

Prediksi Perubahan Tutupan Lahan dan Suhu Permukaan Lahan

Tri Bagus Armansyah*, Irlan Fardani

Prodi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*tbagusarmansyah@gmail.com, irlan128@gmail.com

Abstract. The city of Surabaya as a metropolitan city cannot be avoided from the phenomenon of urbanization. This has an impact on increasing built-up land which has the potential to erode other lands, one of which is vegetation land so that it can trigger an increase in land surface temperature. The existence of the Cellular Automata method and the use of satellite imagery make it possible to predict changes in land cover and land surface temperature in the future. It was found that in 2034 in the city of Surabaya there was a change in land cover in the form of an increase in built-up land from 25692,15 Ha to 29982,19 Ha, a decrease in vegetation land from 3615,78 Ha to 1698,45 Ha, a decrease in vacant land from 3138,87 Ha to 889,04 Ha, decreased water area from 402,14 Ha to 280,25 Ha and found an increase in land surface temperature which was dominated by temperature class $>30^{\circ}\text{C}$ by 30044,38 Ha, decreased temperature class from $28-30^{\circ}\text{C}$ to 2171,83 Ha, a decrease in the temperature class from $24-26^{\circ}\text{C}$ to 117,56 Ha, a decrease in the temperature class from $22-24^{\circ}\text{C}$ to 4,52 Ha without a temperature class of $20-22^{\circ}\text{C}$ and $<20^{\circ}\text{C}$.

Keywords: *Land Cover, Change, Prediction.*

Abstrak. Kota Surabaya sebagai kota metropolitan tidak terhindar dari adanya fenomena urbanisasi. Hal tersebut berdampak pada peningkatan lahan terbangun yang berpotensi mengikis lahan-lahan lain salah satunya lahan vegetasi sehingga dapat memicu peningkatan suhu permukaan lahan. Adanya metode Cellular Automata dan pemanfaatan citra satelit memungkinkan untuk memprediksi perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan lahan di masa yang akan datang. Didapati hasil penelitian pada tahun 2034 di Kota Surabaya terjadi perubahan tutupan lahan berupa meningkatnya lahan terbangun dari 25692,15 Ha menjadi 29982,19 Ha, menurunnya lahan vegetasi dari 3615,78 Ha menjadi 1698,45 Ha, menurunnya lahan kosong dari 3138,87 Ha menjadi 889,04 Ha, menurunnya lahan perairan dari 402,14 Ha menjadi 280,25 Ha serta ditemui meningkatnya suhu permukaan lahan yang didominasi oleh kelas suhu $>30^{\circ}\text{C}$ sebesar 30044,38 Ha, menurunnya kelas suhu $28-30^{\circ}\text{C}$ menjadi 2171,83 Ha, menurunnya kelas suhu $26-28^{\circ}\text{C}$ menjadi 510,65 Ha, menurunnya kelas suhu $24-26^{\circ}\text{C}$ menjadi 117,56 Ha, menurunnya kelas suhu $22-24^{\circ}\text{C}$ menjadi 4,52 Ha tanpa adanya kelas suhu $20-22^{\circ}\text{C}$ dan $<20^{\circ}\text{C}$.

Kata Kunci: *Tutupan Lahan, Perubahan, Prediksi.*

A. Pendahuluan

Indonesia sebagai negara berkembang tidak terhindar dari adanya fenomena urbanisasi. Tingkat urbanisasi di Indonesia pada tahun 2017 hampir menyentuh angka 55% yang menandakan bahwa Indonesia berada pada kategori menengah urbanisasi. Diprediksi pada tahun 2045 sebanyak 220 juta penduduk Indonesia akan tinggal di kota-kota besar dan kecil.

