

## ANALISIS PERUBAHAN PENGGUNAAN LAHAN KAWASAN TANJUNG BUNGA KELURAHAN TANJUNG MERDEKA KOTA MAKASSAR

Nasrullah<sup>1</sup>, Slamet Trisutomo<sup>2</sup>, Abdul Rachman Rasyid<sup>3</sup>

Jurusan Manajemen Perkotaan, Fakultas Pascasarjana

Universitas Hasanuddin Makassar

<sup>1</sup>Email: [aghoplanology@gmail.com](mailto:aghoplanology@gmail.com)

Diterima (received): 17 Januari 2022

Disetujui (accepted): 14 Maret 2022

### ABSTRAK

Peningkatan jumlah penduduk yang sangat cepat disertai dengan peningkatan pendapatan per kapita masyarakat telah mengakibatkan kebutuhan lahan semakin meningkat. Namun, karena persediaan lahan terbatas maka terjadilah alih fungsi lahan. Permasalahan umum disebabkan dari jumlah penduduk yang terus bertambah, kondisi geografis, dan topografi wilayah serta strategi pengembangan Nasional dan Provinsi maka perubahan lahan terjadi secara cepat setiap tahunnya, khususnya di wilayah *hinterland* dan wilayah pesisir pantai kota Makassar. Penelitian ini membahas untuk pengembangan prediksi perubahan penggunaan lahan pada tahun 2034 menggunakan metode *Cellular Automata Markov (CA-Markov)*. Penelitian ini menggunakan analisis kualitatif deskriptif. Menggunakan aplikasi *ArcMap 10.3* dan *Idris Selva 17.0* analisis prediksi perubahan lahan. Hasil penelitian menunjukkan Luas penggunaan lahan yang mengalami peningkatan yaitu lahan terbangun dan laut dengan luas masing-masing 262,39 Ha dan 9,31 Ha. Sedangkan luas perubahan penggunaan lahan yang mengalami penyusutan adalah lahan kosong tambak, pertanian dan tubuh air yaitu masing-masing sebesar 64,69 Ha, 4,92 Ha, 36,19 Ha dan 55,64 Ha.

**Kata Kunci :** penggunaan lahan, perubahan lahan, *Cellular Automata Markov*

### A. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk Sulawesi Selatan pada 2018 mencapai 8,77 juta jiwa. Kota Makassar merupakan daerah yang memiliki jumlah penduduk paling banyak di Sulawesi Selatan. Jumlah penduduknya 1.5 Juta Jiwa (BPS, 2019). Tentunya hal ini sangat berpengaruh terhadap lahan di Kota Makassar. Peningkatan jumlah penduduk yang sangat cepat disertai dengan peningkatan pendapatan per kapita masyarakat telah mengakibatkan kebutuhan lahan semakin meningkat. Namun, karena persediaan lahan terbatas maka terjadilah alih fungsi lahan. Permasalahan umum disebabkan dari jumlah penduduk yang terus bertambah, kondisi geografis, dan topografi wilayah serta strategi pengembangan Nasional dan Provinsi maka perubahan lahan terjadi secara cepat setiap tahunnya, khususnya di wilayah *hinterland* dan wilayah pesisir pantai kota Makassar. Fakta ini sejalan dengan pemikiran yang mengemukakan bahwa dinamika perubahan penggunaan lahan sangat dipengaruhi oleh *driving forces* seperti pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi dan juga dipengaruhi oleh faktor fisik seperti topografi, jenis tanah dan iklim (Skole & Tucker, 1993). Perubahan penggunaan lahan berakibat berkurangnya vegetasi tanaman/tumbuhan yang berfungsi sebagai

penghasil oksigen, menyerap karbon dioksida sehingga terjadi peningkatan suhu udara di perkotaan, hal ini mengakibatkan terjadinya perubahan iklim. Ruang terbuka Hijau yang menjadi habitat hewan dan tumbuhan semakin berkurang mengakibatkan kematian hewan dan tumbuhan karena putus rantai makanan, hal ini disebabkan oleh pembangunan lahan permukiman penduduk yang juga merupakan lahan bisnis. Penyebab dari perubahan penggunaan adalah kelangkaan sumberdaya; perubahan kesempatan akibat pasar; intervensi kebijakan dari luar; hilangnya kapasitas adaptasi dan meningkatnya kerentanan; perubahan dalam organisasi sosial dalam mengakses sumberdaya dan dalam tingkah laku (Lambin, Geist, & Lepers, 2003).

