

Prediksi Perkembangan Permukiman Pada Kawasan Penyangga di Kota Ambon Menggunakan *Cellular Automata* (Studi Kasus: Kawasan Halong)

Zulkifli^{1)*}, Ananto Yudono²⁾, Ihsan³⁾

¹⁾Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: zulkifliunhas@gmail.com

²⁾Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: yudono69@gmail.com

³⁾Departemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Email: ace.ihsan@gmail.com

ABSTRACT

Halong area is an area consisting of protected, buffer and cultivation areas. It is feared that the development of settlements in the Halong Region will endanger the buffer zone which is useful for protecting the protected areas in Halong. The purpose of this study is to identify the weights of the variables that affect settlement development and predict settlement development in the Halong Region, Ambon City. The analytical method used is causative associative using cellular automata and kappa validation. Based on the analysis, the variables that influence the development of settlements in the Halong Region are distance to the main road, distance to health facilities, distance to worship facilities, distance to education facilities and distance to trade facilities. Furthermore, by using the weights of each variable and data on the number of houses in 2004, 2010 and 2013, we get a prediction of the development of the number of houses and a map of the distribution of new houses each year from 2014 to 2024.

Keywords: *Developments, Settlements, Cellular Automata, Region of Halong, City of Ambon*

ABSTRAK

Kawasan Halong adalah sebuah kawasan yang terdiri atas kawasan lindung, penyangga dan budidaya. Perkembangan permukiman di Kawasan Halong dikhawatirkan akan membahayakan kawasan penyangga yang berguna untuk melindungi kawasan lindung yang ada di Halong. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi bobot dari variabel-variabel yang mempengaruhi perkembangan permukiman dan memprediksi perkembangan permukiman di Kawasan Halong, Kota Ambon. Metode analisis yang digunakan adalah asosiatif kausatif dengan menggunakan *cellular automata* dan validasi kappa. Berdasarkan hasil analisis, variabel yang mempengaruhi perkembangan permukiman di Kawasan Halong adalah jarak ke jalan utama, jarak ke sarana kesehatan, jarak ke sarana peribadatan, jarak ke sarana pendidikan dan jarak ke sarana perdagangan. Selanjutnya dengan menggunakan bobot dari setiap variabel dan data jumlah bangunan rumah tahun 2004, 2010 dan 2013, didapatkan prediksi perkembangan jumlah bangunan rumah serta peta persebaran bangunan rumah baru setiap tahun dari tahun 2014 hingga 2024.

Kata Kunci: Perkembangan, Permukiman, *Cellular Automata*, Kawasan Halong, Kota Ambon

PENDAHULUAN

Permukiman adalah bagian dari lingkungan hidup yang meliputi permukiman kawasan perkotaan dan pedesaan yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau hunian penduduk dan tempat kegiatan. Pertambahan jumlah penduduk dan tingkat perekonomian dari tahun ke tahun semakin menambah permintaan masyarakat terhadap kebutuhan rumah. Pemanfaatan lahan-lahan produktif dan lahan kosong sangat dibutuhkan pengembang dalam membangun permukiman.

Permasalahan yang dihadapi seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk Kota Ambon khususnya Kawasan Halong, adalah meningkatnya permintaan akan lahan permukiman. Permintaan lahan permukiman yang terus bertambah dapat menyebabkan perubahan fungsi dari penggunaan lahan, termasuk perubahan fungsi lahan di Kawasan Penyangga menjadi lahan permukiman. Oleh karena itu, penelitian ini berupaya untuk membuat prediksi perkembangan permukiman di Kawasan Halong yang dapat dijadikan masukan dalam penentuan kebijakan

* Corresponding author.

Jalan Poros Malino km. 6 Bontomarannu, Gowa
Sulawesi Selatan, Indonesia, 92711

tentang perencanaan dan pengembangan Kota Ambon khususnya Kawasan Halong.

