
Prediksi Pertumbuhan dan Tipologi Guna Lahan Permukiman Pasca Tsunami Banten di Kecamatan Panimbang, Kabupaten Pandeglang, Provinsi Banten

Dadi Rusdiana, Tubagus Solihuddin, Dini Purbani, Semeidi Husrin, Taslim Arifin, Terry Louise Kepel, Aida Heriati, Eva Mustikasari, Camellia Kusuma Tito, Marza Ihsan Marzuki

Institut Teknologi Sains Bandung, Pusat Riset Kelautan-Kementrian Kelautan dan Perikanan

dadi.kyute@gmail.com

Article History

accepted 05/08/2021

approved 15/08/2021

published 11/09/2021

Abstrak

Bencana Tsunami Selat Sunda menerjang sebagian Provinsi Banten Tanggal 22 Desember 2018 menyebabkan hancurnya permukiman penduduk, diantaranya Kecamatan Panimbang, Kabupaten Pandeglang. Program revitalisasi permukiman digagas pemerintah bagi masyarakat terdampak bencana tsunami dibangun menjauhi garis pantai dengan tujuan mengurangi risiko bencana tsunami. Namun masyarakat Kecamatan Panimbang cenderung kembali pada permukiman asalnya dengan berbagai pertimbangan. Dengan demikian, perlu dilihat bagaimana pola perkembangan permukiman pasca bencana tsunami dan bagaimana perkembangan permukiman pada masa yang akan datang.

Metoda Cellular Automata dapat memprediksi pertumbuhan guna lahan, studi kasus di Kecamatan Panimbang digunakan empat skenario, Skenario pertama berdasarkan ketersediaan infrastruktur, skenario dua dan tiga mempertimbangkan faktor penghambat bencana tsunami dengan bobot berbeda, sedangkan skenario empat mempertimbangkan pertumbuhan guna lahan sebelum dan sesudah bencana tsunami untuk pembobotan pertumbuhan guna lahan permukiman. Dari hasil simulasi diketahui bahwa ke empat skenario menghasilkan prediksi guna lahan permukiman yang berbeda, hal ini disebabkan oleh faktor pendorong dan faktor penghambat yang berbeda.

Kata kunci: *Tsunami, Permukiman, Tipologi, Prediksi Pertumbuhan*

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan secara geologis merupakan wilayah yang rentan terhadap bencana alam terkait dengan laut, seperti banjir rob, kenaikan muka air laut, dan tsunami. Tsunami merupakan gelombang laut yang dihasilkan oleh proses geologi bawah laut berupa letusan gunungapi, gempa bumi, longsor serta jatuhnya meteor di laut (Surmayadi, 2012). Salah satu wilayah rawan tsunami adalah wilayah Selat Sunda, dimana terdapat Gunung Api Krakatau yang merupakan gunung api bawah laut dan juga merupakan terdapat pertemuan dua lempeng tektonik, yaitu lempeng benua Eurasia dan lempeng samudera Indo-Australia. Data historis kejadian tsunami akibat tektonik di pesisir Selatan Pulau Jawa yaitu 4 Januari 1840, 20 Oktober 1859, 11 September 1921, dan 17 Juli 2006 (Yudhicara & Budiono, 2008). Tsunami dapat juga disebabkan oleh faktor non tektonik yaitu oleh vulkanik erupsi Gunung Api Krakatau sebagai contoh pada 27 Agustus 1883 tsunami, dan yang terakhir Tanggal 22 Desember 2018.

Bencana Alam Tsunami Selat Sunda yang menerjang pesisir Provinsi Banten mengakibatkan hancurnya permukiman penduduk di beberapa kecamatan, salah satunya adalah Kecamatan Panimbang, Kabupaten Pandeglang. Berdasarkan Resiko Bencana Indonesia (BNPB, 2016) Kecamatan Panimbang merupakan salah satu kecamatan yang mempunyai luasan bahaya tsunami tertinggi di Provinsi Banten dengan luasan Tingkat Bahaya Tsunami Tinggi seluas 4.692,27 Ha, Tingkat Bahaya Tsunami Sedang seluas 1.077,29 Ha, dan Tingkat Bahaya Tsunami Sedang seluas 861,93 Ha, dengan tingkat risiko bencana tsunami tinggi sampai rendah (BNPB, 2016).