Meningkatnya angka urbanisasi berdampak pada kebutuhan ruang yang semakin bervariasi sehingga menyebabkan perubahan tutupan lahan. Umumnya perubahan tutupan lahan yang sering ditemui merupakan perubahan tutupan lahan dari daerah vegetasi (daerah pertanian dan daerah bukan pertanian) menjadi tutupan lahan daerah tak bervegetasi yang dipengaruhi oleh adanya kenaikan demografi yang menyebabkan bertambahnya permintaan lahan terbangun.

Berkurangnya lahan vegetasi yang memiliki fungsi untuk menyerap air akan meningkatkan suhu permukaan lahan yang menjadi penyebab utama fenomena *urban heat island* (UHI) (1). Beberapa penelitian membuktikan bahwa UHI berdampak besar terhadap penurunan tingkat kenyamanan kehidupan manusia. Selain menimbulkan gangguan kesehatan, kebutuhan akan pendingin buatan seperti *air conditioner* (AC) dan kipas angin akan bertambah yang menyebabkan pemborosan penggunaan energi listrik dan peningkatan polusi (2).

Kota Surabaya sebagai salah satu kota metropolitan menjadi pusat pertumbuhan orde pertama yang menarik penduduk di daerah penyangganya, terlebih di daerah perdesaan kota. Jumlah penduduk Kota Surabaya di tahun 2020 mencapai 2.874.314 jiwa (3), yang menjadikan Kota Surabaya sebagai kota dengan jumlah penduduk terbanyak kedua setelah Kota Jakarta Timur di peringkat pertama, disusul oleh Kota Bekasi di peringkat ketiga dan Kota Bandung di peringkat keempat. Meningkatnya jumlah penduduk di Kota Surabaya disebabkan oleh berbagai motif seperti meningkatnya angka kelahiran dan proses migrasi/urbanisasi.

Kota Surabaya mengalami perluasan fenomena UHI dari tahun 1994 sampai dengan tahun 2002, suhu tinggi sempat mencapai angka 30-35 °C pada kawasan terbangun yang digunakan sebagai permukiman dan kegiatan industri. Pada periode tahun 2001 sampai dengan tahun 2015, area lahan terbangun di Kota Surabaya telah mengalami perluasan sekitar 4.439,61 Ha. Bersamaan dengan itu, suhu rata-rata Kota Surabaya cenderung mengalami peningkatan dari angka 27,8 °C menjadi 28 °C.

Adanya metode *Cellular Automata* (CA) yang mampu memprediksi perubahan tutupan lahan dan pemanfaatan citra satelit yang dapat digunakan dalam mengidentifikasi suhu permukaan lahan, memungkinkan penelitian ini dapat memprediksi perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan lahan di Kota Surabaya untuk melihat tren perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan lahan pada tahun 2034. Pengambilan tahun prediksi 2034 karena bertepatan dengan diperbaharunya Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Surabaya.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, didapati rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Bagaimana prediksi perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan lahan di Kota Surabaya pada tahun 2034?”. Selanjutnya, tujuan dilakukannya penelitian ini adalah melakukan prediksi perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan lahan Kota Surabaya pada tahun 2034.

B. Metodologi Penelitian

Peneliti menggunakan 4 metode analisis meliputi klasifikasi tutupan lahan, analisis suhu permukaan lahan, analisis prediksi tutupan lahan dan analisis prediksi suhu permukaan lahan dengan menggunakan pendekatan spasial dan kuantitatif. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik pengumpulan data sekunder, yang diperoleh dengan cara mengakses situs resmi, *library search* dan studi literatur.

1. Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi tutupan lahan dilakukan untuk mengidentifikasi pola perubahan tutupan lahan pada tahun 2002, 2015 dan 2021. Pengambilan rentang waktu yang berdekatan dipilih untuk menghindari beberapa fenomena alam yang dapat menyebabkan perbedaan drastis pada kondisi wilayah. Klasifikasi tutupan lahan dilakukan pada aplikasi ArcGIS dengan memanfaatkan citra satelit yang diperoleh dari *Earth Explorer United States Geological Survey*.

