.407 ha. Sementara itu, pada dekade terakhir, yaitu antara tahun 2013 hingga 2023, luas area urban bertambah hingga mencapai 14.144 ha. Gambaran pertumbuhan tersebut dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Diagram Penambahan Urban Area Kota Depok

Analisis urban sprawl di Kota Depok menunjukkan perluasan area terbangun yang signifikan dalam tiga dekade terakhir. Pada tahun 2003, Kecamatan Cipayung mencatat kenaikan luas area terbangun sebesar 209 Ha, meskipun saat itu masih merupakan bagian dari Kecamatan Pancoran Mas. Tahun 2013, Kecamatan Cipayung kembali mengalami peningkatan signifikan sebesar 389 Ha. Pada tahun 2023, Kecamatan Sawangan menjadi wilayah dengan pertumbuhan area terbangun tertinggi, yaitu sebesar 832 Ha.

Secara keseluruhan, perkembangan urban sprawl di Kota Depok menunjukkan pola pertumbuhan yang pesat sejak 1993 hingga 2023. Namun, laju perluasan mulai melambat pada 2023 akibat keterbatasan lahan kosong. Pola sprawl yang dominan adalah tipe melompat (*leapfrogging*), di mana pembangunan terjadi tidak teratur dan terpisah dari pusat kota, menimbulkan kantong-kantong permukiman baru. Pola ini menjadi tantangan utama dalam perencanaan tata ruang yang berkelanjutan di Kota Depok.

4.4. Uji Akurasi Kappa

Penggunaan Indeks *Kappa* dalam studi pemetaan atau penginderaan jauh berfungsi untuk mengukur keandalan model atau metode klasifikasi yang digunakan, termasuk dalam penelitian tentang *urban sprawl* atau perubahan penggunaan lahan. Berdasarkan survei lapangan yang dilakukan di 42 titik, hasilnya disajikan dalam bentuk tabel *confusion matrix*, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. *confusion matrix*

CONFUSION MATRIX	SURVEY LAPANGAN		TOTAL	
	URBAN	NON URBAN		
PENGINDERAAN JAUH	URBAN	26	2	28
	NON URBAN	0	14	14
TOTAL	26	16	42	

a. Procedure Accuracy (PA)

$$PA_{urban} = \frac{26}{26} \times 100 = 100 \%$$

$$PA_{non-urban} = \frac{14}{16} \times 100 = 87,5 \%$$

b. User Accuracy (UA)

$$UA_{urban} = \frac{26}{28} \times 100 = 92,86 \%$$

$$UA_{non-urban} = \frac{14}{14} \times 100 = 100,0 \%$$

c. Overall Accuracy (OA)

$$OA = \frac{40}{42} \times 100 = 95,24 \%$$

d. Kappa Index

$$KAPPA = \frac{Po - Pe}{1 - Pe}$$

Proporsi kesepakatan yang diamati (Po)

$$Po = \frac{\text{Jumlah total piksel benar}}{\text{Jumlah Total Pixel}} = \frac{40}{42} = 0.9524$$

Proporsi kesepakatan acak (Pe)

$$Pe = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\text{Total piksel referensi (kolom)}}{\text{Total Pixel Keseluruhan}} \right) \times \left(\frac{\text{Total piksel klasifikasi (baris)}}{\text{Total Pixel Keseluruhan}} \right)$$