TINJAUAN PUSTAKA

Permukiman adalah bagian dari lingkungan hidup di luar kawasan lindung, baik yang berupa kawasan perkotaan maupun perdesaan yang berfungsi sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung perikehidupan dan penghidupan (UU no. 4 Tahun 1992). Perkembangan permukiman merupakan pengaruh akibat dari perkembangan kota. Hal tersebut terjadi akibat pertumbuhan penduduk, keadaan ekonomi masyarakat dan bertambahnya kegiatan masyarakat. Dibalik pengaruh perkembangan tersebut, masih ada suatu dilema atau permasalahan yang banyak dialami oleh banyak wilayah yang turut akibat adanya perkembangan permukiman tersebut (Firdianti, 2010).

Menurut Krugman (1996) dalam Koenig (2011), permukiman dipengaruhi oleh gaya sentripetal dan sentrifugal. Gaya sentripetal merupakan gaya sentralisasi, yang menggambarkan keuntungan dan kebutuhan akan kepadatan tinggi di perkotaan. Sebaliknya, gaya sentrifugal menggambarkan keuntungan dari perpindahan dari kawasan berkepadatan tinggi ke kawasan berkepadatan rendah, yang mana menyediakan lebih banyak ruang kosong dan lebih sedikit polusi udara. Menurut Bintarto (1987:68) dalam Firdianti (2010), faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan permukiman antara lain: 1) faktor alam, yaitu keadaan topografi dan keberadaan sumber daya alam; 2) faktor letak; 3) faktor transportasi dan lalu lintas; 4) faktor pertumbuhan penduduk; dan 5) faktor ekonomi, yaitu ketersediaan lapangan pekerjaan, pusat pendidikan, hiburan dan tempat perbelanjaan.

Model *Cellular Automata* (CA) memiliki kemampuan pemodelan yang lebih baik dibanding alat simulasi lainnya dalam membuat simulasi permukiman dan perubahan guna lahan. Model yang berdasarkan pada CA digunakan dalam mengkaji perubahan-perubahan dinamis yang bersifat sementara. Variabel-variabel spasial dalam model CA diperbarui secara dinamis selama siklus yang terus terulang sehingga hasil yang didapat tidak bersifat deterministik. Beberapa hal yang

nyata dan baru dapat muncul selama proses simulasi, contohnya formasi pusat-pusat yang baru. Model GIS yang lain biasanya memiliki celah dalam membuat simulasi perubahan lahan yang dinamis tanpa menggunakan aturan lokal dan siklus yang berulang serta sering kali menggunakan variabel-variabel spasial yang bersifat statis (Hegde, 2008).

CA adalah sebuah alat berbasis raster yang bisa digunakan secara efektif untuk pemodelan kota dan perubahan tata guna lahan. Model CA adalah pendekatan *bottom-up* dimana interaksi lokal atau *neighbourhood* dapat meningkatkan formasi pola-pola global yang kompleks. Model CA pada umumnya digunakan untuk memprediksi perkembangan lahan yang merupakan proses yang dipengaruhi oleh sejarah dimana perkembangan di masa lalu mempengaruhi masa depan melalui interaksi lokal di antara bidang tanah. Pada simulasi CA, pengulangan yang terjadi memiliki efek pada hasil dari pengulangan yang bertalian atau berhubungan. Pola-pola global yang kompleks dapat dibentuk setelah banyak pengulangan-pengulangan pada sebuah simulasi (Hegde, 2008).

Idrisi adalah sebuah perangkat lunak pengolahan gambar yang terintegrasi dengan GIS. Perangkat lunak *Idrisi* termasuk *idrisi selva* dikembangkan oleh Clarks Lab dari *Clark University*, New England, Amerika Serikat. Perangkat lunak ini memiliki hampir 300 modul untuk analisis dan *display* informasi spasial digital. *Idrisi* adalah sebuah sistem berbasis *grid* PC yang menyediakan sejumlah alat untuk peneliti dan ilmuwan yang berkaitan dengan analisis dinamika sistem permukaan bumi untuk pembuatan keputusan yang efektif dan bertanggung jawab pada manajemen lingkungan, pengembangan sumber daya alam yang berkelanjutan dan alokasi sumber daya alam yang tepat.