Adapun proses klasifikasi tutupan lahan terdiri dari 2 tahapan meliputi *composite band* dan klasifikasi *supervised*.

2. Analisis Suhu Permukaan Lahan

Analisis suhu permukaan lahan digunakan untuk mengetahui kondisi suhu permukaan lahan pada tahun 2015 dan 2021 menggunakan teknik indera/penginderaan jauh pada citra satelit Landsat *band* 4, 5, 10 dan 11. Analisis suhu permukaan lahan dilakukan pada aplikasi ArcGIS untuk mengidentifikasi perubahan suhu permukaan lahan dalam 2 sampel rentang waktu (2015 dan 2021). Adapun proses analisis suhu permukaan lahan terdiri dari 7 tahapan meliputi konversi *digital number* ke *top of atmosphere radiance*, konversi *band radiance* ke *satellite brightness temperature*, perhitungan *normalize difference vegetation index*, perhitungan nilai proporsi vegetasi, perhitungan nilai emisivitas, konversi temperatur satelit ke suhu permukaan lahan dan perhitungan nilai rata-rata suhu permukaan lahan.

3. Analisis Prediksi Tutupan Lahan

Analisis prediksi tutupan lahan *Cellular Automata* (CA) Markov dilakukan untuk memprediksi tutupan lahan tahun 2034 didahului dengan melakukan simulasi prediksi tutupan lahan pada tahun eksisting (2021), hal ini bermaksud untuk melihat tingkat akurasi prediksi yang akan diukur oleh uji validasi *index kappa* dan validasi kesesuaian tutupan lahan menggunakan Google Earth Pro, jika tingkat akurasi simulasi prediksi memenuhi kriteria nilai yang akurat, maka prediksi dapat dilanjutkan ke tahun sebenarnya yaitu tahun 2034. Analisis prediksi tutupan lahan dilakukan pada aplikasi TerrSet dengan memanfaatkan data-data berupa tutupan lahan tahun 2002, 2015 dan 2021 dan faktor pendorong yang meliputi ketinggian, kemiringan, jarak dari permukiman, jarak dari sungai dan jarak dari jaringan jalan.

4. Analisis Prediksi Suhu Permukaan Lahan

Analisis prediksi suhu permukaan lahan tahun 2034 diperoleh menggunakan data rata-rata perubahan suhu permukaan lahan berdasarkan perubahan tutupan lahan per tahun dalam rentang waktu 2 tahun (2015 dan 2021). Data prediksi ditampilkan dalam bentuk tabel yang memuat kelas perubahan tutupan lahan, rata-rata peningkatan suhu tahun 2015-2021, rata-rata peningkatan suhu per tahun (2015-2021) dan peningkatan suhu tahun 2034.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Klasifikasi Tutupan Lahan

Didapati klasifikasi tutupan lahan tahun 2002, Kota Surabaya didominasi oleh tutupan lahan terbangun seluas 18.059,51 Ha (54,98%), tutupan lahan kosong seluas 8.610,68 Ha (26,21%), tutupan lahan vegetasi seluas 5.314,32 Ha (16,18%) dan tutupan lahan perairan seluas 863,88 Ha (2,63%). Pada tahun 2015 didapati peningkatan tutupan lahan terbangun seluas 6.231,02 Ha menjadi 24.290 Ha (73,95%), penurunan tutupan lahan kosong seluas 4.467,88 Ha menjadi 4.142,8 (12,61%), penurunan tutupan lahan vegetasi seluas 1.407,68 Ha menjadi 3.906,64 Ha (11,89%) dan penurunan lahan perairan seluas 107,28 Ha menjadi 509,42 Ha (1,55%). Pada tahun 2021 didapati peningkatan tutupan lahan terbangun seluas 7.632,64 Ha menjadi 25.692,15 Ha (78,21%), penurunan lahan kosong seluas 5.471,81 Ha menjadi 3.138,87 Ha (9,56%), penurunan lahan vegetasi seluas 1.698,54 Ha menjadi 3.615,78 Ha (11,01%) dan penurunan lahan perairan seluas 461,74 Ha menjadi 402,14 Ha (1,22%).