Dampak dari tsunami mengakibatkan hancurnya permukiman di kawasan pesisir sehingga terjadi perubahan penggunaan lahan. Perubahan penggunaan lahan merupakan peralihan suatu bentuk dan lokasi penggunaan lahan yang lama menjadi yang baru (Kusrini, Suharyadi, & Hardoyo, 2011). Perubahan yang terjadi teridentifikasi adanya kawasan permukiman yang hilang, kawasan wisata dan resort yang rusak, dan memunculkan adanya kawasan Hunian Sementara (Dahlia, S., Adiputra, A., Alwin, Najiyullah, M. A., Kamzia, & Rahmadiansyah, F. K., 2020). Dengan demikian, ada kemungkinan perubahan pola guna lahan permukiman pasca tsunami di Kecamatan Panimbang.

Perubahan pola guna lahan permukiman dipengaruhi oleh faktor pendorong, faktor penarik dan faktor penghambat pembangunan (Tangguh, 2011, dalam Akbar & Ma'rif, 2014). Pada kasus perkembangan permukiman di Kecamatan Panimbang, berdasarkan pengamatan di lapangan masyarakat cenderung kembali ke permukiman lama yang tentunya mempunyai tingkat bahaya tsunami tinggi. Berdasarkan pengalaman pasca kejadian bencana, kecenderungan masyarakat kembali menempati permukiman yang hancur akibat bencana masih sangat tinggi, hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya faktor mata pencaharian yang dekat dengan permukiman yang terdampak bencana. Penelitian pasca Tsunami Aceh, di Kota Banda Aceh juga terjadi pembangunan permukiman pada wilayah yang sebelumnya terkena dampak tsunami. Menurut Akbar & Ma'rif (2014) faktor pendorong perkembangan berupa kebijakan dan persebaran pusat fasilitas yang dikembangkan pembangunannya pada wilayah selatan kota Banda Aceh tidak terlalu mempengaruhi perkembangan kawasan perumahan eksisting pada tahun 2005 sampai dengan tahun 2011, karena perkembangan perumahan lebih dominan berada pada wilayah utara, tepatnya pada kecamatan yang mengalami bencana tsunami, faktor penarik berupa ketersediaan lahan dan harga lahan mempengaruhi perkembangan kawasan perumahan di kecamatan kota Banda Aceh perkembangan perumahan pasca bencana cenderung mengarah pada wilayah pesisir utara kota Banda Aceh.

Berdasarkan uraian tersebut, maka diperlukan penelitian mengenai tipologi dan prediksi pertumbuhan permukiman pada kawasan rawan bahaya tsunami pada masa

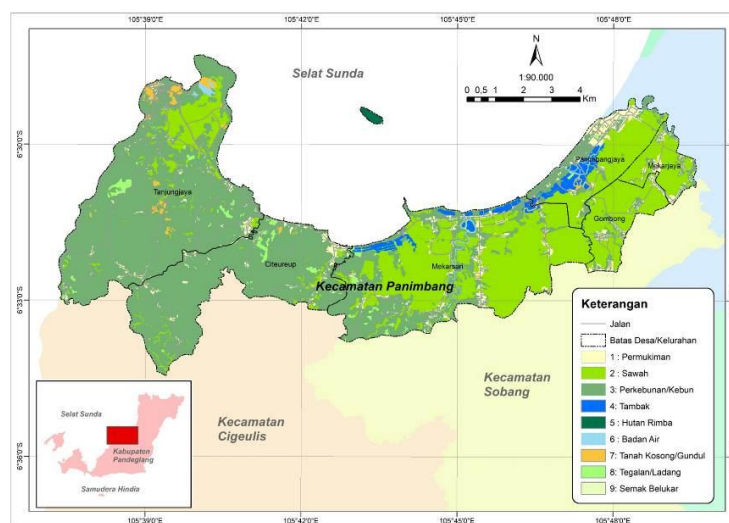
yang akan datang. Prediksi pertumbuhan permukiman perlu mempertimbangkan faktor pendorong dan faktor penghambat dalam pemodelannya. Untuk itu, penelitian ini akan membagi empat skenario pertumbuhan permukiman, yaitu (1) skenario pertumbuhan permukiman dengan faktor pendorong infrastruktur jalan; (2) skenario pertumbuhan permukiman dengan faktor pendorong infrastruktur jalan dan faktor penghambat kejadian tsunami dengan bobot kecil; (3) skenario pertumbuhan permukiman dengan faktor pendorong infrastruktur jalan dan faktor penghambat kejadian tsunami dengan bobot yang lebih besar; dan (4) skenario pertumbuhan permukiman berdasarkan tipologi pertumbuhan permukiman sebelum dan sesudah kejadian tsunami 2018. Prediksi pertumbuhan permukiman penting dilakukan sebagai dasar pertimbangan untuk penyediaan sarana dan prasarana permukiman, khususnya yang terkait dengan kebencanaan dalam rangka pengurangan risiko bencana.