(Lillesand, Kiefer, & Chipman, 1979) menyatakan bahwa penginderaan jauh adalah ilmu atau seni untuk memperoleh informasi mengenai objek, daerah atau gejala, dengan jalan menganalisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat, tanpa melakukan kontak langsung dengan objek, daerah atau gejala yang akan dikaji. Dari definisi yang telah diuraikan tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk mengindera atau menganalisis permukaan bumi dari jarak yang jauh, dimana perekaman dilakukan di udara atau di angkasa dengan menggunakan alat (sensor) dan wahana. Data penginderaan jauh dapat berupa data digital atau data numerik maupun data visual. Data citra berupa gambaran yang mirip wujud aslinya atau paling tidak berupa gambaran planimetrik. Sedangkan data non citra pada umumnya berupa garis atau grafik (Sutanto, 1986).

Model CA adalah suatu metoda komputasi untuk memprediksi perubahan sistem dinamik yang bergantung pada aturan sederhana dan berkembang hanya menurut aturan tersebut dari waktu ke waktu. Metoda ini pertama kali diperkenalkan oleh Ulam dan von Neumann pada tahun 1948 untuk menyelidiki perilaku sistem kompleks secara luas dalam proses biologi seperti memperbanyak diri (Von Neumann & Burks, 1966).

## **B. METODE PENELITIAN**

Lokasi penelitian dilakukan di Kota Makassar yang merupakan ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan dan merupakan kota terbesar keempat di Indonesia yang memiliki luas areal 175,79 km dengan panjang garis 52,8 km yang terdiri dari garis pantai daerah pesisir sepanjang 36,1 km dan garis pantai pulau-pulau dan gusung sepanjang 16,7 km. Kota Makassar memiliki 14 Kecamatan dan terdiri dari 143 Kelurahan.

Lokasi penelitian ini dilakukan di kawasan Tanjung Bunga Kelurahan Tanjung Merdeka Kec. Tamalate Kota Makassar. Luasnya sekitar 443 Ha atau 3,37 Km<sup>2</sup> dan terdiri dari 31 RT dan 8 RW dengan jumlah penduduk 11.414 jiwa yang terdiri atas 5.665 jiwa laki-laki dan 5.749 jiwa perempuan. Letak geografis Kelurahan Tanjung Merdeka 5°11'18.1"S -119°23'33.6"E, waktu penelitian dilakukan bulan Januari sampai Juni 2020. Data spasial primer berupa Citra Landsat Rupa Bumi Wilayah Kota Makassar tahun 2004, 2009, 2014 dari Google Earth dan 2019 Peta Penggunaan Lahan tahun 2019. Data sekunder berupa data kependudukan dan populasi penduduk dari BPS, data geografis dari Bappeda dan survey lapangan.

Penelitian ini menggunakan perpaduan antara aplikasi ArcMap10.3 dan Idrisi Selva17.0 sebagai instrument untuk analisis Celular Automata Markov dan Global Mapper untuk ratifikasi koordinat peta. Peta citra Kota Makassar tahun 2004, 2009, 2014 dan 2019 yang diperoleh pada 6 November 2020 dengan ketinggian mata Kurang dari 1000 meter selanjutnya dipotong sesuai dengan kawasan penelitian. Kemudian peta dilengkapi dengan meletakkan koordinat grafisnya, dimana koordinat yang digunakan adalah koordinat UTM. Koordinat geografis (*Geographical Coordinate*), sumbu yang digunakan adalah garis bujur (BB dan BT) yang tegak lurus dengan khatulistiwa dan garis lintang (LU dan LS) yang sejajar dengan khatulistiwa. Koordinat geografis dinyatakan dalam satuan derajat, menit dan detik. Koordinat grid atau UTM (*Universal Transverse Mercator*), koordinat ini menyatakan kedudukan suatu titik dalam ukuran jarak setiap titik acuan. Peregistrasian dilakukan dengan menggunakan program *GlobalMapper11*. Kemudian melakukan Interpretasi Citra, digitasi peta dengan aplikasi ArcGis.

