

Geomedia

Majalah Ilmiah dan Informasi Kegeografian

Geomedia Vol. 18 No. 2 Tahun 20XX | 30 – 38

<https://journal.uny.ac.id/index.php/geomedia/index>

Estimasi ruang terbuka hijau di Kota Yogyakarta tahun 2002-2019 menggunakan pendekatan NDVI

Cornelius Deni Wijaya Putra ^{a, 1*}, Sakinatul Afidah ^{a, 2}, Sola Tri Astuti ^{a, 3}, Fitria Nucifera ^{a, 4*}

^a Program Studi Geografi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas AMIKOM Yogyakarta, Indonesia

⁴fnucifera@amikom.ac.id

*korespondensi penulis

Informasi artikel	A B S T R A K
<p><i>Sejarah artikel</i></p> <p>Diterima : 29 September 2020</p> <p>Revisi : 28 November 2020</p> <p>Dipublikasikan : 30 November 2020</p> <p>Kata kunci:</p> <p>Ruang Terbuka Hijau</p> <p>Perkotaan</p> <p>NDVI</p>	<p>Peningkatan jumlah penduduk berdampak pada tingginya alih fungsi lahan menjadi lahan terbangun. Kondisi tersebut secara tidak langsung mengurangi ruang terbuka hijau perkotaan. Kota Yogyakarta mengalami perkembangan fisik yang pesat pada beberapa dekade terakhir sehingga terjadi pengurangan luasan ruang terbuka hijau (RTH) perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan estimasi kerapatan vegetasi penyusun RTH serta mengetahui pola sebaran spasial kerapatan vegetasi penyusun RTH di Kota Yogyakarta. Data utama dalam penelitian ini meliputi citra satelit Landsat 7 ETM+ tahun 2002 dan Landsat 8 OLI tahun 2019. Metode Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) menjadi dasar penentuan kerapatan vegetasi penyusun RTH. Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan (05/PRT/M/2008), proporsi RTH pada wilayah perkotaan minimal sebesar 30% dari total luas wilayah. Kota Yogyakarta pada tahun 2002 hanya mampu memenuhi luas RTH sebesar 13,50 % dan menurun hingga 10,53% pada tahun 2019. Sebagian besar RTH dengan kerapatan tinggi berasosiasi dengan keberadaan aliran sungai.</p>
<p>Keywords:</p> <p>Green Open Space</p> <p>Cities</p> <p>NDVI</p>	<p>A B S T R A C T</p> <p>Increasing population has been impacted on highly land use change to built up area. This condition indirectly reduces green open spaces in urban area. Yogyakarta has been experiencing vast physical development in the last few decades, resulting in decreasing open green space (RTH) in this area. This research aims to estimate vegetation density in open green space (RTH) and to identify spatial distribution of vegetation density in open green space (RTH). Main data in this research includes Landsat 7 ETM+ satellite imagery in 2002 and Landsat 8 OLI satellite imagery in 2019. Based on Ministry of Public Works Regulation on Guidelines for the Provision and Utilization of Green Open Space in Urban Areas (05 / PRT / M / 2008), the proportion of RTH in urban areas is at least 30% of the total area. Yogyakarta City in 2002 was only able to fulfill an area of green open space of 13.50% and decreased to 10.53% in 2019. Most of the green open space with high density was associated</p>

Pendahuluan

Urbanisasi merupakan konsekuensi yang tidak dapat dihindarkan dari sebuah perkembangan ekonomi (Hassan dan Pitoyo, 2017). Perkembangan ekonomi mendorong pembangunan fisik dalam bidang industri yang mengakibatkan peningkatan populasi penduduk perkotaan. Negara berkembang mengalami percepatan laju urbanisasi pada beberapa dekade terakhir (Chadchan and Shankar, 2009).

