

IDENTIFIKASI KAWASAN HIJAU MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING RANDOM FOREST (STUDI KASUS KOTA BANDUNG)

MUHAMMAD SHALAHUDDIN¹, HARY NUGROHO²

1. Institut Teknologi Nasional
 2. Institut Teknologi Nasional
- Email : shalahuddinix@itenas.ac.id

ABSTRAK

Kawasan hijau adalah area atau wilayah yang ditumbuhi oleh vegetasi atau tanaman. Kawasan hijau memiliki fungsi penting dalam melestarikan keanekaragaman hayati, mengendalikan air, dan memberikan ruang rekreasi lingkungan bagi masyarakat. Karena pembangunan yang pesat di Kota Bandung, akibatnya terjadi penurunan daya dukung berupa kawasan hijau. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui berapa persen luas kawasan hijau yang ada di Kota Bandung pada tahun 2020 yang selanjutnya dapat menjadi referensi perancangan RTH di Kota Bandung. Identifikasi kawasan hijau ini menggunakan metode machine learning klasifikasi random forest. Dari hasil klasifikasi, didapat bahwa luas kawasan hijau sekitar 5124.9757 ha atau 30,6% dari luas Kota Bandung. Hasil akurasi klasifikasi menunjukkan tingkat akurasi 0.946304 atau sebesar 94,36%. Kenampakan hasil identifikasi kawasan hijau sudah hampir memenuhi rencana RTH pada Peta RTRW Kota Bandung. Tetapi hasil ini memiliki kekurangan yaitu masih terdapat cukup banyak misklasifikasi pada hasil klasifikasi akibat nilai reflektans beberapa kelas yang hampir serupa.

Kata kunci: kawasan hijau, machine learning, random forest

1. PENDAHULUAN

Kawasan hijau adalah area atau wilayah yang ditumbuhi oleh vegetasi atau tanaman. Kawasan hijau adalah ruang terbuka hijau yang terdiri dari kawasan hijau lindung dan kawasan hijau binaan. Kawasan hijau lindung adalah bagian dari kawasan hijau yang memiliki karakteristik alamiah yang perlu dilestarikan untuk tujuan perlindungan habitat setempat maupun tujuan perlindungan wilayah yang luas, sedangkan kawasan hijau binaan adalah bagian dari kawasan hijau di luar kawasan hijau lindung untuk tujuan penghijauan yang dibina melalui penanaman pengembangan, pemeliharaan maupun pemulihan vegetasi yang diperlukan dan didukung fasilitasnya baik secara ekologis maupun sarana sosial kota yang dapat didukung oleh fasilitas sesuai keperluan untuk fungsi penghijauan tersebut.

Pemanfaatan ruang untuk kawasan/zona RTH dalam dokumen tata ruang baik RTRW maupun RDTR dimaksudkan untuk menjamin ketersediaan ruang yang cukup bagi fungsi-fungsi pengelolaan lingkungan seperti pengendalian tata air, kawasan konservasi yang dapat mengembangkan keanekaragaman hayati dan sekaligus mengurangi polusi. Selain itu dapat juga berfungsi sebagai tempat wisata, ruang publik masyarakat, tempat pemakaman umum, ruang mitigasi/evakuasi bencana tanpa mengganggu fungsi utama sebagai RTH.

Kota Bandung sejak awal pendiriannya pada zaman kolonial Belanda terus mengalami perluasan hingga pada tahun 1987 melalui Peraturan Pemerintah No.16 tahun 1987 luas Kota Bandung menjadi seluas 16.729,65 ha. Kota Bandung merupakan salah satu kota di Indonesia dengan tingkat pembangunan dan pertumbuhan penduduk yang cukup pesat, akibatnya di Kota Bandung terjadi penurunan daya dukung lingkungan hidup. Dikutip dari Dinas Perumahan, Kawasan Pemukiman, Pertanahan, dan Pertamanan Kota Bandung atau DPKP3 (2020), luas RTH di Kota Bandung mencapai 2.048,9 ha, atau hanya 12,25% dari luas wilayah. Sedangkan idealnya RTH untuk kota yang memiliki luas 16.729 ha ini adalah sekitar 5.018,9 ha. Ini berarti Kota Bandung masih kurang seluas 2.970 ha, agar sesuai dengan ketentuan ruang terbuka hijau dalam Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007.