Geomod adalah sebuah model perubahan guna lahan yang mensimulasikan distribusi spasial pada perubahan lahan dari suatu keadaan ke keadaan yang lain. Model ini bekerja dengan cara membedakan secara jelas antara kuantitas perubahan lahan dengan alokasi spasial perubahan lahan. *Geomod* seringkali digunakan untuk menganalisis efektifitas sebuah proyek konservasi.

Geomod mensimulasikan perubahan antara dua kategori yaitu state 1 dan 2. Contohnya, *geomod* dapat digunakan untuk memprediksi luas lahan yang kemungkinan akan berubah dari hutan (*state 1*) menjadi bukan hutan (*state 2*) melalui interval waktu yang ditentukan. Simulasi dapat berjalan ke masa depan atau masa lalu. Simulasi berdasar kepada: 1) rincian waktu permulaan, waktu akhir dan langkah waktu untuk simulasi; 2) sebuah gambar yang menunjukkan alokasi *state 1* dan 2 guna lahan di waktu permulaan; 3) sebuah *mask image* fakultatif yang membedakan antara area yang akan diteliti dan yang bukan; 4) sebuah gambar stratifikasi fakultatif yang menunjukkan area penelitian yang dibagi menjadi beberapa bagian; 5) sebuah pilihan untuk membatasi perubahan hanya terjadi pada perbatasan antara *state 1* dan 2; 6) sebuah peta kesesuaian untuk perubahan ke guna lahan *state 2*; dan 7) proyeksi kuantitas guna lahan *state 1* dan 2 di waktu akhir.

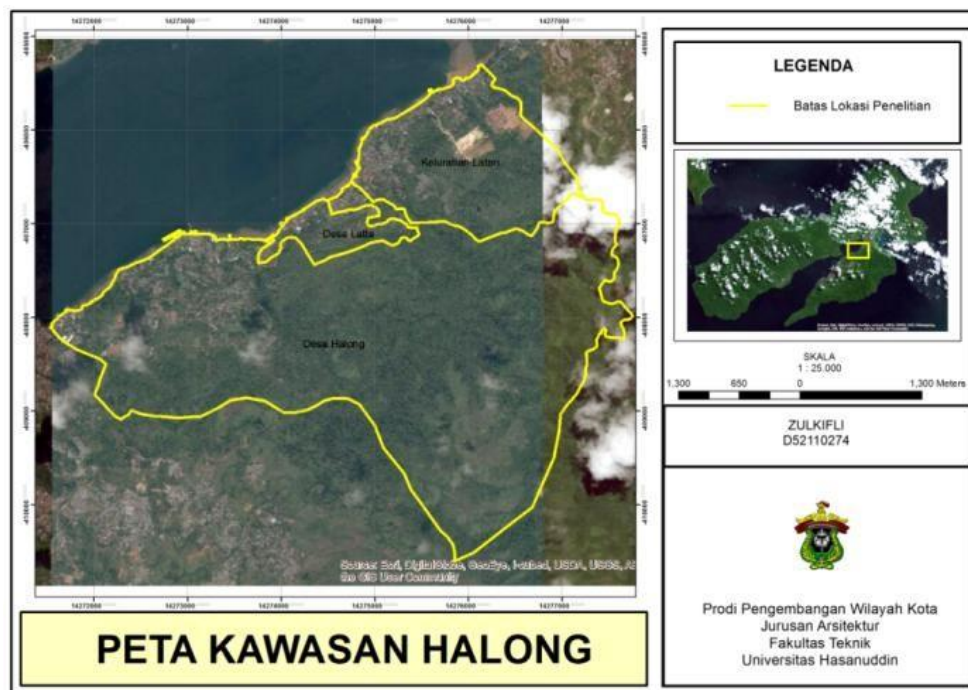
Sebuah pilihan tambahan membolehkan untuk membuat sebuah gambar dampak lingkungan pada setiap tahapan waktu perubahan lahan yang disimulasikan. *Geomod* dapat juga membuat sebuah peta dampak kumulatif untuk keseluruhan durasi waktu dalam simulasi. Peta tersebut menunjukkan besarnya perubahan sumber daya lingkungan pada lokasi perubahan guna lahan yang disimulasikan. Sebagai contoh, peta tersebut dapat