Kota Yogyakarta mengalami peningkatan jumlah penduduk sebesar 11 % dalam kurun waktu tahun 2009 hingga 2019 (BPS, 2009; BPS, 2019). Peningkatan jumlah penduduk ini diiringi dengan laju pertumbuhan ekonomi dengan rata-rata laju pertumbuhan PDRB sebesar 5,4 % selama tahun 2010 hingga 2018 (BPS, 2019). Kondisi ini berdampak pada peningkatan alih fungsi lahan menjadi lahan terbangun yang secara tidak langsung mengurangi luasan vegetasi di Kota Yogyakarta.

Kota Yogyakarta merupakan salah satu kawasan perkotaan yang telah mengalami peningkatan perubahan alih fungsi lahan pada setiap tahunnya. Hal ini ditandai dengan pembangunan infrastruktur, sarana sosial dan perekonomian, serta alih fungsi dan pembukaan lahan lainnya. Selama kurun waktu tahun 2002 hingga tahun 2018 lahan terbangun Kota Yogyakarta bertambah dengan luasan 62,85 hektar (BPS, 2002; BPS, 2019). Kecenderungan aktifitas tersebut menjadikan lahan sebagai permasalahan yang penting bagi masyarakat khususnya yang beraktifitas di wilayah perkotaan. Presepsi masyarakat menjadikan pembangunan lebih penting dari pada keberadaan vegetasi. Hal tersebut berdampak terhadap berkurangnya RTH yang secara langsung mengakibatkan penurunan tingkat kerapatan vegetasi yang ada.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan

dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan (Menteri Pekerjaan Umum, 2008) menyebutkan Ruang Terbuka Hijau (RTH), adalah area memanjang/jalur dan atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik yang tumbuh tanaman secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Berdasarkan peraturan tersebut telah ditetapkan standar proposi RTH yaitu paling sedikitnya 30% dari luas wilayah keseluruhan. Berkurangnya RTH akan mengganggu kondisi ekologis perkotaan dan akan memberikan dampak pada penurunan kualitas dan kuantitas lingkungan di sekitar perkotaan. Selanjutnya, penurunan kualitas dan kuantitas tersebut akan berdampak pada kemungkinan terjadinya bencana alam di wilayah perkotaan (Dwiyanto, 2009). Berbagai sektor perkotaan mulai tergerus oleh banyaknya kerusakan ekologis. RTH sangat dibutuhkan keberadaannya bagi lingkungan perkotaan.

Penelitian Noviyanti dan Roychansyah (2019) membuktikan bahwa luasan RTH di kota Yogyakarta tahun 2015 hingga 2017 perlu ditambah sebesar 4.887.252,496 m². Penelitian ini juga menganalisis nilai luasan RTH terbesar yang berada di Umbulharjo dan luasan RTH terkecil berada di Pakualaman. Ketersediaan RTH di Kota Yogyakarta masih belum memenuhi ketentuan luasan yang sesuai dengan rekomendasi WHO sekitar 9,5 m²/jiwa maupun sesuai dengan peraturan pemerintah Indonesia sekitar 20 m²/jiwa, karena ketersediaan RTH di Kota Yogyakarta masih berkisar 8,64 m²/jiwa.

Kerapatan vegetasi pada RTH dapat dihitung dengan memanfaatkan data satelit penginderaan jauh melalui analisis NDVI (*Normalized Different Vegetation Index*). Analisis NDVI dapat membedakan objek vegetasi pada daerah perkotaan yang padat. Analisis NDVI untuk daerah perkotaan mampu menunjukkan nilai NDVI yang lebih besar dari

pada daerah bukan perkotaan (Srivanit, Hokao, & Phonekeo, 2012). Hal tersebut terjadi karena NDVI menggunakan gelombang sinar inframerah dekat (NIR) dan gelombang merah (R), yang mana gelombang NIR sangat peka akan klorofil pada tutupan lahan vegetasi (Putra, Al Tanto, Farhan, Husrin, & Pranowo, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan estimasi tingkat kerapatan vegetasi serta mengetahui sebaran spasial kerapatan vegetasi pada RTH. Kebutuhan masyarakat akan RTH merupakan hal penting yang harus diperhatikan untuk menjaga kualitas hidup masyarakat. Pemetaan tingkat kerapatan vegetasi dapat dijadikan sebagai referensi dalam penambahan luasan RTH.

Metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 1. Citra satelit Landsat digunakan sebagai data utama dalam penelitian ini. Citra Landsat merupakan citra satelit resolusi menengah yang dapat dimanfaatkan untuk analisis regional. Data yang digunakan merupakan citra Landsat 7 ETM+ tahun 2002 dan Landsat 8 OLI tahun 2019.

Tabel 1. Jenis, sumber dan fungsi data

Jenis data	Sumber data	Fungsi data
Landsat 7 ETM+ tahun 2002	USGS Earth Explorer	Perhitungan NDVI
Landsat 8 OLI tahun 2019	USGS Earth Explorer	Perhitungan NDVI
Batas administrasi	BIG	Perhitungan kerapatan vegetasi per batas administratif

Pengolahan data meliputi proses pemotongan citra yang dilakukan untuk membatasi daerah kajian. Kemudian dilakukan koreksi radiometrik dengan tujuan untuk memperbaiki nilai piksel dengan mempertimbangkan faktor gangguan atmosfer

sebagai sumber kesalahan. Sumber kesalahan tersebut berupa efek atmosfer menyebabkan nilai pantulan objek dipermukaan bumi yang terekam oleh sensor menjadi bukan nilai sebenarnya (Weng, 2011). Pengolahan data berikutnya adalah pemrosesan NDVI dengan rumus 1:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R).....(1)$$

Keterangan:

- NDVI = Indeks Vegetasi
- NIR = Near Infrared Band
- R = Red Band

Dari hasil pemrosesan tersebut di dapatkan citra dengan nilai kedalaman piksel berkisar -1 hingga 1. Metode pengkelasan kembali terhadap hasil NDVI untuk memperoleh jenis RTH yang ada pada Kota Yogyakarta. Klasifikasi nilai kelas NDVI menggunakan referensi penelitian sebelumnya oleh Noviyanti dan Roychansyah (2019) dengan penyesuaian klasifikasi dikarenakan perbedaan citra yang digunakan (Tabel 2). Adapun diagram alir penelitian yang dilakukan untuk menghasilkan informasi sebaran spasial vegetasi di kawasan Kota Yogyakarta, dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 2[L1]. Klasifikasi nilai kelas NDVI

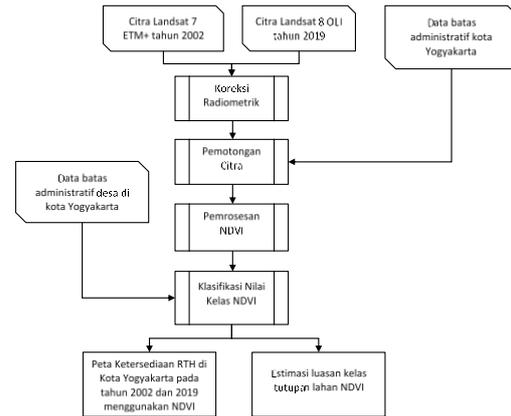
Interval Nilai NDVI	Jenis Tutupan lahan	Jenis RTH
≤ 0.1	RTH Sangat rendah	Permukiman sangat padat dan lahan terbuka kering yang dilapisi dengan aspal atau paving maupun jalan aspal.
0.11 - 0.5	RTH Rendah	Pemukiman, Lahan

Interval Nilai NDVI	Jenis Tutupan lahan	Jenis RTH
		vegetasi penutup tanah, seperti pada jalan tanah, lapangan kosong tanpa dilapisi aspal atau paving
0.51 - 0.7	RTH Sedang	Lahan vegetasi penutup berupa perkebunan kelapa, kebun campuran, vegetasi rerumputan, padang golf, alang-alang
≥ 0.71	RTH Tinggi	Vegetasi berhutan