METODE

Metoda prediksi pertumbuhan permukiman adalah metoda *cellular automata*, yaitu sistem dinamika diskrit, dimana ruang dibagi kedalam bentuk spasial sel teratur dan berproses pada setiap tahapan waktu. Setiap sel pada sistem ini memiliki satu kondisi, dimana kondisi ini akan selalu dimutakhirkan mengikuti aturan lokal, waktu yang diberikan, keadaanya sendiri, dan keadaan tetangganya pada saat sebelumnya (Wolfram, 1984). Software yang digunakan dalam penelitian ini adalah LanduseSim, yaitu aplikasi berbasis sel/raster memahami dinamika pola ruang dengan cara yang lebih mudah, dengan melakukan simulasi dinamika pola ruang pada masa yang akan datang atas dasar faktor-faktor yang mempengaruhinya (Pratomoatmojo, 2018).

Data dasar yang digunakan adalah Peta Rupa Bumi Indonesia Kecamatan Panimbang tahun 2014 sebelum tsunami, dengan penggunaan lahan terdiri dari:

- Hutan Rimba
- Perkebunan/Kebun seluas
- Permukiman dan Tempat Kegiatan
- Sawah
- Badan Air
- Tambak
- Tanah Kosong
- Tegalan/Ladang

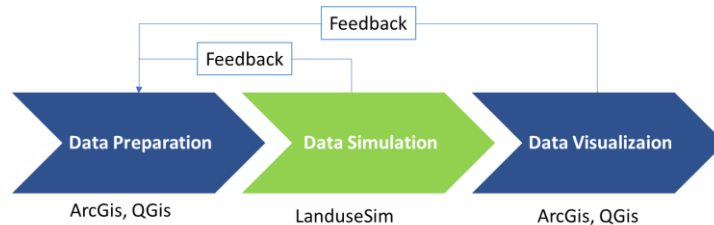


Gambar 1 Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Panimbang tahun 2014

Pertumbuhan permukiman didasarkan pertumbuhan penduduk Kecamatan Panimbang sebanyak 52.372 jiwa (tahun 2020), dengan angka pertumbuhan rata-rata sebesar 1,19 % (Kabupaten Pandeglang dalam Angka, 2021), sehingga jumlah penduduk tahun 2040 adalah sebanyak 66.352 jiwa. Berdasarkan standar kebutuhan ruang permukiman untuk setiap penduduk adalah 9 meter (SNI 003-1733-2004), maka kebutuhan lahan Tahun 2040 dibutuhkan permukiman seluas 597.168 m² atau sekitar 59,72 Ha.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Implementasi pemodelan perubahan penggunaan lahan berbasis SIG dan *Cellular Automata* menggunakan LanduseSim, terdiri dari 3 bagian, yaitu tahap persiapan data, tahap simulasi dan tahap visualisasi. Tahap persiapan meliputi persiapan peta dasar, identifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan, dan identifikasi besaran perkembangan. Tahap kedua adalah tahap simulasi data. Pada tahap simulasi, data-data akan diproses lanjut mulai tahap import data, standarisasi data dengan *fuzzy overlay* data untuk mendapatkan peta *initial transition potential map*, pengaturan *rules*, hingga proses simulasi yang dilakukan per tahun selama 20 tahun.