Adapun tahapan dalam analisis data perubahan penggunaan lahan Celular Automata Markov adalah sebagai berikut :

- *Crosstab*

Untuk mengetahui apakah telah terjadi perubahan penggunaan lahan serta mengetahui lokasi perubahan tersebut maka perlu dilakukan *crosstab*. Dalam tahap ini dilakukan analisis perubahan penggunaan lahan untuk tahun 2004 sampai tahun 2014 secara spasial menggunakan *Cross-classification*. Idrisi Selva 17.0 menyediakan suatu modul untuk tujuan ini yaitu “CrossTab” yang dipilih pada menu “GIS Analysis → Change/Time Series → CROSSTAB”.

- Probabilitas Markov

Probabilitas perubahan penggunaan lahan dapat dilakukan dengan metode *Markov Chain*. Hasil dari proses *Markov Chain* adalah matriks transisi peluang perubahan penggunaan lahan berdasar pada pengamatan untuk waktu tertentu. *Markov Chain* melakukan analisis pada dua data raster perubahan penggunaan lahan pada waktu yang berbeda. *Markov Chain* dapat diakses dalam *software* Idrisi Selva 17.0 dengan memilih menu “GIS Analysis → Change/Time Series → MARKOV”. Penelitian ini menggunakan data raster perubahan penggunaan lahan tahun 2004, 2009, 2014 dan 2019, kemudian mengatur modul *markov* agar melakukan analisis probabilitas transisi perubahan penggunaan lahan untuk tahun 2009 sampai 2014. Dari data tahun 2009 dan 2014 tersebut, diperoleh perkiraan perubahan penggunaan lahan tahun 2019 dari hasil analisis *Markov Chain* dengan menggunakan modul Stokastik. Analisis stokastik dapat diakses melalui “GIS Analysis → Change/Time Series → STCHOICE” dengan menggunakan data raster probabilitas bersyarat hasil analisis *markov* sebagai masukan.

- Validasi Model

Dalam tahap ini dilakukan validasi model dengan metode validasi model *kappa*. Pada tahap validasi, yang dimasukkan adalah data raster perubahan penggunaan lahan tahun 2019 hasil proses *markov chain* dan data raster perubahan penggunaan lahan tahun 2019 dari hasil digitasi citra. Hasil prosedur validasi digunakan untuk melihat kelayakan suatu operasi analisis.

Jika nilai hasil Validasi Model <70% akan dilakukan kalibrasi ulang pada proses pembuatan data peta perubahan penggunaan lahan tahun 2004, 2009, 2014 dan 2019 dimulai dari koreksi geometrik, koreksi radiometrik, training area sampai pada klasifikasi multispektral. Tetapi jika nilai hasil validasi cukup atau >70% model perubahan penggunaan lahan akan diproses untuk menghasilkan perubahan penggunaan lahan tahun 2034.

- Membuat Data raster Kesesuaian pada Modul MCE (*Multi Criteria Evaluation*)