menunjukkan emisi karbon yang dihasilkan dari perubahan hutan menjadi bukan hutan.

Keluaran utama dari *geomod* adalah sebuah gambar *binary byte* yang menunjukkan *state 1* dan 2 guna lahan yang disimulasikan pada waktu akhir *user-designated*. Gambar-gambar guna lahan untuk waktu-waktu antara juga dapat dibuat. Jika pilihan dampak lingkungan telah dipilih, beberapa gambar tambahan dapat dibuat untuk menunjukkan dampak pada setiap tahapan waktu dan dampak kumulatif sebagai hasil dari gambar guna lahan yang disimulasikan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian asiatif kausal komparatif, yaitu penelitian yang menunjukkan arah hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat, disamping mengukur kekuatan hubungannya. Penelitian ini merupakan tipe penelitian *ex post facto*, yaitu tipe penelitian terhadap data yang dikumpulkan setelah terjadinya suatu fakta atau peristiwa (Sangadji, 2010). Wilayah penelitian berada di Kawasan Halong, Kecamatan Teluk Ambon Baguala, Kota Ambon. Wilayah penelitian berbatasan dengan Kelurahan Passo dan Teluk Ambon di sebelah utara, Kecamatan Sirimau dan Leitimur Selatan di sebelah selatan, Kecamatan Sirimau dan Teluk Ambon di sebelah barat dan timur.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Sumber: Google earth dan ArcGIS dimodifikasi oleh penulis, 2014

Teknik analisis yang digunakan adalah teknik analisis CA dengan bantuan perangkat lunak idrisi selva. Analisis CA dilakukan dengan menggunakan modul *geomod*, yaitu sebuah modul untuk pemodelan CA yang khusus untuk lahan yang dibagi atas 2 (dua) kategori. Kedua kategori dalam analisis ini adalah permukiman dan non-permukiman. Analisis CA menggunakan modul *geomod* dilakukan untuk membuat prediksi pertumbuhan permukiman tahun 2024. Sebelum menjalankan modul *geomod*, dilakukan proyeksi luas permukiman tahun 2014 dan 2024 yang direpresentasikan dengan luas bangunan rumah dalam satuan piksel atau sel berukuran 5x5m. Proyeksi menggunakan fungsi *trendline* pada perangkat lunak Microsoft Office Excel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah variabel yang digunakan dalam modul *geomod* adalah delapan dimana, kedelapan variabel tersebut telah diubah sebelumnya menjadi peta dengan himpunan bilangan *fuzzy* agar dapat digunakan dalam modul *geomod*. Peneliti menjalankan modul *geomod* sebanyak 204 kali hingga didapat peta pemodelan dengan tingkat validasi yang cukup memuaskan.

Pada percobaan ke-178 yaitu pada *rule* ke-178 didapatkan hasil peta pemodelan yang memiliki nilai kappa 0,7375. Nilai kappa 0,7375 dinilai cukup memadai. Berikut adalah hasil validasi untuk *rule* pada percobaan ke 178 yang dihasilkan dengan menggunakan modul *crossstab*.