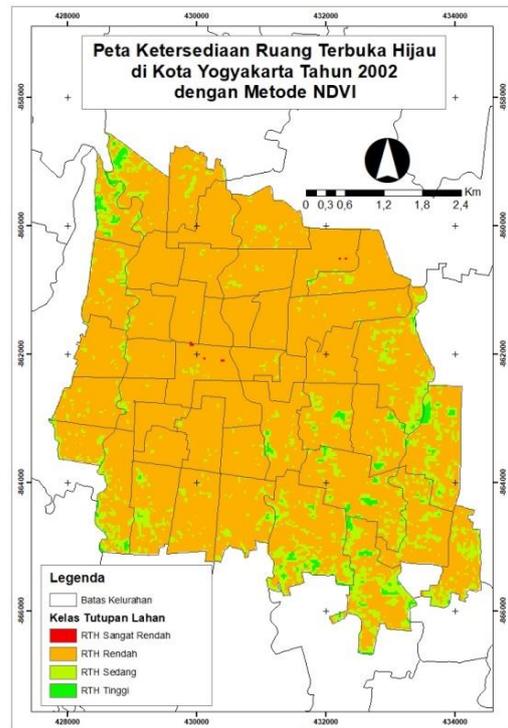
Sumber: [Noviyanti & Roychansyah, 2019](#) dengan modifikasi

Hasil dan pembahasan

Hasil estimasi Ruang Terbuka Hijau (RTH) menggunakan pendekatan NDVI diperoleh hasil yang merepresentasikan sebaran vegetasi di Kota Yogyakarta. Nilai terendah pengkelasan ini berada pada RTH sangat rendah dengan tutupan lahan yang berupa tanah kering, sedangkan nilai tertinggi dari pengkelasan berada pada RTH tinggi dengan tutupan lahan yang berupa vegetasi kerapatan tinggi. Hasil kerapatan vegetasi memiliki variasi spasial dari tahun 2002 hingga tahun 2019 ([Gambar 2](#) dan [Gambar 3](#)).



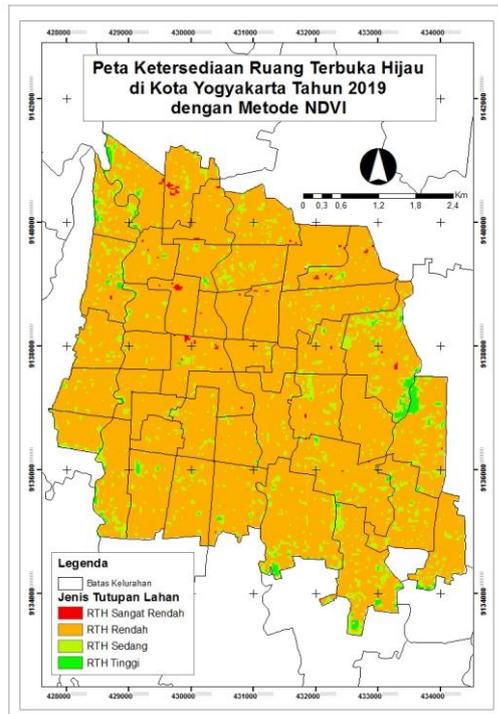
Gambar 1. Diagram Alir



Gambar 2[L2]. Peta Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau di Kota Yogyakarta Tahun 2002

Tabel 3. Kelas Kerapatan Vegetasi Kota Yogyakarta 2002

Jenis Tutupan Lahan	Luas (km ²)	(%)
RTH Sangat Rendah	0,01	0,02
RTH Rendah	28,40	86,48
RTH Sedang	3,98	12,12
RTH Tinggi	0,45	1,38
Total	32,84	100



Gambar 3. Peta Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau di Kota Yogyakarta Tahun 2019

Luasan dari masing-masing kelas kerapatan vegetasi pada tahun 2002 dan 2019 disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Secara keseluruhan luasan RTH di Kota Yogyakarta pada tahun 2002 sebesar 13,50 % dari total luas area dan mengalami penurunan menjadi 10,53 % pada tahun 2019. Klasifikasi RTH rendah dan sangat rendah ditemukan pada lahan terbangun yang mendominasi seluruh area Kota Yogyakarta dengan luasan lebih dari 85 %. Kota Yogyakarta selama 17 tahun terakhir belum mampu untuk memenuhi proporsi RTH dengan luasan minimal 30 % dari total luas area.