Tabel 1. Perubahan Luasan Tutupan Lahan Hasil Klasifikasi *Supervised* Kota Surabaya

No	Tutupan Lahan	Perubahan Luasan 2002-2015 (Ha)	Perubahan Luasan 2015-2021 (Ha)	Perubahan Luasan 2002-2021 (Ha)
1	Perairan	-354,36	-107,28	-461,74
2	Vegetasi	-1.407,68	-290,86	-1.698,54
3	Lahan Terbangun	+6.231,02	+1.401,62	+7.632,64
4	Lahan Kosong	-4.467,88	-1.003,93	-5.471,81

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2022.

Analisis Suhu Permukaan Lahan

Didapati suhu permukaan lahan pada tahun 2015 didominasi oleh kelas suhu 24-26 °C seluas 8.033,79 Ha dan luasan suhu permukaan lahan paling kecil yaitu kelas 20-22 °C seluas 711,09 Ha. Pada tahun 2021 kelas suhu >30 °C mendominasi Kota Surabaya seluas 7.648 Ha dengan luasan suhu permukaan lahan paling kecil di kelas <20 °C seluas 1,35 Ha.

Tabel 2. Luasan Suhu Permukaan Lahan Kota Surabaya Tahun 2015

No	Kelas Suhu (°C)	Luasan (Ha)	Persentase (%)
1	<20	-	-
2	20-22	711,09	2,16
3	22-23	4.426,70	13,48
4	23-24	8.033,79	24,46
5	24-26	18.264,18	55,60
6	26-30	1.415,34	4,31
7	>30	-	-

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2022.

Tabel 3. Luasan Suhu Permukaan Lahan Kota Surabaya Tahun 2021

No	Kelas Suhu (°C)	Luasan (Ha)	Persentase (%)
1	<20	1,35	0,00
2	20-22	18,54	0,06
3	22-23	74,32	0,23
4	23-24	2.461,94	7,49
5	24-26	5.119,52	15,58
6	26-30	17.525,93	53,35
7	>30	7.648,12	23,28

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2022.