Cross-tabulation of a18_1 (columns) against rum12_overlay (rows)

| | 1 | 2 | Total |
|-------|--------|-------|--------|
| 1 | 519829 | 4745 | 524574 |
| 2 | 4745 | 13975 | 18720 |
| Total | 524574 | 18720 | 543294 |

Chi Square = 295486.87500
df = 1
P-Level = 0.0000
Cramer's V = 0.7375

Proportional Crosstabulation

| | 1 | 2 | Total |
|-------|--------|--------|--------|
| 1 | 0.9568 | 0.0087 | 0.9655 |
| 2 | 0.0087 | 0.0257 | 0.0345 |
| Total | 0.9655 | 0.0345 | 1.0000 |

Overall Kappa 0.7375

Gambar 2. hasil validasi peta pemodelan dari *rule* ke-178, 2014
Sumber: Idrisi Selva help system dianalisis oleh penulis, 2014

Berdasarkan hasil validasi, *rule* ke-178 bisa digunakan untuk merepresentasikan model perkembangan permukiman di Kawasan halong. Hal tersebut berarti bobot variabel pada *rule* ke-178 juga merepresentasikan bobot variabel pada perkembangan permukiman di Kawasan halong. Pada *rule* ke-178, hanya terdapat lima variabel yang memiliki pengaruh terhadap tingkat validasi dari model perkembangan permukiman. Adapun kelima variabel tersebut beserta bobotnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Bobot variabel yang mempengaruhi perkembangan permukiman di Kawasan Halong

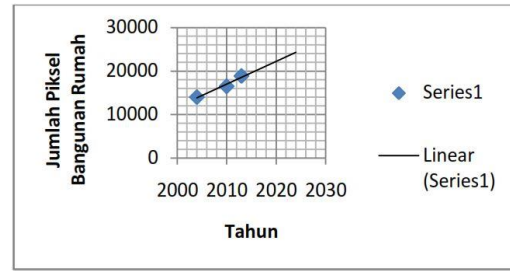
| No. | Variabel | Bobot |
|-----|--------------------------------------|-------|
| 1. | Jarak ke sarana kesehatan | 7 |
| 2. | Jarak ke sarana perdagangan dan jasa | 5 |
| 3. | Jarak ke jalan utama | 4 |
| 4. | Jarak ke sarana peribadatan | 3 |
| 5. | Jarak ke sarana pendisikan | 3 |

Bobot variabel dari hasil analisis model perkembangan permukiman yang telah dilakukan digunakan untuk membuat prediksi perkembangan permukiman untuk tahun 2014 hingga tahun 2024. Akan tetapi, sebelum menjalankan modul *geomod* untuk melakukan prediksi perkembangan permukiman, jumlah piksel dari salah satu *value* untuk tahun 2014 dan 2024 harus diketahui. Jumlah piksel bangunan rumah pada tahun 2014 dan 2024 diproyeksikan berdasarkan jumlah piksel bangunan rumah pada tahun 2004, 2010 dan 2013. Berikut ini adalah tabel luas bangunan rumah pada tahun 2004, 2010 dan 2013 dalam satuan piksel 5x5m dan hektar.

Tabel 2. Perbandingan luas bangunan rumah tahun 2004, 2010 dan 2013

| Luas Total bangunan Rumah | Tahun | | |
|---------------------------|----------|----------|----------|
| | 2004 | 2010 | 2013 |
| Piksel (5x5m) | 13.994 | 16.495 | 18.873 |
| Hektar | 34, 9850 | 41, 2375 | 47, 1825 |