Sebaran RTH dengan kerapatan sedang dan tinggi pada administrasi kelurahan pada tahun 2002 dan 2019 disajikan pada Tabel 5 dan 6. Luasan RTH tertinggi pada tahun 2002 dan 2019 sebagian besar berada di wilayah Kecamatan Umbulharjo yaitu pada Kelurahan Giwangan, Sorosutan, Mujamuju dan Pandeyan. Sebagian kecil merupakan wilayah Kecamatan Kotagede yaitu Kelurahan Rejowinangun dan Kecamatan Tegalrejo yaitu

Kelurahan Bener. Pada tahun 2002 Kelurahan Giwangan memiliki RTH terluas dengan luasan 0,555 km², namun pada tahun 2019 mengalami penurunan luasan hingga 0,26 km² (Gambar 4 dan 5). Penurunan luasan RTH ini dapat disebabkan oleh terjadinya peningkatan pembangunan kawasan terbangun di Kelurahan Giwangan dan sekitarnya. Sebelumnya pada tahun 2002 di bagian barat dan timur Kelurahan Giwangan masih terdapat RTH yang didominasi oleh kerapatan vegetasi sedang. Namun pada tahun 2019 terjadi pembangunan perumahan pada area tersebut sehingga luasan area RTH berkurang. Saat ini RTH pada Kelurahan Giwangan didominasi oleh vegetasi yang berada di bantaran Sungai Gajahwong (Gambar 5).

[L3] Tabel 4. Kelas Kerapatan Vegetasi Kota Yogyakarta Tahun 2019

Tutupan Lahan	Luasan (km ²)	Persentase (%)
RTH Sangat Rendah	0,09	0,27
RTH Rendah	29,33	89,30
RTH Sedang	3,07	9,35
RTH Tinggi	0,35	1,08
Total	32,84	100

[L4]

Sebaliknya pada Kelurahan Mujamuju justru mengalami peningkatan luasan RTH pada tahun 2019 disaat sebagian besar kelurahan mengalami penurunan luasan RTH. Luasan RTH di Kelurahan Mujamuju meningkat sebesar 0,028 km² dalam kurun waktu 2002 hingga 2019 (Gambar 4). Peningkatan luasan RTH menunjukkan pengelolaan wilayah yang baik tanpa adanya penambahan lahan terbangun. Luasan RTH di Kelurahan Mujamuju dapat dipertahankan dikarenakan sebagian besar RTH termasuk dalam kawasan Kebun Binatang Gembiraloka yang memiliki kerapatan vegetasi tinggi (Gambar 6). Kawasan ini mencakup wilayah Kelurahan Mujamuju dan Kelurahan Rejowinangun. Kebun Binatang

Gembiraloka memiliki luasan RTH yang relatif stabil dari tahun ke tahun karena termasuk dalam kawasan khusus zona ruang terbuka hijau berdasarkan RDTR Kota Yogyakarta tahun 2015-2035.