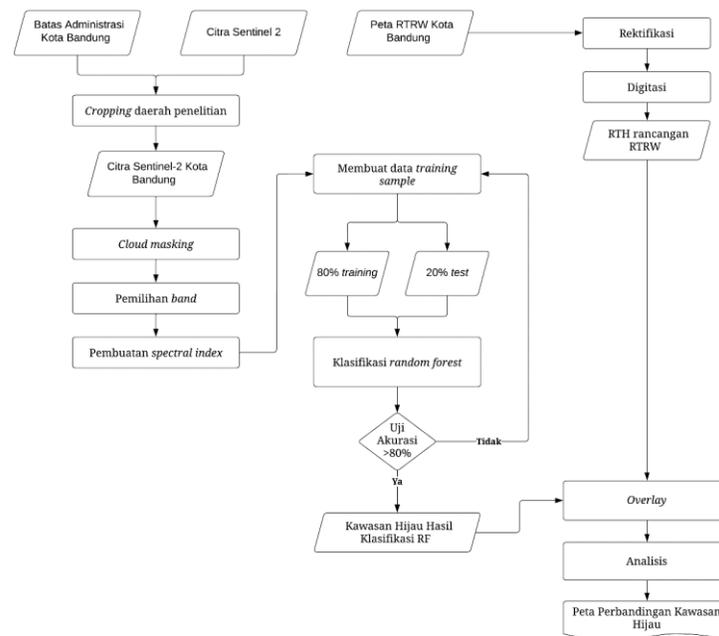
Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luas kawasan hijau di Kota Bandung pada tahun 2020 menggunakan metode klasifikasi *machine learning* algoritma *random forest*. Dengan melakukan identifikasi kawasan hijau ini diharapkan dapat mengetahui lokasi-lokasi yang berpotensi dijadikan RTH di Kota Bandung. Dengan begitu, pemerintah dapat menentukan rencana selanjutnya untuk perencanaan RTH di Kota Bandung agar dapat memenuhi luas ideal RTH sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007.

Untuk menentukan kelas kawasan hijau pada penelitian ini menggunakan klasifikasi metode *supervised machine learning* dengan algoritma *random forest*. Penggunaan algoritma *random forest* untuk pembuatan klasifikasi ini sudah banyak tercatat dalam berbagai penelitian. Marlina (2020) melakukan klasifikasi tutupan lahan pada citra Sentinel-2 di Kabupaten Kuningan dengan NDVI dan algoritma *random forest*. Hasilnya didapatkan 5 kelas klasifikasi dengan akurasi 91,39%. Sementara itu Saprudin et al. (2021) membandingkan hasil klasifikasi citra antara algoritma SMO (*Sequential Minimal Optimization*) dengan *random forest*, dengan hasil algoritma *random forest* lebih unggul dari SMO. Oleh karena itu penelitian ini akan menggunakan algoritma *random forest* untuk membuat klasifikasi kelas kawasan hijau.

2. METODOLOGI

Untuk melakukan penelitian ini dilakukan persiapan terlebih dahulu yang dimulai dari studi literatur terkait dan pengumpulan data yang akan digunakan. Berikut merupakan data dan peralatan yang digunakan selama proses penelitian.