Gambar 2 Alur Model Menggunakan LanduseSim

Dengan alur tersebut maka pembahasan dan hasil dari masing masing skenario adalah sebagai berikut.

- Skenario 1

Asumsi faktor pertumbuhan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Pembobotan kawasan permukiman sebesar 0,35 dengan asumsi pertumbuhan permukiman akan berdekatan dengan permukiman eksisting
- Pembobotan jalan kolektor diberikan nilai bobot sebesar 0,35 dengan asumsi pertumbuhan permukiman akan lebih cepat pada jalan kolektor
- Pembobotan jalan lokal diberikan nilai bobot sebesar 0,2 dengan asumsi pertumbuhan permukiman pada jaringan lebih kecil kemungkinannya dibandingkan jalan kolektor
- Pembobotan jalan lain diberikan nilai bobot sebesar 0,1 dengan asumsi pertumbuhan permukiman lebih kecil kemungkinannya.

Hasil simulasi dengan menggunakan LanduseSim menunjukkan tingkat validasi sebesar 98,73 %, artinya asumsi dalam pemodelan mempunyai tingkat validasi yang sangat tinggi.



Keterangan: ■ : Perubahan Permukiman

Gambar 3 Hasil Simulasi LanduseSim Skenario 1

Berdasarkan hasil simulasi tersebut, Pertumbuhan permukiman pada Skenario 1 cenderung tumbuh pada dua lokasi, yaitu di Desa Mekarsari dan Desa Citeureup, dengan pertumbuhan cenderung mendekati pantai,

- Skenario 2

Asumsi faktor pertumbuhan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Pembobotan untuk garis pantai sebesar 0,1 dengan asumsi meskipun masyarakat menghindari kawasan pantai untuk permukiman, namun ada kemungkinan masyarakat cenderung tidak mengindahkan ancaman bencana tsunami, serta faktor lain yang berpengaruh sehingga kecenderungan berpindah ke tempat yang lebih aman sulit dilakukan.
- Pembobotan untuk permukiman sebesar 0,3 dengan asumsi pertumbuhan permukiman akan berdekatan dengan permukiman eksisting
- Untuk jaringan jalan kolektor diberikan nilai bobot sebesar 0,3 dengan asumsi pertumbuhan permukiman akan cepat tumbuh pada jalan kolektor
- Untuk jaringan jalan lokal diberikan nilai bobot sebesar 0,2 dengan asumsi permukiman akan tumbuh pada jaringan ini lebih kecil dibandingkan jalan kolektor.
- Untuk jaringan jalan lain diberikan nilai bobot sebesar 0,1 dengan asumsi pertumbuhan permukiman pada jaringan kemungkinannya paling kecil.

Tingkat validasi hasil pemodelan LanduseSim untuk asumsi Skenario 2 sangat tinggi yaitu 98,72 %, kecenderungan pertumbuhan permukiman pada Skenario 2 hampir sama dengan yang dihasilkan pada skenario 1, dimana adanya pembobotan hambatan pada garis pantai tidak terlalu berpengaruh terhadap alokasi pertumbuhan permukiman, pertumbuhan cenderung masih dekat dengan pantai dan berada di Desa Mekarsari dan Citeureup pada koridor yang sama, sebagai berikut.



Keterangan: ■ : Perubahan Permukiman

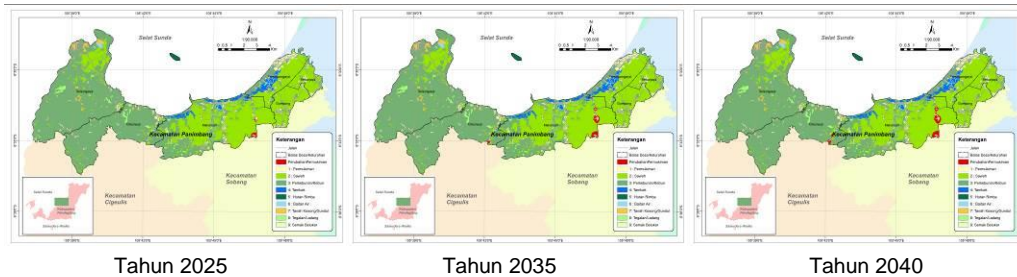
Gambar 4 Hasil Simulasi LanduseSim Skenario 2