Tabel 5. Luasan RTH tertinggi per Kelurahan di Kota Yogyakarta Tahun 2002

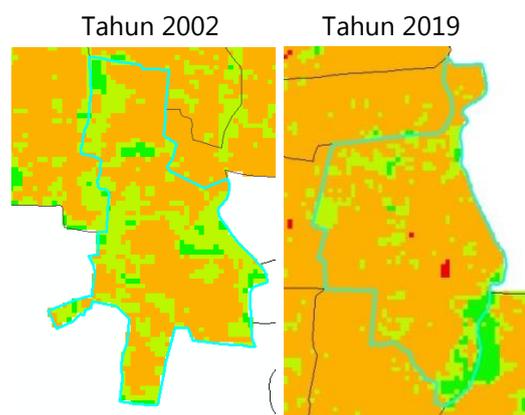
Nama Kelurahan	RTH (Km ²)		Jumlah RTH (Km ²)	%
	Sedang	Tinggi		
Giwangan	0,48	0,07	0,56	12,52
Sorosutan	0,45	0,05	0,50	11,46
Rejowinangun	0,30	0,05	0,36	8,02
Mujamuju	0,31	0,01	0,33	7,38
Pandeyan	0,24	0,05	0,28	6,31

Tabel 6. Sebaran spasial RTH Tertinggi per Kelurahan di Kota Yogyakarta Tahun 2019

Nama Kelurahan	RTH (Km ²)		Jumlah RTH (Km ²)	%
	Sedang	Tinggi		
Mujamuju	0,29	0,07	0,36	10,38
Giwangan	0,26	0,04	0,23	8,62
Rejowinangun	0,19	0,07	0,26	7,52
Sorosutan	0,22	0,02	0,24	7,01
Bener	0,14	0,02	0,16	4,55

Kawasan dengan tingkat kerapatan vegetasi paling rendah berada di pusat Kota Yogyakarta yaitu di Kecamatan Danurejan, Gedongtengen dan Gondomanan (Tabel 7 dan Tabel 8). Kawasan pusat kota ini merupakan kawasan pusat jasa, industri, pariwisata dan pemerintahan sehingga tutupan lahan berupa lahan terbangun mendominasi kawasan ini. Beberapa kelurahan yang berada di pusat kota dengan kerapatan vegetasi paling rendah antara lain Tegalpanggung, Suryatmajan, Prawirodirjan, Sosromenduran dan Gunungketur. Kelurahan Tegalpanggung menjadi kawasan yang tidak memiliki RTH pada tahun 2002 maupun tahun 2019 (Gambar 7 dan Gambar 8). Keberadaan RTH di pusat kota sangat dibutuhkan berkaitan dengan

kesehatan dan kenyamanan masyarakat. Peningkatan lahan terbangun disertai dengan minimnya luasan vegetasi memicu terjadinya perubahan suhu di kawasan perkotaan (Yan et al., 2016; Chapman et al., 2019). Keberadaan vegetasi berasosiasi dengan kesehatan masyarakat. Kawasan dengan vegetasi yang luas dan rapat berdampak secara signifikan terhadap kondisi kesehatan yang lebih baik (Su et al., 2019).



Gambar 4. Perbandingan sebaran luasan RTH tertinggi wilayah Kelurahan Giwangan tahun 2002 dan Kelurahan Mujamuju tahun 2019

Pemerintah Kota Yogyakarta telah menetapkan kawasan zona ruang terbuka hijau (RTH) yang tertuang dalam Peraturan Daerah Kota Yogyakarta Nomor 1 Tahun 2015 Tentang Rencana Detail Tata Ruang (RDTR) dan Peraturan Zonasi Kota Yogyakarta Tahun 2015-2035. Berdasarkan zonasi yang tertuang dalam RDTR, jumlah total luasan RTH di Kota Yogyakarta sebesar 65 hektar (Tabel 9). Kawasan RTH tersebut terbagi menjadi tiga subzone dengan fungsi yang berbeda-beda.