Penelitian ini diawali dengan studi literatur terlebih dahulu untuk mengumpulkan berbagai informasi tentang peraturan RTH, kawasan hijau, hingga *machine learning random forest* yang akan digunakan. Dari studi literatur ini didapatkan apa saja yang diperlukan untuk melakukan penelitian ini, sehingga dikumpulkan data-data yang akan digunakan. Setelah data terkumpul, dilakukan pengolahan data dimulai dari mendapatkan citra, koreksi citra dari awan, penentuan band dan indeks spektral, membuat sampel data dan melakukan klasifikasi tutupan lahan. Selanjutnya diuji akurasi apakah hasil klasifikasi memenuhi toleransi atau tidak. Jika sudah memenuhi toleransi maka hasil klasifikasi dilakukan *overlay* dengan data pemerintah yaitu rancangan RTH yang selanjutnya dapat dianalisis mengenai persebaran dan luasan kawasan hijau di Kota Bandung. Setelah dianalisis dan maka didapatkan hasil berupa peta perbandingan kawasan hijau hasil klasifikasi dengan rancangan RTH Kota Bandung tersebut. Diagram alir metodologi penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Sebagai perbandingan dari hasil klasifikasi ini, penulis menggunakan Peta Rencana Pola Ruang RTRW Kota Bandung 2011-2031. Peta ini belum memiliki referensi koordinat karena masih dalam format gambar biasa. Oleh karena itu dilakukan proses rektifikasi terlebih dahulu agar gambar memiliki referensi koordinat dan sesuai dengan posisi sebenarnya di lapangan. Tahap rektifikasi dan digitasi ini bertujuan untuk mengetahui bentuk spasial rancangan RTH di Kota Bandung sehingga dapat dilihat perbedaan antara hasil rancangan dengan hasil klasifikasi kawasan hijau.

Klasifikasi ini dibuat menjadi 6 kelas, dengan 3 kelas merupakan bagian dari kawasan hijau dan 3 lainnya bukan bagian dari kawasan hijau. Hal ini dilakukan karena kelas-kelas pada kawasan hijau memiliki kriteria yang hampir sama antara satu dengan lainnya. Pembuatan kelas yang bukan kawasan hijau bertujuan agar pada saat proses klasifikasi tidak semua bagian citra dianggap bagian kawasan hijau. Pembuatan kelas kawasan hijau ini merujuk pada klasifikasi RTH dalam Peraturan Daerah Kota Bandung Nomor 7 Tahun 2011. Untuk lebih jelasnya pembuatan kelas dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

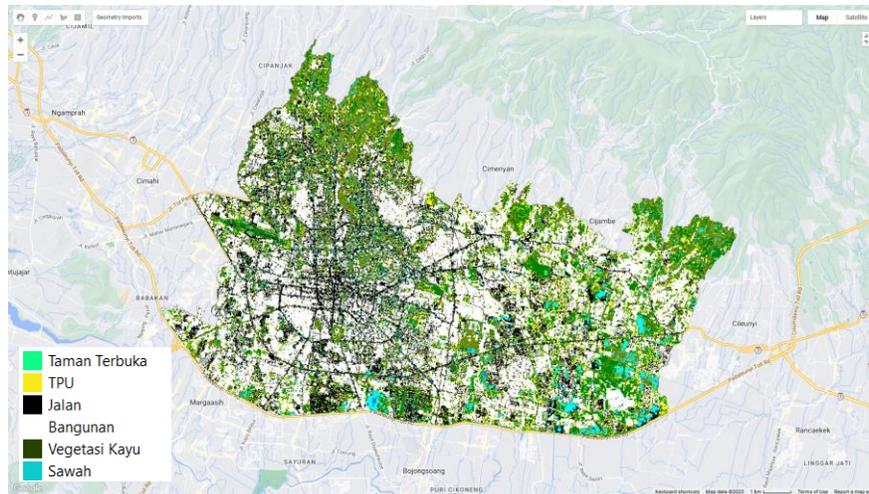
Tabel 1. Penjelasan Pembagian Kelas

No.	Kelas	Jenis	Bagian dari kelas
1.	Taman Terbuka	Kawasan Hijau	Taman kota, kebun pembibitan, taman rekreasi, taman komersial, lapangan olahraga, lahan pertanian, jalur di bawah tegangan tinggi, jalur rel kereta, taman atap dan taman dinding.
2.	TPU		Tempat Pemakaman Umum dan pemakaman berasal dari wakaf.
3.	Vegetasi Pohon		Hutan kota, sempadan hijau jalan, sempadan hijau sungai, dan kebun binatang
4.	Bangunan	Bukan Kawasan Hijau	Pemukiman dan industri
5.	Jalan		Jalan raya dan tanah kosong
6.	Sawah	Kawasan Hijau	Persawahan

3. HASIL DAN ANALISIS

Hasil

Setelah melakukan penelitian, didapatkan hasil berupa sebaran kawasan hijau hasil klasifikasi dengan luasan masing-masing kelas klasifikasi. Berikut adalah hasil klasifikasi yang ditunjukkan oleh Gambar 2.