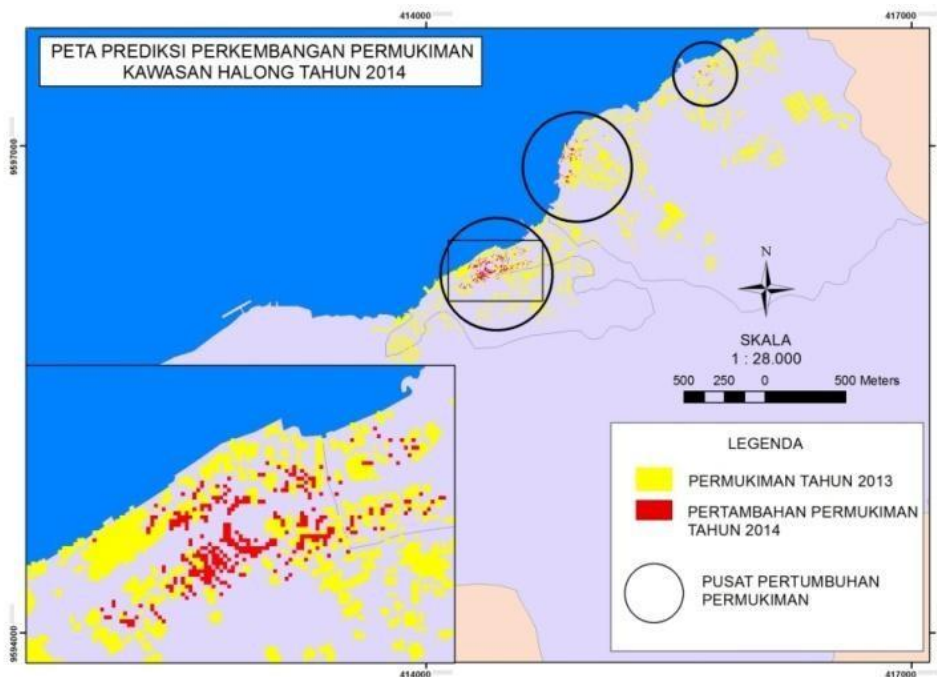
Dengan diketahuinya perubahan luas bangunan rumah dari tahun 2004, 2010 dan 2013, maka luas bangunan rumah di tahun 2014 dan 2024 dapat diproyeksikan. Proyeksi luas bangunan pada tahun 2014 dan 2024 dilakukan dengan menggunakan fungsi *trendline* di perangkat lunak Microsoft Office Excel 2007. Berikut ini adalah hasil proyeksi luas bangunan rumah untuk tahun 2014 dan 2024.



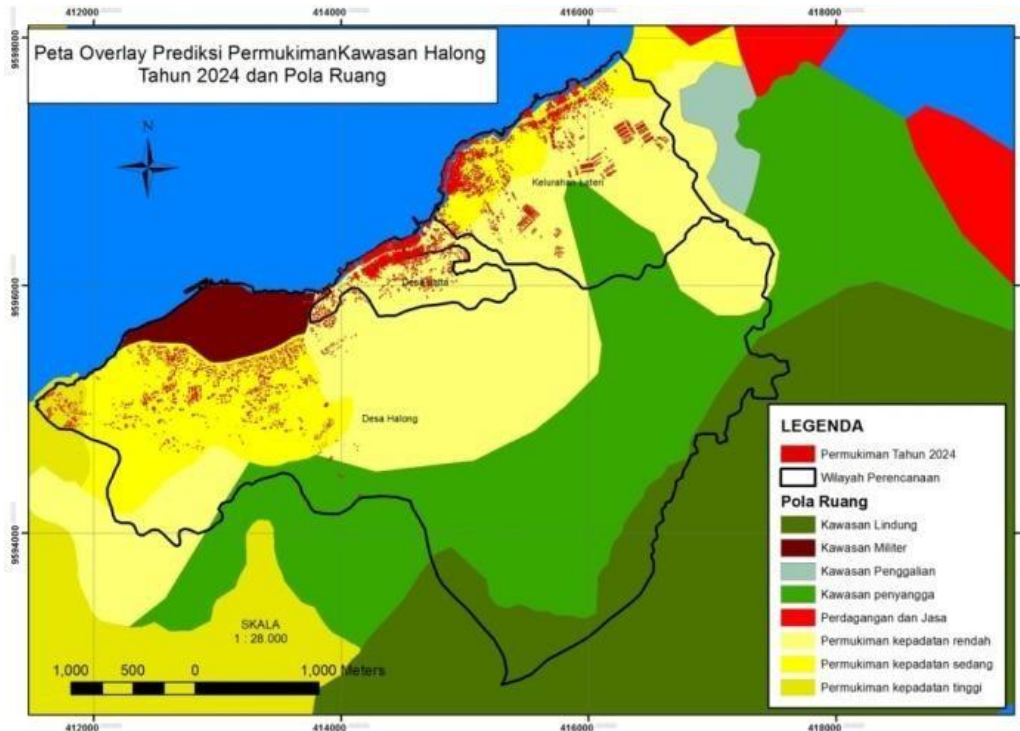
Gambar 3. *Trendline* perkembangan piksel bangunan rumah