Hasil estimasi luasan RTH yang berdasarkan analisis NDVI pada tahun 2019 adalah sebesar 3,46 km² atau 346 hektar. Luasan ini lebih besar jika dibandingkan dengan luasan zonasi yang tercantum pada RDTR Kota Yogyakarta. Hal ini dikarenakan zonasi RTH dalam RDTR langsung merujuk pada fungsi ruang khusus yaitu kebun binatang Gembiraloka, taman kota dan

lapangan olahraga serta tempat pemakaman. Sedangkan perhitungan luasan RTH menggunakan penginderaan jauh mencakup semua tutupan lahan vegetasi. Kawasan yang terdeteksi sebagai RTH melalui analisis NDVI sebagian besar merupakan kawasan yang berasosiasi dengan sempadan sungai yaitu Sungai Gajah Wong dan Sungai Winongo. Kawasan ini tidak termasuk dalam zonasi RTH dalam RDTR, namun termasuk dalam zona perlindungan setempat. Berdasarkan kedua hasil analisis tersebut, Kota Yogyakarta belum mampu memenuhi standar minimum proporsi RTH sebesar 30 % dari luas wilayah. Untuk mewujudkan pembangunan kota yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan, proporsi RTH di Kota Yogyakarta perlu untuk ditambah.



Gambar 5. RTH Tinggi wilayah Kelurahan Giwangan tahun 2019

Tabel 7. Sebaran spasial RTH Terendah per Kelurahan di Kota Yogyakarta tahun 2002

Nama Kelurahan	RTH (Km ²)		Jumlah RTH (Km ²)	%
	Sedang	Tinggi		
Prawirodirjan	0,002	0	0,002	0,04
Gunungketur	0,002	0	0,002	0,04

Nama Kelurahan	RTH (Km ²)		Jumlah RTH (Km ²)	%
	Sedang	Tinggi		
Suryatmajan	0,001	0	0,001	0,02
Sosromenduran	0,001	0	0,001	0,02
Tegalpanggung	0	0	0	0,00



Gambar 6. RTH Tinggi wilayah Kelurahan Mujamuju dan Rejowinangun

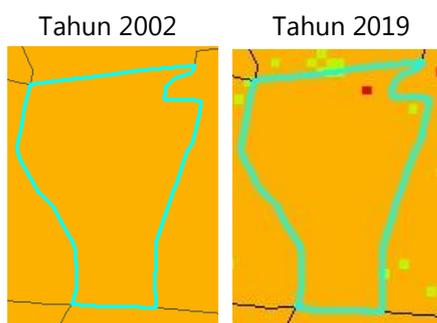
Tabel 8. Sebaran spasial RTH Terendah per Kelurahan di Kota Yogyakarta Tahun 2019

Nama Kelurahan	RTH (Km ²)		Jumlah RTH (km ²)	%
	Sedang	Tinggi		
Prawirodirjan	0,013	0,000	0,013	0,37
Gunungketur	0,010	0,000	0,010	0,30
Suryatmajan	0,008	0,000	0,008	0,23
Sosromenduran	0,006	0,000	0,006	0,19
Tegalpanggung	0,003	0,000	0,003	0,08

Tabel 9. Zonasi ruang terbuka hijau (RTH) Kota Yogyakarta 2015-2035

Nama zona	Fungsi	Luas (ha)
Subzona RTH-1	Kebun binatang Gembiraloka	26
Subzona RTH-2	Taman, hutan kota dan	24

Nama zona	Fungsi	Luas (ha)
	lapangan olahraga	
Subzona RTH-3	Taman makam pahlawan dan tempat pemakaman umum (TPU)	15
TOTAL		65



Gambar 7. Perbandingan sebaran luasan RTH terendah wilayah Kelurahan Tegalganggung tahun 2002 dan tahun 2019



Gambar 8. RTH Sangat Rendah wilayah Kelurahan Tegalganggung

Simpulan

Pemanfaatan penginderaan jauh secara temporal menggunakan citra Landsat 7 ETM+ tahun 2002 dan Landsat 8 OLI tahun 2019 menggunakan metode analisis NDVI telah

mampu memetakan pola dan sebaran spasial tingkat estimasi ruang terbuka hijau di Kota Yogyakarta. Dengan analisis tersebut dapat diketahui estimasi perubahan RTH yang terjadi selama 17 tahun. Hasil analisis membuktikan Kota Yogyakarta yang memiliki luas 32.84 km² hanya mampu memenuhi proporsi RTH sebesar 13.50% untuk tahun 2002 dan 10.43% untuk tahun 2019. Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, maka selama 17 tahun Kota Yogyakarta belum memenuhi standar minimum proporsi RTH yang telah ditetapkan yaitu sebesar 30% dari luas wilayah. Luas lahan yang dibutuhkan untuk memenuhi standar tersebut yaitu sebesar 6.43 km² atau 19,57%.