- Skenario 3

Asumsi faktor pertumbuhan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Pembobotan untuk garis pantai sebesar 0,2 dengan asumsi masyarakat ada kemungkinan tidak membangun permukiman pada kawasan rawan bencana tsunami.
- Pembobotan untuk permukiman sebesar 0,25 dengan asumsi pertumbuhan permukiman akan berdekatan dengan permukiman eksisting
- Untuk jaringan jalan kolektor diberikan nilai bobot sebesar 0,25 dengan asumsi pertumbuhan permukiman pada jalan kolektor akan lebih cepat dibandingkan pada jalan lain
- Untuk jaringan jalan lokal diberikan nilai bobot sebesar 0,175 dengan asumsi pertumbuhan permukiman pada jaringan ini lebih kecil kemungkinannya dibandingkan jalan Kolektor
- Untuk jaringan jalan lain diberikan nilai bobot sebesar 0,125 dengan asumsi pertumbuhan permukiman kemungkinannya lebih kecil.

Tingkat validasi untuk skenario 3 adalah 98,68%, hasil simulasi LanduseSim untuk skenario 3 menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan dalam perkembangan permukiman walaupun pertumbuhan tetap berada pada lokasi dan koridor seperti skenario 1 dan 2. Berdasarkan waktu simulasinya pertumbuhan permukiman muncul pada wilayah yang menjauhi pantai di Desa Mekarsari (tahun 2025), untuk selanjutnya pertumbuhan tetap menuju wilayah pantai walau pun masih jauh dari pantai, serta muncul pertumbuhan di Desa Citeureup dengan pola pertumbuhan yang sama dengan sebelumnya, sebagai berikut.