Analisis Prediksi Tutupan Lahan

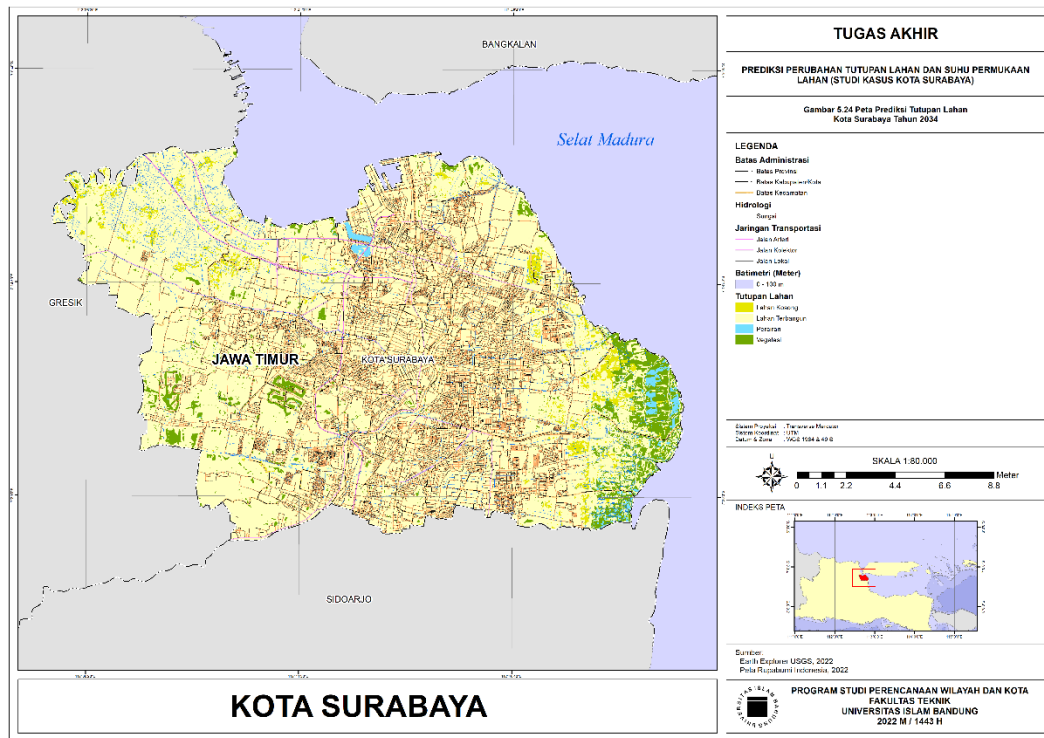
Pada simulasi prediksi tutupan lahan tahun eksisiting (2021) didapati hasil uji validasi *index kappa* sebesar 0,71 (kategori “Baik” (0,61-0,8)) yang menunjukkan bahwa prediksi memiliki hasil yang akurat dan penggunaan faktor pendorong memiliki pengaruh yang kuat dan dapat digunakan untuk proses prediksi. Pada uji validasi kesesuaian tutupan lahan yang dilakukan pada Google Earth Pro, didapati 12 titik koordinat yang akurat dari total 15 titik koordinat yang tersebar secara acak di keseluruhan Kota Surabaya dengan nilai akhir sebesar 80% yang berarti dapat dikatakan layak dan dapat dilanjutkan untuk prediksi tahun 2034.

Didapati hasil prediksi tutupan lahan Kota Surabaya tahun 2034, diprediksi akan terjadi peningkatan tutupan lahan terbangun seluas 4.290,04 Ha menjadi 29.982,19 Ha (91,27%), penurunan lahan kosong seluas 2.249,83 Ha menjadi 889,04 Ha (2,71%), penurunan lahan vegetasi seluas 1.917,33 Ha menjadi 1.698,45 Ha (5,17%) dan penurunan lahan perairan seluas 121,89 Ha menjadi 280,25 Ha (0,85%).

Tabel 4. Luasan Prediksi Tutupan Lahan Kota Surabaya Tahun 2034

No	Tutupan Lahan	Luasan (Ha)	Persentase (%)
1	Perairan	280,25	0,85
2	Vegetasi	1.698,45	5,17
3	Lahan Terbangun	29.982,19	91,27
4	Lahan Kosong	889,04	2,71

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2022.



Gambar 1. Peta Prediksi Tutupan Lahan Kota Surabaya Tahun 2034

Analisis Prediksi Suhu Permukaan Lahan

Prediksi suhu permukaan lahan diawali dengan melakukan kalkulasi rata-rata perubahan/peningkatan suhu 2015-2021 berdasarkan kelas perubahan tutupan lahan, lalu ditambahkan dengan rata-rata perubahan/peningkatan suhu (2015-2021).

Tabel 5. Kontribusi Perubahan Tutupan Lahan terhadap Peningkatan Suhu Permukaan Lahan Kota Surabaya Tahun 2034