Dalam modul MCE (*Multi Criteria Evaluation*), dihasilkan *transition suitability image collection* dengan memasukkan data raster jumlah penduduk dan aksesibilitas sebagai faktor pendorong. Faktor pendorong digunakan untuk mengatur peta kesesuaian setiap perubahan penggunaan lahan. Hal pertama yang dilakukan pada modul MCE adalah melakukan reklasifikasi untuk semua faktor pendorong, dimana untuk semua kriteria faktor yang sesuai diberi nilai 1 sedangkan yang tidak sesuai diberi nilai 0. Setelah itu melakukan standarisasi sejumlah faktor. Untuk semua faktor pendorong harus dalam format *biner byte* dan menggunakan sistem skala yang sama. Semua tipe data raster untuk masing-masing faktor yang masih berformat raster tipe real atau interger di konversi ke dalam format raster tipe *byte* dengan memilih menu “Reformat → CONVERT”. Selanjutnya mengukur jarak masing-masing faktor dengan menu “GIS Analysis → Distance Operators → DISTANCE”. Untuk menciptakan nilai skala 0 255 dilakukan pada menu “Image Processing → Enhancement → STRETCH”. Setelah semua faktor pendorong telah diproses, langkah berikutnya yang dilakukan adalah melakukan pembobotan untuk melihat kepentingan relatif dari setiap faktor. Setiap faktor harus memiliki nilai bobot. Pembobotan ini dilakukan dalam “WEIGHT – AHP weight derivation” dengan memilih menu “Modeling → Model Deployment Tools → Weight”. Hasil dari pembobotan ini digunakan sebagai parameter untuk menentukan *factor weight* pada modul MCE. Setelah semua faktor data raster standar telah didapat, modul MCE dijalankan dengan memilih menu “Modeling → Model Deployment Tools → MCE” dengan memasukkan sejumlah faktor pendorong, kemudian mengambil parameter faktor yang didapatkan dari *AHP weight derivation*. Hasil akhir dari modul MCE yaitu peta kesesuaian transisi yang digunakan dalam modul *Cellular Automata Markov*.

- Simulasi Model dengan CA – Markov Chain

Simulasi model dengan *Cellular Automata-Markov* dapat diakses pada Idrisi Selva 17,0 pada menu “GIS Analysis → Change/Time Series → CA-MARKOV”. Modul ini dijalankan dengan menggunakan data raster perubahan penggunaan lahan tahun 2004 dan 2019 sebagai gambar dasar penggunaan lahan, kemudian memasukan *Markov Transition Area File* yang diperoleh dari hasil transisi probabilitas *markov*, selanjutnya memasukan *Transition suitability image collection* yang dibangun pada modul MCE dengan memasukan sejumlah faktor pendorong menentukan 10 untuk perubahan 10 tahun dan 15 untuk perubahan 15 tahun sebagai jumlah literasi

CA dan memilih jenis filter 5 X 5 yang merupakan filter standard dalam Cellular Automata.

### C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Prediksi perubahan penggunaan lahan tahun 2034 dilakukan dengan menggunakan permodelan *markov* pada *software* SIG. Hasil prediksi tersebut diperoleh dengan mengalikan matriks transisi *markov* periode 2004-2019 dengan vektor (matriks satu kolom) peluang terjadinya perubahan setiap kelas penggunaan lahan pada tahun 2019. Matriks transisi *markov* diperoleh dari hasil perhitungan matriks perubahan penggunaan lahan dengan menggunakan persamaan *markov*.

**Tabel 1.** Matriks Transisi markov tahun 2004-2019

		Landuse 2004						
		Cl.1	Cl.2	Cl.3	Cl.4	Cl.5	Cl.6	Grand Total
Landuse 2019	Class 1	64,79	1,32	0	0	0	3,01	69,14
	Class 2	0,53	47,53	2,04	0,81	0	28,27	79,18
	Class 3	0	1,97	0,09	0	0	0	2,06
	Class 4	1,90	24,44	0	34,94	0	15,93	77,20
	Class 5	4,94	38,72	3,61	2,71	8,01	41,29	99,29
	Class 6	0	5,31	0	0,77	0	100,2	106,28
	Grand Total	72,17	119,29	5,74	39,23	8,01	188,7	433,14

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Ket:

- Class 1 = Tubuh Air
- Class 2 = Lahan Kosong
- Class 3 = Laut
- Class 4 = Pertanian
- Class 5 = Tambak
- Class 6 = Terbangun