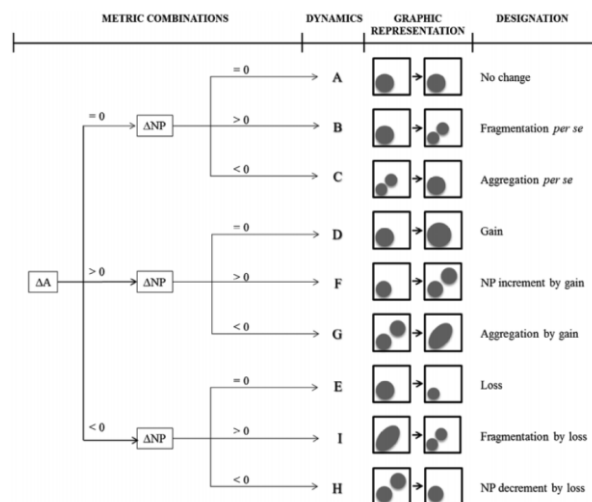


Keterangan: ■ : Perubahan Permukiman

Gambar 5 Hasil Simulasi LanduseSim Skenario 3

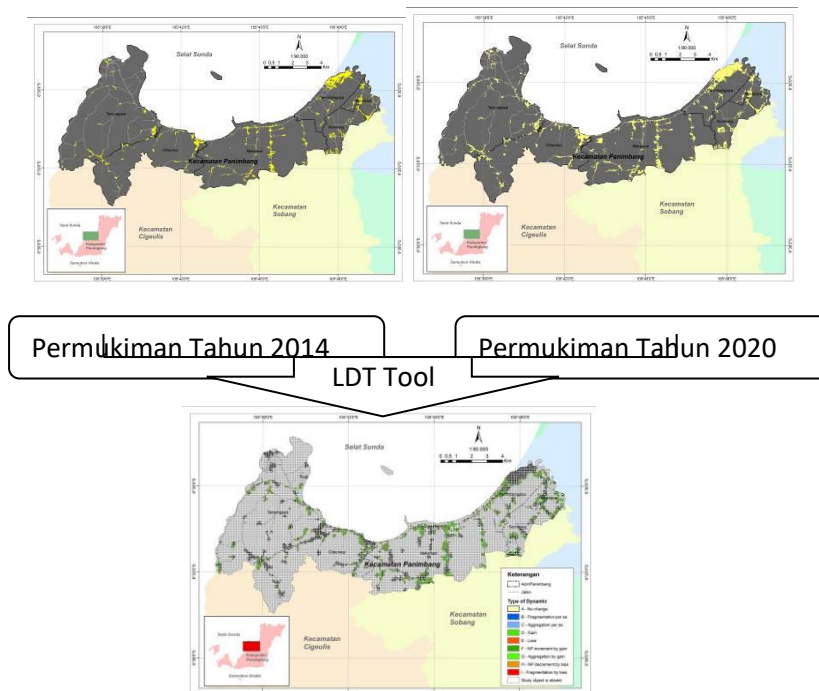
- Skenario 4

Asumsi yang digunakan pada skenario 4 adalah simulasi perubahan guna lahan permukiman berdasarkan perbandingan pola penggunaan lahan permukiman sebelum dan setelah terjadinya tsunami, dengan menggunakan Metoda *Landscape Dynamic Typology (LDT) Tool*. Fungsi LDT adalah menganalisis urban form secara kuantitatif dan *dynamic* pada dua maupun tiga periode data, serta dilakukan pada tingkatan *landscape*, dengan cara membagi wilayah berdasarkan grid yang ditentukan sendiri oleh user. Adapun hasil dari LDT tersebut dibagi menjadi 9 kategori.



Gambar 6 Tipologi Perbandingan Urban Form dengan *Landscape Dynamic Typology (LDT) Tool*

Hasil analisis *Landscape Dynamic Typology (LDT) Tool* Kecamatan Panimbang dengan membandingkan pola permukiman tahun 2014 (sebelum Tsunami) dan tahun 2020 (Pasca Tsunami) adalah sebagai berikut.

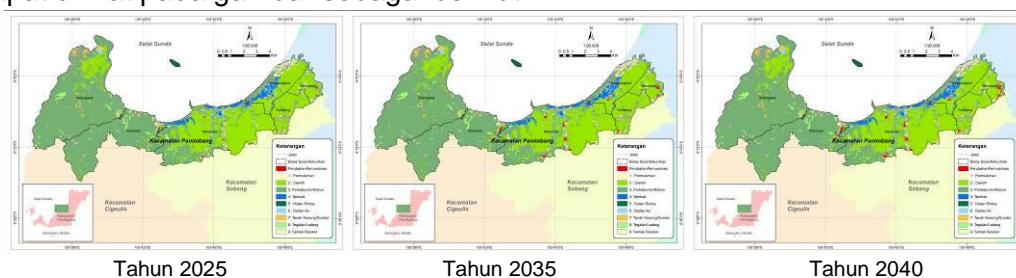


Gambar 7 Analisis LDT tools Kecamatan Panimbang

Berdasarkan hasil analisis LDT di Kecamatan Panimbang terdapat 4 tipologi perubahan guna lahan, yaitu: *No Change*; *Gain*; *Aggregation by Gain*; dan *Increment by Gain*. Tipologi perubahan yang mendominasi adalah Tipologi *Increment by Gain* dan Tipologi *Gain*, sedangkan Tipologi *Aggregation by Gain* sangat sedikit. Untuk selanjutnya tipologi tersebut diberikan bobot untuk dapat dilakukan asimulasi pada LandusSim sebagai berikut:

- Pembobotan untuk *No Change* sebesar 0 dengan asumsi tidak akan ada permukiman yang tumbuh pada wilayah tersebut
- Pembobotan untuk *Increment by Gain* sebesar 0,35 dengan asumsi permukiman yang akan bertumbuh cenderung membentuk pola menyebar cukup tinggi
- Pembobotan untuk *Gain* sebesar 0,35 dengan asumsi permukiman yang akan bertumbuh di tempat asalnya cukup tinggi
- Pembobotan untuk *Aggregation by Gain* sebesar 0,3 dengan asumsi permukiman yang akan bertumbuh cenderung beragrgrgasi tidak terlalu tinggi.