No	Perubahan Tutupan Lahan	Rata-Rata Peningkatan Suhu (°C)		Peningkatan Suhu Tahun 2034 (°C)
		Tahun 2015-2021	Per Tahun	
1	Perairan tidak berubah	0,00	0,00	0,00
2	Perairan menjadi vegetasi	3,00	0,50	3,50
3	Perairan menjadi lahan terbangun	3,95	0,66	4,61
4	Perairan menjadi lahan kosong	3,97	0,66	4,63
5	Vegetasi tidak berubah	2,85	0,48	3,33
6	Vegetasi menjadi perairan	2,53	0,42	2,95
7	Vegetasi menjadi lahan terbangun	3,34	0,56	3,90
8	Vegetasi menjadi lahan kosong	3,48	0,58	4,06
9	Lahan terbangun tidak berubah	2,76	0,46	3,22
10	Lahan terbangun menjadi perairan	1,68	0,28	1,96
11	Lahan terbangun menjadi vegetasi	3,00	0,50	3,50
12	Lahan terbangun menjadi lahan kosong	3,16	0,53	3,69
13	Lahan kosong tidak berubah	3,58	0,60	4,18
14	Lahan kosong menjadi perairan	2,26	0,38	2,64
15	Lahan kosong menjadi vegetasi	2,90	0,48	3,38
16	Lahan kosong menjadi lahan terbangun	3,15	0,53	3,68

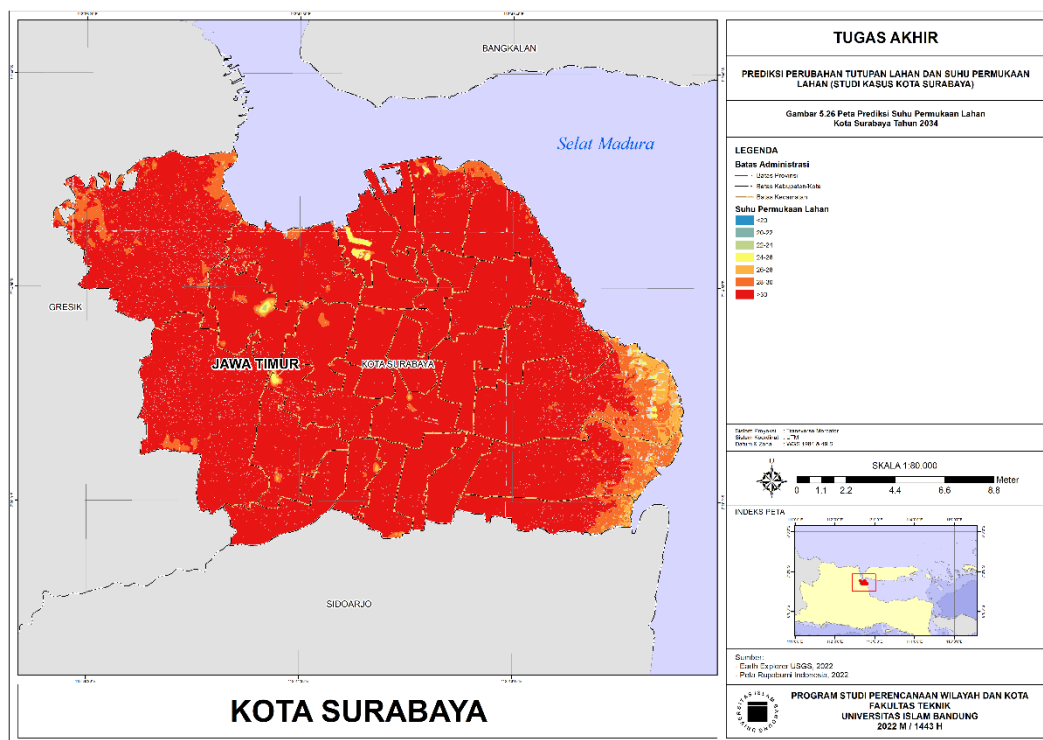
Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2022.