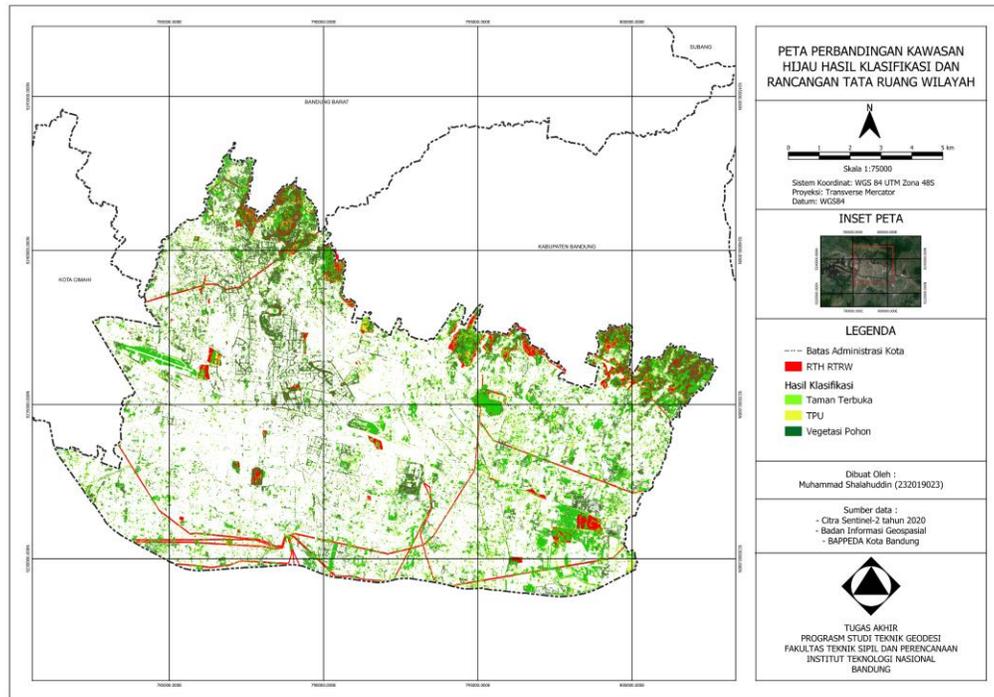
Gambar 2. Hasil Klasifikasi

Hasil klasifikasi selanjutnya dibuat *error matrix* untuk mengetahui kesalahan klasifikasi. Selanjutnya dihitung juga akurasi menggunakan *overall accuracy*. Secara keseluruhan akurasi yang dihasilkan klasifikasi ini sebesar 0.946304 atau sebesar 94,63%. Untuk hasil klasifikasi ini memiliki akurasi 94,63% dimana akurasi hasil pengolahan data citra minimal adalah 70% (LAPAN), sehingga dapat dikatakan sudah melebihi dari minimal akurasi. Berikut adalah hasil *confusion matrix* hasil klasifikasi yang ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Matriks Kesalahan Hasil Klasifikasi

		Hasil Klasifikasi					
		Taman Terbuka	TPU	Jalan	Bangunan	Vegetasi Kayu	Sawah
Keadaan Sebenarnya	Taman Terbuka	326	2	1	9	0	8
	TPU	13	52	1	1	0	0
	Jalan	1	2	111	4	0	0
	Bangunan	0	1	0	299	0	0
	Vegetasi Kayu	4	0	0	0	275	20
	Sawah	0	0	0	0	10	294

Setelah didapatkan hasil dari klasifikasi kawasan hijau dan digitasi rancangan RTH, selanjutnya kedua data tersebut dilakukan proses *overlay* untuk mengetahui perbedaannya. Berikut adalah hasil *overlay* yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Perbandingan Hasil Klasifikasi Kawasan Hijau dengan Rencana RTH Peta RTRW