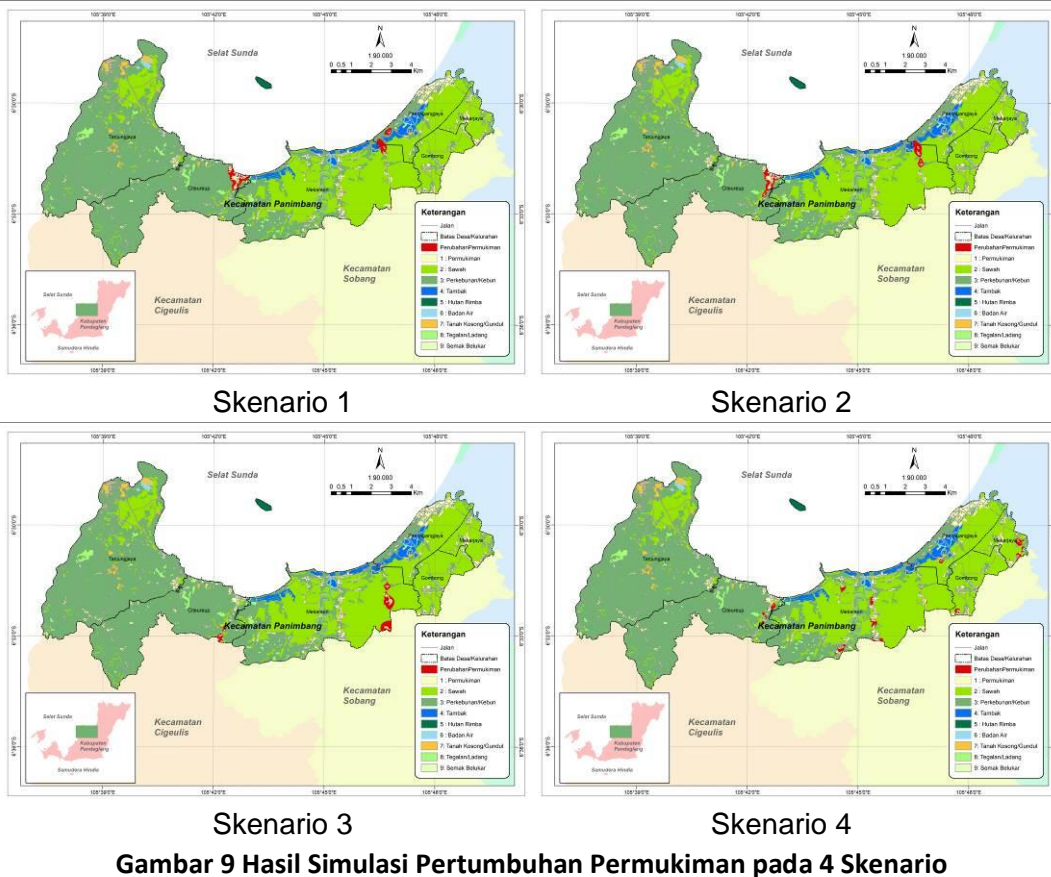
Hasil simulasi LanduseSim dengan nilai validasi 98.72% dengan pola perubahan lahan yang menyebar di seluruh Kecamatan Panimbang. Pertumbuhan permukiman sebagian besar cenderung menjauhi wilayah pesisir, walaupun ada beberapa permukiman yang tumbuh dekat dengan pesisir, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut.



Keterangan: ■ : Perubahan Permukiman

Gambar 8 Hasil Simulasi LanduseSim Sekenario 4

Hasil simulasi pertumbuhan permukiman pada 4 skenario menunjukkan beberapa perbedaan walaupun terdapat pola pertumbuhan yang hampir sama pada skenario 1 dan skenario 2. Untuk lebih jelasnya pola pertumbuhan permukiman tahun 2040 setiap skenario dapat dilihat pada gambar berikut.



SIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi, maka dapat disimpulkan beberapa kesimpulan berikut:

- Kecenderungan pertumbuhan permukiman pada skenario 1, skenario 2, dan skenario 3 cenderung bertumbuh di Desa Mekarsari dan Desa Citeureup pada koridor yang pertumbuhan yang sama, yang berbeda pada skenario 3 adalah pertumbuhan dimulai pada sisi terjauh dari garis pantai. Skenario 4 menunjukkan hal yang berbeda dimana pertumbuhan permukiman lebih tersebar.
- Pada Skenario 1 dan 2 pertumbuhan cenderung mendekati garis pantai, hal ini menunjukkan bahwa faktor jaringan jalan mendorong pertumbuhan permukiman dekat dengan pantai sangat kuat, sehingga walaupun terdapat faktor untuk menjauhi garis pantai pertumbuhan permukiman masih tumbuh di dekat garis pantai, sehingga memperbesar risiko bencana tsunami.
- Pada Skenario 3 pertumbuhan cenderung menjauhi garis pantai, ini berarti perlu faktor pendorong atau faktor penghambat yang kuat agar permukiman tumbuh jauh dari garis pantai.
- Skenario 4 dengan mempertimbangkan hasil LDT Tools untuk permukiman, tidak terdapat *Loss* (pengurangan luas lahan) permukiman, sehingga kemungkinan masyarakat telah menempati kembali permukiman asalnya pada tahun 2020. Pertumbuhan permukiman cenderung berada pada jalur Jalan Kolektor (dipinggir

pantai) dan Jalan Lokal, namun setelah dilakukan simulasi pertumbuhan, penyebaran pertumbuhan permukiman lebih banyak menjauhi kawasan pesisir, hal ini mungkin mengindikasikan mulai adanya kesadaran masyarakat akan bahaya tsunami pada masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahlia, S., Adiputra, A., Alwin, Najiyullah, M. A., Kamzia, & Rahmadiansyah, F. K. (2020). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Pasca Kejadian Tsunami Tahun 2018 Sebagai Rekomendasi Tata Ruang Di Pesisir Pantai Kecamatan Panimbang, Pandeglang, Banten. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 4(1), 8-16. <https://doi.org/10.29405/jgel.v4i1.3640>
- Pratomoatmojo, N. A. (2018), LanduseSim Algorithm: Land Use Change Modeling by Means of Cellular Automata and Geographic Information System. IOF Conf. Series: Earth and Environmental Science 202012020. DOI:10.1088/1755-1315/202/1/012020
- Pratomoatmojo, N. A. (2018), Permodelan Perubahan Penggunaan Lahan Berbasis Cellular Automata dan Sistem Informasi Geografis dengan Menggunakan LanduseSim. *JURNAL PENATAAN RUANG* Vol. 13, No. 1, (2018) ISSN: 2716-179X (1907-4972 Print)
- Pratomoatmojo, N. A. (2014), LanduseSim sebagai aplikasi pemodelan dan simulasi spasial perubahan penggunaan lahan berbasis Sistem Informasi Geografis dalam konteks perencanaan wilayah dan kota. Department of Urban and Regional Planning, ITS, ISBN: 978-602-71612-0-7
- Surmayadi, M. (2012). Evaluasi Risiko Bencana Tsunami Kabupaten Banyuwangi Provinsi Jawa Timur. Bandung: Pusat Vulkanologi dan Bencana Geologi.
- Kusrini, Suharyadi, & Hardoyo, S. R. (2011). Perubahan Penggunaan Lahan dan Faktor yang Mempengaruhinya di Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. *Majalah Geografi Indonesia*, 25(1), 25–40. <https://doi.org/10.22146/mgi.13358>
- Yudhicara, & Budiono, K. (2008). Tsunamigenik di Selat Sunda: Kajian terhadap katalog Tsunami Soloviev. *Jurnal Geologi Indonesia*, 3(4), 241– 251. <https://doi.org/10.17014/ijog.vol3no.4.20086>
- Wolfram, S. Cellular automata as models of complexity. *Nature* 311, 419–424 (1984). <https://doi.org/10.1038/311419a0>
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pandeglang, Kabupaten Pandeglang Dalam Angka 2021 (2021). Katalog BPS: 11020011.3601
- BNPB, Risiko Bencana Indonesia, 2016. https://inarisk.bnppb.go.id/pdf/Buku%20RBI_Final_low.pdf
- Badan Standarisasi Nasional (2004), SNI 003-1733-2004 tentang Tata Cara Perencanaan Lingkungan Perumahan di Perkotaan.