Matriks transisi *markov* tahun 2004-2019 dan vektor peluang terjadinya perubahan setiap kelas penggunaan lahan tahun 2019 dapat dilihat pada gambar 1.

```

M34transisi_probability - Notepad
File Edit Format View Help
Given : Probability of changing to :
      Cl. 1 Cl. 2 Cl. 3 Cl. 4 Cl. 5 Cl. 6
Class 1 : 0.6998 0.0152 0.0000 0.0000 0.0000 0.2850
Class 2 : 0.0093 0.3181 0.0363 0.0133 0.0000 0.6231
Class 3 : 0.0000 1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
Class 4 : 0.0300 0.3325 0.0000 0.3464 0.0000 0.2911
Class 5 : 0.0482 0.3211 0.0722 0.0241 0.0421 0.4923
Class 6 : 0.0000 0.1552 0.0000 0.0305 0.0000 0.8144
    
```

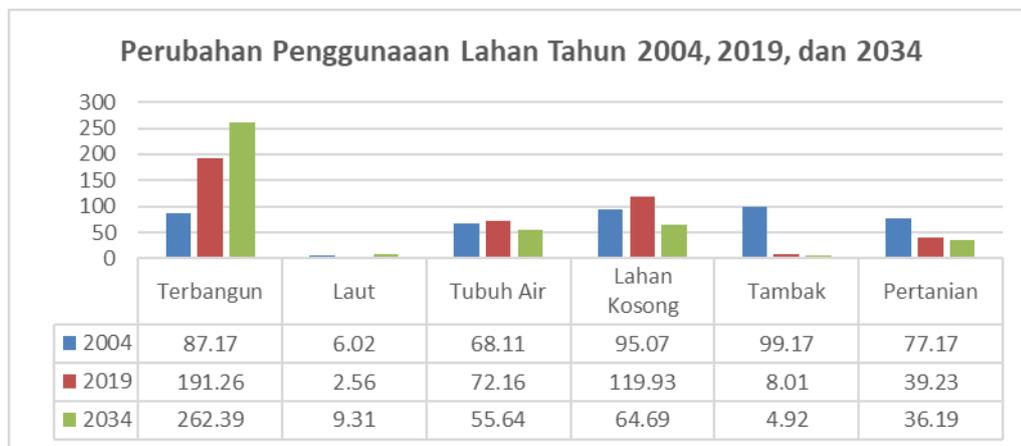
**Gambar 1.** Matriks Transition Probability Markov

Sumber : Hasil Analisis, 2020

**Tabel 2** Penggunaan lahan tahun 2004, 2019 dan 2034

No	Kelas Penggunaan Lahan	Luas (Ha)		
		2004	2019	2034
1	Terbangun	87,17	191,26	262,39
2	Laut	6,02	2,56	9,31
3	Tubuh Air	68,11	72,16	55,64
4	Lahan Kosong	95,07	119,93	64,69
5	Tambak	99,17	8,01	4,92
6	Pertanian	77,17	39,23	36,19
<b>Total</b>		<b>433,14</b>	<b>433,14</b>	<b>433,14</b>

Sumber : Hasil Analisis, 2020



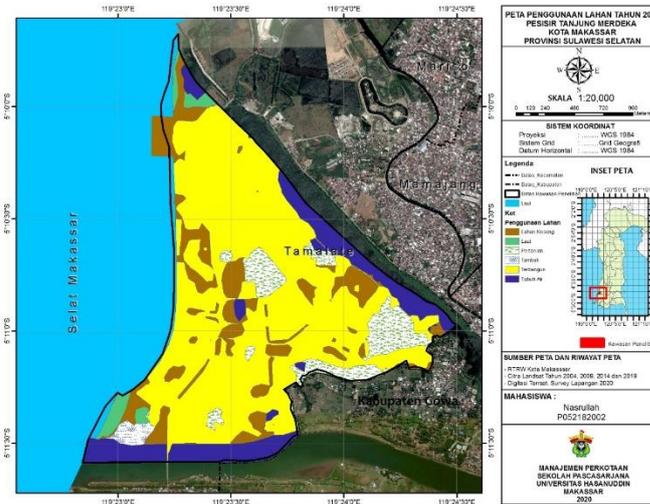
**Gambar 2.** Grafik Perubahan Penggunaan Lahan Tahun 2004, 2019 dan 2034