- Untuk kelas urban

$$\frac{26}{42} \times \frac{28}{42} = 0.4304$$

- Untuk kelas non urban

$$\frac{16}{42} \times \frac{14}{42} = 0.1265$$

- Total Pe

$$Pe = 0.4304 + 0.1265 = 0.5569$$

- Rumus kappa

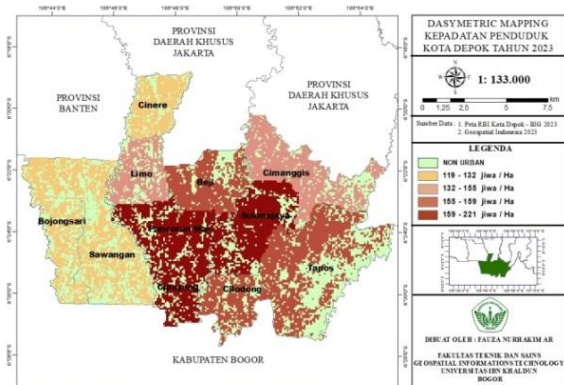
$$KAPPA = \frac{0.9524 - 0.5569}{1 - 0.5569} = 0.8966$$

Hasil klasifikasi menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, baik secara keseluruhan maupun per kelas (*urban* dan *non-urban*). Dengan nilai

Overall Accuracy sebesar 95,24% dan Kappa Index sebesar 0,8966, dapat disimpulkan bahwa model klasifikasi yang digunakan memiliki performa yang sangat baik dalam membedakan kelas *urban* dan *non-urban*. Model ini dapat diandalkan untuk analisis lebih lanjut terkait distribusi dan pola penggunaan lahan.

4.5. Peta Dasymetric Mapping Kepadatan Penduduk 2023

Peta Dasymetric Mapping adalah sebuah peta yang mengklasifikasikan data secara spasial dengan tujuan untuk menempatkan data populasi secara lebih spesifik ke wilayah-wilayah yang relevan. Metode ini memungkinkan untuk mengetahui dan menganalisis tingkat kepadatan populasi di berbagai wilayah, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih akurat mengenai distribusi penduduk di suatu area. Dalam hal ini, Kota Depok digunakan sebagai studi kasus, di mana peta *Dasymetric Mapping* yang dihasilkan untuk tahun 2023 menggambarkan tingkat kepadatan populasi di setiap kecamatan secara rinci. Hasil tersebut dapat dilihat pada Gambar 9, yang menunjukkan perubahan dan pola distribusi penduduk di Kota Depok pada tahun 2023.



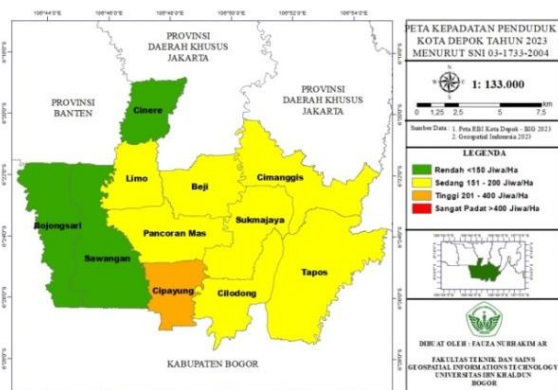
Gambar 9. Peta kepadatan penduduk 2023

Berdasarkan hasil analisis, jumlah total penduduk di Kota Depok pada tahun 2023 yaitu sejumlah 2.160.905 jiwa. Setelah dilakukan pengolahan menjadi *dasymetric mapping* menggunakan standar syarat kepadatan penduduk sesuai dengan SNI 03-1733-2004 maka diperoleh kecamatan yang mengalami kepadatan tertinggi ada 1 (satu) kecamatan yaitu kecamatan Cipayang. Dimana dari hasil pengolahan kecamatan tersebut memiliki kepadatan penduduk 221 jiwa/Ha, apabila menurut SNI 03-1733-2004, kecamatan tersebut dikategorikan kedalam daerah dengan kepadatan tinggi.