Dari hasil kalkulasi di atas, selanjutnya dilakukan klasifikasi untuk melihat luasan suhu permukaan lahan berdasarkan kelas suhu. Didapati hasil prediksi suhu permukaan lahan Kota Surabaya tahun 2034, diprediksi akan terjadi peningkatan kelas suhu $>30^{\circ}\text{C}$ seluas 22.396,26 Ha menjadi 30.044,38 Ha (91,47%), penurunan kelas suhu $28-30^{\circ}\text{C}$ seluas 15.354,1 Ha menjadi 2.171,83 Ha (6,61%), penurunan kelas suhu $26-28^{\circ}\text{C}$ seluas 4.608,87 Ha menjadi 510,65 Ha (1,55%), penurunan kelas suhu $24-26^{\circ}\text{C}$ seluas 2.344,38 Ha menjadi 117,56 Ha (0,36%), penurunan kelas suhu $22-24^{\circ}\text{C}$ seluas 69,8 Ha menjadi 4,52 Ha (0,01%) dan tidak ditemuinya kelas suhu $<20^{\circ}\text{C}$ dan $20-22^{\circ}\text{C}$.

Tabel 6. Luasan Prediksi Suhu Permukaan Lahan Kota Surabaya Tahun 2034

No	Kelas Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Luasan (Ha)	Persentase (%)
1	<20	-	-
2	20-22	-	-
3	22-23	4,52	0,01
4	23-24	117,56	0,36
5	24-26	510,65	1,55
6	26-30	2.171,83	6,61
7	>30	30.044,38	91,47

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2022.



Gambar 2. Peta Prediksi Suhu Permukaan Lahan Kota Surabaya Tahun 2034

D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian yaitu diprediksi pada tahun 2034 akan terjadi perubahan tutupan lahan meliputi peningkatan lahan terbangun seluas 4.290,04 Ha menjadi 29.982,19 Ha (91,27%), penurunan lahan kosong seluas 2.249,83 Ha menjadi 889,04 Ha (2,71%), penurunan lahan vegetasi seluas 1.917,33 Ha menjadi 1.698,45 Ha (5,17%) dan penurunan lahan perairan seluas 121,89 Ha menjadi 280,25 Ha (0,85%). Untuk suhu permukaan lahan pada tahun 2034 akan terjadi perubahan suhu meliputi peningkatan kelas suhu $>30^{\circ}\text{C}$ seluas 22.396,26 Ha menjadi 30.044,38 Ha (91,47%), penurunan kelas suhu $28-30^{\circ}\text{C}$ seluas 15.354,1 Ha menjadi 2.171,83 Ha (6,61%), penurunan

kelas suhu 26-28 °C seluas 4.608,87 Ha menjadi 510,65 Ha (1,55%), penurunan kelas suhu 24-26 °C seluas 2.344,38 Ha menjadi 117,56 Ha (0,36%), penurunan kelas suhu 22-24 °C seluas 69,8 Ha menjadi 4,52 Ha (0,01%) dan tidak ditemuinya kelas suhu <20 °C dan 20-22 °C.

Acknowledge

Peneliti mengucapkan terima kasih pada Allah SWT yang telah memberikan kesanggupan untuk menyelesaikan penelitian ini, Bapak Irland Fardani, S.Si., MT selaku pembimbing penelitian serta rekan-rekan yang membantu demi berhasilnya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Zhang Y, Balzter H, Liu B, Chen Y. Analyzing the Impacts of Urbanization and Seasonal Variation on Land Surface Temperature Based on Subpixel Fractional Covers Using Landsat Images. *IEEE J Sel Top Appl Earth Obs Remote Sens.* 2017;10(4):1344–56.
- [2] Tursilowati L. Urban Heat Island Dan Kontribusinya Pada Perubahan Lahan. *Pros Semin Nas Pemanasan Glob dan Perubahan Glob - Fakta, Mitigasi, dan Adapt.* 2012;978–9.
- [3] Badan Pusat Statistik Surabaya. Kota Surabaya Dalam Angka (Surabaya Municipality In Figures) 2021. BPS Kota Surabaya. 2021;1–290.
- [4] R. Soemadiredja and Y. Asyiwati, “Kajian Hubungan Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Air Limpasan di Desa Cimekar Kecamatan Cileunyi Kabupaten Bandung,” *Bandung Conf. Ser. Urban Reg.* ..., pp. 36–43, 2022.