Berdasarkan *trendline* yang ditampilkan, didapati bahwa jumlah piksel bangunan rumah untuk tahun 2014 dan 2024 adalah 19.075 dan 24.317 piksel. Data jumlah piksel bangunan yang didapat dengan menggunakan fungsi *trendline* digunakan dalam modul *geomod* untuk membuat peta prediksi perkembangan permukiman.

Penggunaan bobot variabel yang didapatkan dan proyeksi perkembangan luas bangunan rumah untuk tahun 2014 dan 2024 pada modul *geomod* menghasilkan sepuluh peta prediksi permukiman. Pertambahan piksel bangunan rumah memperlihatkan perkembangan permukiman dari tahun ke tahun. Dengan memperhatikan perkembangan bangunan rumah dari tahun 2014 hingga 2024, terlihat bahwa perkembangan permukiman yang terjadi secara signifikan berada di Kelurahan Latta dan Lateri. Berikut ini adalah peta-peta prediksi perkembangan permukiman di Kawasan Halong pada tahun 2014 hingga 2024.



Gambar 4. Peta prediksi perkembangan permukiman pada Kawasan Halong Tahun 2014



Gambar 4. Peta *overlay* kawasan permukiman dan pola ruang Kawasan Halong

Sumber: *Bappekot Ambon dianalisis oleh penulis, 2014*

Pada peta prediksi perkembangan permukiman terlihat tiga area penambahan piksel bangunan permukiman. Perkembangan permukiman terjadi di ketiga area tersebut terdapat sarana-sarana pendukung kehidupan masyarakat seperti fasilitas umum, sosial dan ekonomi serta dekat dengan jalan utama. Jalan utama yang tersebut adalah Jalan Piere Tandean yang merupakan jalan arteri primer yang menghubungkan Kota Ambon dengan kabupaten-kabupaten di Pulau Ambon.

Pertambahan bangunan permukiman berupa rumah cenderung terjadi pada lokasi yang dekat dengan sarana fasum, fasos dan fasek karena menambah kemudahan masyarakat dalam mengakses sarana-sarana tersebut. Selain itu, jarak lokasi lahan terhadap jalan utama juga menjadi bahan pertimbangan masyarakat dalam membangun rumah karena alasan aksesibilitas. Dengan membangun rumah dekat dengan jalan utama, masyarakat dapat bepergian dengan lebih mudah dan dapat mengakses sarana-sarana fasum, fasos serta fasek untuk memenuhi kebutuhannya.

Pada peta *overlay* prediksi perkembangan permukiman tahun 2024 dengan pola ruang Kawasan Halong, terlihat bahwa meskipun terdapat permukiman yang berada pada kawasan

penyangga di tahun 2013, namun pada tahun 2024 tidak terjadi perkembangan permukiman baru pada kawasan penyangga. Hal ini berbeda dengan dugaan awal bahwa perkembangan permukiman akan mengancam keberadaan kawasan penyangga. Tidak terjadinya perkembangan permukiman pada kawasan penyangga disebabkan masih tersedianya lahan kosong di sekitar permukiman eksisting. Lahan kosong yang berada di sekitar permukiman eksisting bisa dikatakan strategis karena berada dekat dengan jalan utama dan sarana fasum, fasos serta fasek. Oleh karena itu, permukiman akan cenderung berkembang pada lokasi permukiman eksisting selama masih tersedia lahan kosong karena lahan tersebut memiliki lokasi yang strategis.