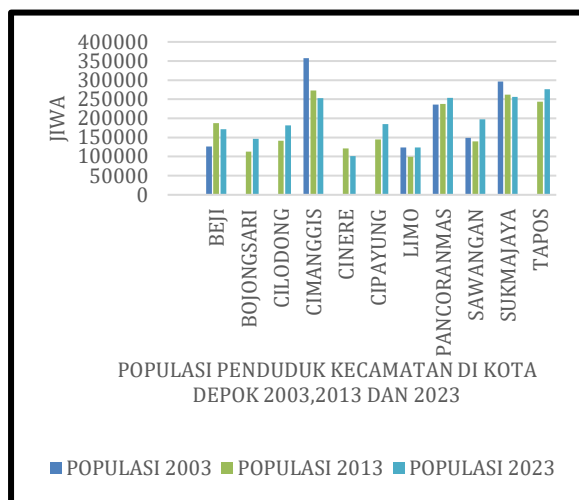
Sedangkan 7 kecamatan lainnya yaitu kecamatan Cimanggis, kecamatan Limo, kecamatan Tapos, kecamatan Beji, kecamatan Cilodong, kecamatan Sukmajaya, kecamatan Pancoranmas didapatkan kepadatan senilai 155 sampai 159 jiwa/Ha, jika menggunakan standar SNI 03-1733-

2004, 7 kecamatan tersebut di kategorikan kedalam daerah dengan kepadatan sedang.

Diantara kecamatan kepadatan tinggi dan kecamatan dengan kepadatan sedang di tahun 2023, ditemukan juga 3 kecamatan yang memiliki kepadatan rendah yaitu kecamatan Cinere, kecamatan Sawangan dan kecamatan Bojong sari, di peroleh data kepadatan senilai 119 – 132 dan 132 – 150 jiwa / Ha. Jika kita menggunakan acuan kepada standar SNI 03-1733-2004 maka 3 kecamatan tersebut memiliki kepadatan rendah. apabila di lakukan penggambaran menggunakan peta sesuai dengan standar SNI 03-1733-2004 maka hasil seperti ditunjuk pada gambar 10.



Gambar 10. Peta sni 2023



Gambar 11. Populasi Penduduk Kecamatan Di Kota Depok

Hasil analisis dasymetric mapping menunjukkan dinamika distribusi penduduk Kota Depok pada 2003, 2013, dan 2023. Sebelum pemekaran wilayah pada 2007, kepadatan penduduk terkonsentrasi di Kecamatan Depok. Pasca pemekaran menjadi 11 kecamatan, terjadi pemerataan kepadatan pada 2013, dengan pergeseran pusat kepadatan ke wilayah tengah kota. Namun, pada 2023, laju pertumbuhan penduduk menurun, dipengaruhi oleh proyeksi yang terlalu tinggi dan eksodus penduduk akibat pengusuran, pandemi, serta rendahnya minat generasi Z untuk

tinggal di Depok. Faktor keterbatasan lahan menjadi penyebab utama generasi muda memilih menetap di luar kota. Berdasarkan SNI 03-1733-2004, kepadatan yang sebelumnya tinggi kini menurun menjadi kategori sedang. Meskipun area terbangun meningkat, terutama antara 2003–2013, pertumbuhan fisik ini tidak sebanding dengan pertumbuhan penduduk. Pusat kepadatan kini cenderung terkonsentrasi di Kecamatan Cipayung, menunjukkan adanya ketimpangan antara pembangunan dan demografi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa Kota Depok mengalami urban sprawl yang pesat antara 1993 hingga 2023, dengan pola dominan bertipe melompat (leapfrogging). Analisis citra satelit menggunakan metode NDBI dan MNDWI mengidentifikasi perluasan signifikan area terbangun, terutama di Kecamatan Cipayung (2003–2013) dan Sawangan (2023). Hasil peta urban sprawl yang dihasilkan telah diverifikasi melalui survei lapangan dan menunjukkan tingkat akurasi tinggi berdasarkan nilai indeks kappa.