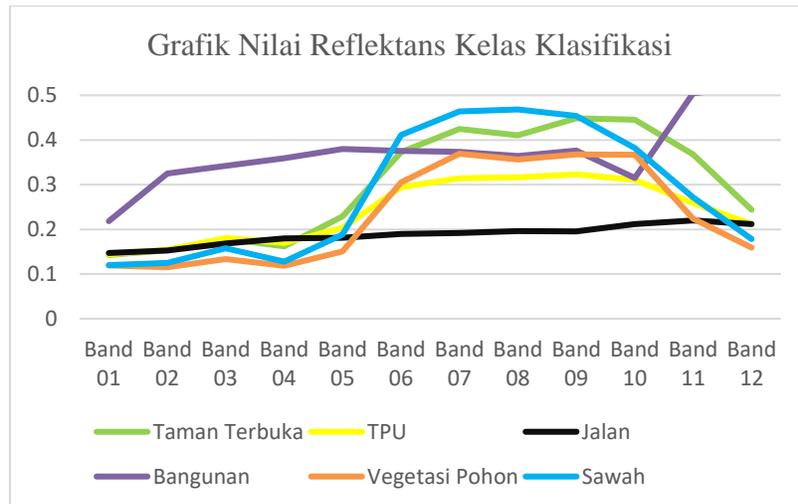
Analisis

Dari hasil tersebut dapat dilihat tidak semua rancangan RTH RTRW tertutupi oleh kawasan hijau hasil klasifikasi. Yang paling menonjol adalah rencana pembangunan sempadan SUTET yang berupa garis memanjang berwarna merah di atas. Sedangkan untuk taman terbuka, vegetasi pohon, dan TPU sudah hampir sama dengan apa yang direncanakan pada peta Rancangan Tata Ruang Wilayah.

Hasil luasan identifikasi kawasan hijau berdasarkan klasifikasi, dihitung hanya dari kelas Taman Terbuka, TPU, dan Vegetasi Pohon yang dapat mewakili kelas kawasan hijau yang mengacu pada Peraturan Daerah Kota Bandung Nomor 7 Tahun 2011 dimana penjelasannya terdapat pada Tabel 1. Jika seluruh kelas tersebut dijumlahkan maka total luas kawasan hijau hasil klasifikasi ini seluas 5124.9757 ha yang jika dalam persentase hasilnya sekitar 30,6% dari luas Kota Bandung.

Tetapi hal yang perlu diperhatikan adalah hasil ini tidak bisa dijadikan patokan atau dianggap sepenuhnya benar. Hal ini dikarenakan terdapat kekurangan pada hasil identifikasi kawasan hijau, yaitu terdapat cukup banyak salah interpretasi oleh *machine learning* pada hasil klasifikasi atau misklasifikasi. Jika dilihat hasilnya secara langsung, cukup banyak hasil identifikasi *machine learning* ini yang masih salah. Salah satu contohnya adalah terdapat cukup banyak piksel yang dianggap kelas Tempat Pemakaman Umum di tempat yang tidak seharusnya, seperti di kelas Taman Terbuka.

Hal ini disebabkan karena terdapat kemiripan nilai reflektans antar kelas tersebut. Reflektans adalah rasio jumlah cahaya yang meninggalkan target dengan jumlah cahaya yang mengenai target. Perbedaan dalam nilai reflektans antara objek yang berbeda dapat digunakan sebagai fitur dalam proses klasifikasi untuk membedakan kelas yang berbeda. Berikut adalah grafik dari nilai reflektans masing-masing kelas yang ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Nilai Reflektans

4. KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil dari penelitian ini didapatkan kesimpulan bahwa hasil klasifikasi random forest untuk mengidentifikasi kawasan hijau di Kota Bandung menggunakan citra Sentinel-2 pada tahun 2020 sebesar 30,6% dari luas Kota Bandung dengan luas sekitar 5124.9757 ha. Hasil akurasi klasifikasi menunjukkan tingkat akurasi 0.946304 atau sebesar 94,36%. Kenampakan hasil identifikasi kawasan hijau sudah hampir memenuhi rencana RTH pada Peta RTRW Kota Bandung. Hasil klasifikasi juga menunjukkan klasifikasi sesuai pada waktu yang sama dengan keadaan sebenarnya di lapangan. Hasil identifikasi kawasan hijau ini selanjutnya dapat dijadikan referensi untuk perancangan RTH di Kota Bandung, mengingat hasil identifikasi kawasan hijau ini yang masih belum dikenai peraturan lebih lanjut tentang RTH. Tetapi hasil ini memiliki kekurangan yaitu masih terdapat cukup banyak misklasifikasi pada hasil klasifikasi akibat nilai reflektans beberapa kelas yang hampir serupa. Tepatnya pada kelas yang memiliki unsur vegetasi seperti Taman, Terbuka, Tempat Pemakaman Umum, Vegetasi Pohon dan Sawah.