Sumber : Hasil Analisis, 2020

Hasil prediksi penggunaan lahan tahun 2034 menunjukkan bahwa masing-masing kelas berpotensi mengalami peningkatan dan penurunan luasan. Pada umumnya hasil prediksi penggunaan lahan Kawasan Penelitian Tanjung Merdeka yang terletak di Pesisir Kota Makassar tahun 2034 memperlihatkan bahwa kelas-kelas penggunaan lahan yang bersifat alami mengalami penurunan luas secara signifikan, hal ini berbanding terbalik dengan kelas penggunaan lahan yang dipengaruhi oleh aktifitas manusia yang mengalami peningkatan luas seperti lahan terbangun dan lahan kosong. Kelas lahan terbangun semakin meningkat dikarenakan adanya proses pembangunan permukiman yang telah dan akan selalu terjadi di kawasan penelitian, lahan terbangun tersebut menggantikan fungsi lahan kosong, tambak, badan air maupun laut seperti yang terlihat pada matriks transisi *markov* pada Tabel 4.24. Luas lahan terbangun pada tahun 2019 yaitu 44,16% dari luas total kawasan penelitian, luasan ini berubah menjadi 60,58% ditahun 2034, sehingga kelas lahan terbangun mengalami peningkatan sebesar 16,42%. Hal ini dapat dilihat pada matriks transisi bahwa kelas C6 hanya akan terkonversi menjadi kelas C2 dan C6. Hal ini dikarenakan adanya faktor aktifitas penduduk, sehingga permintaan lahan terbangun semakin meningkat.

Berbeda halnya dengan kelas lahan terbangun, beberapa kelas lahan lainnya justru mengalami penurunan seperti lahan kosong sebesar 12,75% yaitu dari 119,93 Ha (27,69%) menjadi 64,69 Ha (14,94%) dari total luas kawasan

penelitian. Lahan kosong terkonversi menjadi C1, C2, C3 dan C6. Pada kelas lahan tambak luasannya mengalami penurunan sebesar 0,71% yaitu dari 8,01 Ha (1,85%) menjadi 4,92 (1,14%) Ha, seperti yang ditunjukkan pada matriks transisi bahwa lahan tambak terkonversi menjadi C2, C3, C5 dan C6. Sedangkan kelas lahan pertanian dan tubuh air juga mengalami penurunan luas yaitu masing-masing sebesar 0,7%, dan 3,81% kemudian laut meningkat 1,56% dari total luas kawasan penelitian. Penurunan luas yang terjadi pada penggunaan lahan yang bersifat alami dapat dikatakan cukup besar. Peta prediksi perubahan penggunaan lahan dapat dilihat pada gambar 3