Referensi

- BPS. (2002). *Yogyakarta Dalam Angka Tahun 2002*. Yogyakarta: BPS Kota Yogyakarta.
- BPS. (2009). *Yogyakarta Dalam Angka Tahun 2009*. Yogyakarta: BPS Kota Yogyakarta.
- BPS. (2019). *Yogyakarta Dalam Angka Tahun 2019*. Yogyakarta: BPS Kota Yogyakarta.
- Chadchan, J., Shankar, R. (2009). Emerging urban development issues in the context of globalisation. *Journal of ITPI (Institute of Town Planners India)*. 6 (2), 78–85.
- Chapman, S., Thatcher, M., Salazar, A., Watson, J. E. M., & McAlpine, C. A. (2019). The impact of climate change and urban growth on urban climate and heat stress in a subtropical city. *International Journal of Climatology*, 39(6), 3013–3030. <https://doi.org/10.1002/joc.5998>
- Hasan, MEE., & Pitoyo, A.J. (2017). Urbanization and Economic Development in Indonesia: Demographic Perspective Analysis. *Populasi*, Vol.25, No.2, 54-69.
- Dwiyanto, A. (2009). Kuantitas Dan Kualitas Ruang Terbuka Hijau Di Permukiman Perkotaan. *Teknik*, 88–93.
- Menteri Pekerjaan Umum. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2008. Tentang Pedoman

- Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan (2008). Indonesia: Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum. Retrieved from http://landspatial.bappenas.go.id/komponen/peraturan/the_file/permen05-2008.pdf
- Noviyanti, I. K., & Roychansyah, M. S. (2019). Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau dengan NDVI menggunakan Worldview-2 di Kota Yogyakarta. *Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau dengan Metode NDVI*, 64.
- Putra, A., Al Tanto, T., Farhan, A. R., Husrin, S., & Pranowo, W. S. (2017). Pendekatan Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) dan Metode Lyzenga untuk Pemetaan Distribusi Ekosistem Perairan di Wilayah Pesisir Teluk Benoa-Bali. *Pendekatan Metode NDVI dan Lyzenga untuk Pemetaan Sebaran Ekosistem Perairan*, 89.
- Srivanit, M., Hokao, K., & Phonekeo, V. (2012). Assessing the Impact of Urbanization on Urban Thermal Environment: A Case Study of Bangkok Metropolitan. *International Journal of Applied Science and Technology*, Vol. 2 No. 7; 251.
- Su, JG., Dadvand, P., Nieuwenhuijsen, MJ., Bartoll, X., & Michael, J. (2019). Associations of green space metrics with health and behavior outcomes at different buffer sizes and remote sensing sensor resolutions. *Environment International*, Vol. 126, 162-170. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.02.008>
- Suwargana, N. (2013). Resolusi Spasial, Temporal dan Spektral Pada Citra Satelit Landsat, SPOT dan IKONOS. *Jurnal ISSN 2337-6686 Volume 1*.
- Weng, Q. (2011). *Advances in Environmental Remote Sensing Sensors, Algorithms and Applications*. New York: CRC Press of the Taylor & Francis Group.
- Wicaksono, R., & Zuharnaen, Z. (2017). Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Resolusi Tinggi dan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk Menentukan Lokasi Prioritas Pembangunan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Surakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*, 6(3).
- Yan, Z. W., Wang, J., Xia, J. J., & Feng, J. M. (2016). Review of recent studies of the climatic effects of urbanization in China. *Advances in Climate Change Research*, 7(3), 154-168. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2016.09.003>