Saran

Apabila memungkinkan, gunakan citra dengan resolusi yang lebih tinggi dari 10 m. Karena hanya dengan resolusi 10 m dapat memuat cukup banyak jenis tutupan lahan, sehingga mengurangi ketelitian pada saat klasifikasi maupun perhitungan luasan. Perhatikan dengan baik pada saat membuat training sample. Ambil training sample pada objek yang sejenis secara konsisten dengan jumlah yang merata.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan tersusunnya makalah ini, Penulis tidak lupa mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dorongan, semangat, arahan serta berbagai macam bantuan baik berupa moral maupun spiritual, terutama kepada dosen pembimbing, pihak kampus, dan teman-teman angkatan.

DAFTAR RUJUKAN

- Adharina, N. D., & Aulia, T. (2022). Identifikasi jejaring ekologi ruang terbuka hijau kota bandung. *Jurnal Tata Kota dan Daerah*, 14(2), 107-114. Diakses pada tanggal 22 April 2023. Dari [https://tatakota.ub.ac.id/index.php/tatakota/article /view/626](https://tatakota.ub.ac.id/index.php/tatakota/article/view/626)
- Fariz, T. R., Daeni, F., & Sultan, H. (2021). Pemetaan perubahan penutup lahan di sub-das kreo menggunakan machine learning pada google earth engine. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 8(2), 85-92. Diakses pada tanggal 23 April 2023. Dari <https://jsal.ub.ac.id/index.php/jsal/article/view/432>
- Hidayati, I. N., Suharyadi, R., & Danoedoro, P. (2018). Kombinasi indeks citra untuk analisis lahan terbangun dan vegetasi perkotaan. *Majalah Geografi Indonesia*, 32(1), 24-32. Diakses pada tanggal 3 Juni 2023. Dari <https://www.researchgate.net/profile/Projo-Danoedoro/publication/>
- Iskandar, B., & Hanafi, N. (2022). Algoritma machine learning deteksi deforestasi hutan hujan tropis di kabupaten kotawaringin barat. *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer, dan Aplikasinya (JTika)*, 4(2), 194-201. Diakses pada tanggal 21 April 2023. Dari <http://jtika.if.unram.ac.id/index.php/JTIKA/article/view/205>
- Jaelani. 10 Desember 2013. "Kalibrasi Radiometrik : mengubah digital number (dn) ke radiance dan/atau reflectance" Forum. Diakses pada tanggal 20 Mei 2023. Dari <https://lmjaelani.com/2013/12/10/kalibrasi-radiometrik-mengubah-digital-number-dn-ke-radiance-danatau-reflectance/>
- LAPAN. 2018. Katalog inraja sentinel-2 citra resolusi menengah. Diakses pada tanggal 20 Mei 2023. Dari https://inderaja-catalog.lapan.go.id/application_data/default/pages/about_Sentinel-2.html
- Naldi, F. (2016). Pembangunan geodatabase ruang terbuka hijau kota bandung. *Reka Geomatika*, 2016(1). Diakses pada tanggal 22 April 2023. Dari <https://ejurnal.itenas.ac.id/index.php/rekageomatika/article/view/1832>
- Prihandono, A. (2010). Penyediaan ruang terbuka hijau (rth) menurut uu no. 26/2007 tentang penataan ruang dan fenomena kebijakan penyediaan rth di daerah. *Jurnal Permukiman*, 5(1), 13-23. Diakses pada tanggal 23 April 2023. Dari <https://jurnalpermukiman.pu.go.id/index.php/JP/article/view/173>