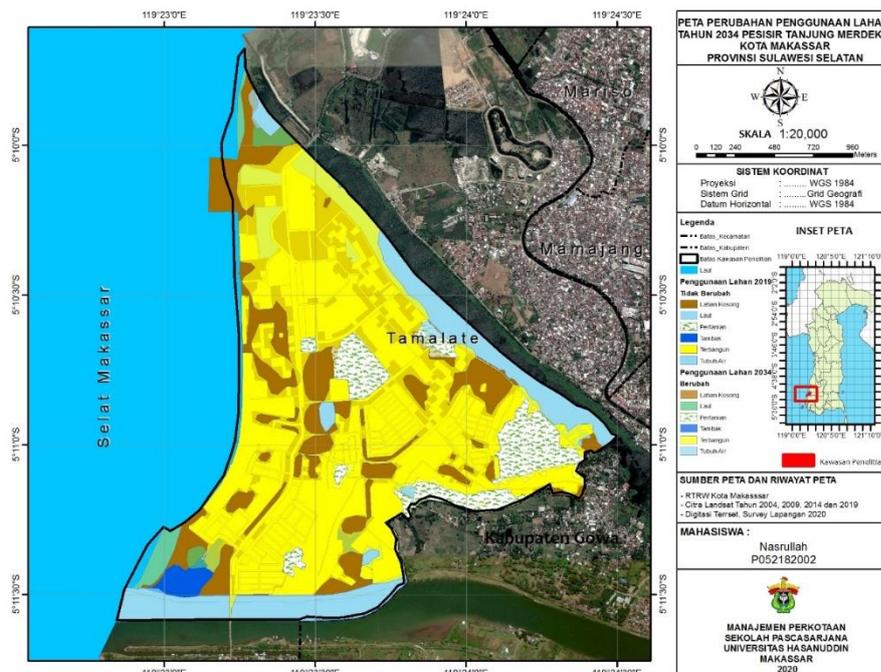


**Gambar 3.** Peta Prediksi Penggunaan Lahan tahun 2034  
 Sumber : Hasil Analisis, 2020 menggunakan Terrset/ IdrisiSelva

**Tabel 3** Titik Perubahan Penggunaan lahan tahun 2019-2034

		Landuse 2019						
		Lahan Kosong	Laut	Pertanian	Tambak	Terbangun	Tubuh Air	Grand Total
Landuse 2034	Lahan Kosong	62,36	0,02	0,01	0,04	0,30	0,12	62,84
	Laut	3,28	5,58	0	0,37	0	0,01	9,24
	Pertanian	1,16	0	34,28	0,06	0,63	0,01	36,14
	Tambak	0,02	0	0	4,88	0	0,01	4,92
	Terbangun	55,16	0	3,92	2,44	184,59	18,36	264,47
	Tubuh Air	0,88	0	0,97	0,22	0,09	53,35	55,52
	Grand Total	122,87	5,61	39,18	8,01	185,61	71,86	433,14

Sumber: Hasil Analisis, 2020



**Gambar 4.** Peta Perubahan Penggunaan Lahan tahun 2034  
Sumber : Hasil Analisis, 2020 menggunakan ArcMap 10.3

#### D. KESIMPULAN

Permodelan *Cellular Automata - Markov* dapat digunakan untuk di kawasan penelitian yang diteliti penulis, hal ini ditunjukkan dari nilai akurasi yang diperoleh berdasarkan proses validasi yang menunjukkan nilai akurasi sebesar 0,8000 atau 80%. Hal ini menunjukkan bahwa hasil validasi data hasil prediksi *markov* memiliki nilai akurasi kappa yang berimbang sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil prediksi penggunaan lahan tahun 2034 dapat dikatakan sangat baik dan dapat diterima. Berdasarkan analisis dengan menggunakan permodelan CA-M tahun 2004 sampai 2019 menghasilkan prediksi tahun 2034 dengan luas perubahan penggunaan lahan. Luas penggunaan lahan yang mengalami peningkatan yaitu lahan terbangun dan laut dengan luas masing-masing 262,39 Ha dan 9,31 Ha. Sedangkan luas perubahan penggunaan lahan yang mengalami penyusutan adalah lahan kosong tambak, pertanian dan tubuh air yaitu masing-masing sebesar 64,69 Ha, 4,92Ha, 36,19Ha dan 55,64 Ha

#### DAFTAR PUSTAKA

- BPS. (2019). *Kota Makassar Dalam Angka*.
- Lambin, E. F., Geist, H. J., & Lepers, E. (2003). Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual review of environment and resources*, 28(1), 205-241.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (1979). *Remote sensing and image interpretation*: John Wiley & Sons. New York.

- Skole, D., & Tucker, C. (1993). *Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988*. *Science*, 260(5116), 1905-1910.
- Sutanto, P. (1986). *Penginderaan jauh, Jilid I*. Fakultas Geografi, Gadjah Mada University Press
- Von Neumann, J., & Burks, A. W. (1966). *Theory of self-reproducing automata*. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 5(1), 3-14.