KESIMPULAN

Berdasarkan delapan variabel yang dianalisis hanya terdapat lima variabel yang mempengaruhi perkembangan permukiman di Kawasan Halong yaitu jarak lahan ke sarana kesehatan, jarak lahan ke sarana perdagangan dan jasa, jarak lahan ke jalan utama, jarak lahan ke sarana peribadatan dan jarak lahan ke sarana pendidikan dengan bobot masing-masing yaitu: tujuh, lima, empat, tiga dan tiga.

Terjadi penambahan luas permukiman sebesar 5.444 piksel dengan penambahan rata-rata pertahun adalah 495 piksel. Berdasarkan hasil prediksi, permukiman berkembang pada lokasi tertentu yang dekat dengan fasilitas dan sarana untuk menunjang kehidupan masyarakat dan dekat dengan jalan utama. Perkembangan permukiman hingga tahun 2024 tidak terjadi di kawasan penyangga.

Cellular Automata (CA) memiliki kelebihan karena dapat menggabungkan analisis GIS dengan variabel waktu sehingga dapat menghasilkan model spasial yang dinamis. Selain itu CA dapat dengan mudah menghasilkan model perkembangan permukiman tanpa memerlukan analisis yang berat. Kekurangan CA adalah tidak dapat menganalisis faktor non-fisik seperti regulasi tentang penataan ruang dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. CA sesuai untuk digunakan karena permukiman di lokasi penelitian berkembang tanpa pengaruh regulasi tentang penataan ruang yang kuat sehingga perkembangan permukiman menjadi agak sulit untuk diprediksi. Dengan menggunakan CA, prediksi dapat dilakukan dengan menganalisis faktor fisik yang ditemukan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Eastman, Ron (2011). *Idrisi Manual*. Clarks Labs.
- Firdianti, Sri (2010). *Perkembangan Permukiman Penduduk Di Kecamatan Ngemplak Kabupaten Boyolali Tahun 1997- 2007*. Universitas Sebelas Maret: Surakarta.
- Hegde, Nagaratna P, dkk (2008). *Settlement Growth Prediction Using Neural Network and Cellular Automata*. Jatit.
- Koenig, Reinhard, dkk (2011). *Cellular- Automata-Based Simulation of the Settlement Development in Vienna*. *Intochpen*. Volume 2.
- Listyarini, dkk (2012). *Optimalisasi Fungsi Daerah Penyangga Kawasan Taman Hutan Raya Raden*.
- Liu, Yan (2009). *Modelling Urban Development with Geographical Information Systems and Cellular Automata*. Boca Raton: CRC Pres.
- Marshall, James A. R. (2008). *Computational Methods for Complex Systems*. Lecture 8.
- Obabori A. O., dkk (2007). *Development Control an Important Regulator of Settlement Growth: A Case Study of Ekpoma, Nigeria*. Kamla – Raj.
- Samata, Syahrul, dkk (2011). *Strategi Pengendalian Kawasan Permukiman dalam Mendukung Perkembangan Kota Kendari*. Universitas Hasanuddin.
- Sangadji, Etta Mamang (2010). *Metodologi Penelitian: Pendekatan Praktis dalam Penelitian*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Susilo, Bowo (2013). *Simulasi Spasial Berbasis Sistem Informasi Geografi dan Cellular Automata untuk Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan di Daerah Pinggiran Kota Yogyakarta*. *Jurnal Bumi Lestari*. Volume 13, No. 2.
- Tiro, Muhammad Arif (2000). *Analisis Korelasi dan Regresi*. Edisi Makassar. State University of Makassar Press.
- Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1992 tentang *Perumahan dan Permukiman*.