Analisis kepadatan penduduk menggunakan Dasymetric Mapping menunjukkan adanya penurunan jumlah penduduk di beberapa wilayah terbangun, seperti Sukmajaya dan Cinere. Penurunan ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti pengusuran, dampak pandemi, dan pergeseran preferensi tempat tinggal generasi muda. Temuan ini mengindikasikan bahwa urbanisasi di Depok lebih dipicu oleh ekspansi fisik daripada pertumbuhan populasi. Oleh karena itu, diperlukan strategi pengelolaan tata ruang yang berkelanjutan untuk menghadapi dampak urban sprawl.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fauzi C. 2020. Pengembangan Sistem Informasi Geografis Menggunakan YWDM Dalam Perencanaan Tata Ruang. *Jurnal Sains Komputer dan Informatika (J-SAKTI)*, 4(2), 598–607.
- [2] Mehra, N, Swain, J. B. (2024). Assessment of land use land cover change and its effects using artificial neural network-based cellular automation. *Journal of Engineering and Applied Science*, 71:70.
- [3] Chang L, Cheng L, Huang C, Qin S, Fu C, Li S. 2020. Extracting Urban Water Bodies from Landsat Imagery Based on MNDWI and HSV Transformation. *Remote Sensing*. 12(15), 2513.
- [4] Prasomsup W, Piyatadsananon, P Aunphoklang, W Boonrang, A. (2020). *Extraction Technic for Built-up Area Classification in Landsat 8 Imagery*. *International Journal of Environmental Science and Development*, 11(1), 1-5.
- [5] Carneiro E, Lopes W, Espindola G. 2021. Urban land mapping based on remote sensing time series in the Google Earth Engine platform: A

- case study of the Teresina-Timon conurbation area in Brazil. *Remote Sensing*, 13(7). DOI: 10.3390/rs13071338.
- [6] Setyawati K. C, Ghifari M. K, Aribahwanto M. A. 2022. Pengaruh *Urban sprawl* Terhadap Tata Kota Surabaya. *Jurnal Economic Development Issues*, 5(2), 78–85. DOI: 10.33005/jedi.v5i2.122.
- [7] Azhary K. M. B. 2023. Analisis Dampak Perubahan Iklim dan *Urban sprawl* Kota Palembang pada Tata Ruang Perkotaan di Kawasan Perbatasan Kabupaten Banyuasin. *Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, 7(2), 123–137. DOI: 10.26760/jrh.v7i2.123-137.
- [8] YolandaW, Djoeffan S. H. 2022. Pengaruh *Urban sprawl* terhadap Kondisi Fisik Kota. *Jurnal Riset Perencanaan Wilayah dan Kota*, 2(2), 119–128. DOI: 10.29313/jrpwk.v2i2.1276.
- [9] Franceschini G, Ali M. 2022: Introductory course to Google Earth Engine, Rome: Food & Agriculture Org.
- [10] Saah D, J. A. Cardille, M. A. Crowley, N. E. Clinton, 2023: *Cloud-Based Remote Sensing with Google Earth Engine*, Switzerlad: Springer International Publishing.
- [11] Galit P. G, 2023: *Pemetaan Hutan dan Sistem Informasi Grafis Dasar*, Malang: Universitas Muhamadiyah Malang.
- [12] A. I Faris, 2020: *Pengolahan Citra Digital Pengindraan Jauh*, Banjar Masin: Poliban Prees.
- [13] Iskandar, Jaya Askar,Warti Rini, Zaini. 2022: *Statistik Pendidikan (Teori dan Aplikasi SPSS)*, Pekalongan: PT Nasya Expanding Management (Penerbit Nem - Anggota Ikapi).
- [14] bettinger pette, merry krista, boston kevin. 2020: *Mapping Human And Natural Systems, United Kingdom: Britsh Library Cataloguing-In-Publication Data*.
- [15] Zheng Y, Tang L, Wang H. 2021. An improved approach for monitoring urban built-up areas by combining NPP-VIIRS nighttime light, NDVI, NDWI, and NDBI. *Remote Sensing*. 13(9), 1752.