
Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan sebagai Pendekatan dalam Upaya Pengurangan Risiko Bencana di Indonesia

Melati, Djati Mardiatno, Sri Rum Giyarsih

Magister Geografi, Minat Studi MPPDAS, Fakultas Geografi-UGM
sekarmelathi@mail.uqm.ac.id

Article History

accepted 05/08/2021

approved 15/08/2021

published 11/09/2021

Abstrak

Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap bencana alam sehingga diperlukan upaya yang lebih komprehensif dan sistematis untuk mengurangi risiko bencana. Secara teoritis, pengurangan risiko bencana dapat dicapai salah satunya melalui perencanaan spasial dengan pendekatan pemodelan perubahan penggunaan lahan. Namun, secara praktik, bagaimana pendekatan tersebut dapat diterapkan, khususnya di Indonesia, masih belum terdefinisikan dengan jelas. Oleh karena itu, kajian ini dilakukan untuk mendiskusikan terapan pemodelan perubahan penggunaan lahan sebagai pendekatan dalam upaya pengurangan risiko bencana dalam lingkup perencanaan spasial. Dengan metode studi literatur, paper ini akan mengkaji berbagai penerapan yang sudah dilakukan pada studi-studi sebelumnya. Hasil kajian terhadap beberapa penelitian menunjukkan bahwa model guna lahan dapat digunakan untuk menentukan nilai kerentanan sebuah area terhadap suatu bencana. Dapat disimpulkan dari kajian ini bahwa pemodelan perubahan penggunaan lahan merupakan pendekatan yang dapat digunakan untuk mengurangi risiko bencana melalui perencanaan spasial.

Kata kunci: *perubahan penggunaan lahan, bencana, perencanaan spasial*

PENDAHULUAN

Wilayah Indonesia sangat rawan terhadap berbagai bencana alam seperti gempa bumi, tsunami, dan letusan gunung api dikarenakan letak geografisnya yang berada di jalur Cincin Api Pasifik dan terletak di titik pertemuan empat lempeng tektonik utama dunia (Siagian dkk., 2012). *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters* (2018) menyebutkan bahwa peristiwa paling mematikan di dunia pada tahun 2018 terjadi di Indonesia yaitu gempa bumi Palu-Donggala pada bulan September yang menyebabkan 4.340 orang meninggal atau hilang, disusul gempa bumi Lombok pada bulan Agustus yang menyebabkan 564 orang meninggal atau hilang. Indonesia mencatat hampir setengah dari total kematian global (47%) yang diakibatkan oleh bencana alam. Dalam dua dekade terakhir, telah terjadi peningkatan jumlah korban jiwa dan kerugian secara ekonomi akibat bencana alam sehingga diperlukan upaya yang lebih komprehensif dan sistematis untuk mengurangi risiko bencana (Djalante dkk., 2012).

Menurut UU RI No.24 Tahun 2007 tentang Penanggulangan Bencana, risiko bencana adalah potensi kerugian yang ditimbulkan akibat bencana pada suatu wilayah dan kurun waktu tertentu yang dapat berupa kematian, luka, sakit, jiwa terancam, hilangnya rasa aman, mengungsi, kerusakan atau kehilangan harta, dan gangguan kegiatan masyarakat. Wibowo (2017) menjelaskan bahwa risiko merupakan konsekuensi dari hasil interaksi antara bahaya dengan kerentanan. Penaksiran risiko ditujukan untuk menganalisa potensi bahaya dan mengevaluasi wilayah yang terdapat kerentanan. Pengurangan Risiko Bencana (PRB) mendasar pada konsep pikir pengurangan ancaman, pengurangan kerentanan, dan penguatan kapasitas (Muta'ali, 2014). Pada tahun 2005, Hyogo Framework for Action (HFA Kerangka Aksi Hyogo) mengamanatkan beberapa tindakan dalam melakukan upaya PRB sampai dengan tahun 2015 yang kemudian dilanjutkan menjadi Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (SF Kerangka Kerja Sendai) sampai dengan tahun 2030. Baik dalam HFA maupun SF menyebutkan bahwa tata ruang atau lebih spesifiknya perencanaan tata guna lahan memiliki peran penting dalam pengurangan risiko bencana termasuk melakukan pembatasan pembangunan di kawasan rawan bencana. Dalam SF disebutkan bahwa perencanaan tata guna lahan merupakan instrumen yang dapat digunakan untuk (1) menguatkan tata kelola risiko bencana, (2) meningkatkan kesiapsiagaan bencana, dan (3) meningkatkan ketangguhan terhadap bencana. Perencanaan tata guna lahan sendiri adalah metode untuk mengalokasikan lahan untuk penggunaan yang berbeda di masa depan, berdasarkan penggunaan saat ini dan proyeksi pertumbuhannya yang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor (Sutanta, 2013).

Kaitannya dengan PRB, perencanaan tata guna lahan adalah sarana untuk mengumpulkan dan menganalisis informasi tentang kesesuaian untuk pengembangan lahan yang berpotensi terkena bencana alam (Burby dkk., 2000). Salah satu perangkat untuk merencanakan tata guna lahan adalah dengan melakukan skenario atau pemodelan guna mengetahui penggunaan lahan di masa depan (Xiang dan Clarke, 2003). Verburg et al. (2004) menyebutkan bahwa pemodelan merupakan metode yang tepat untuk mengamati dinamika dalam sistem penggunaan lahan. Dengan pemodelan, interaksi dalam sistem penggunaan lahan dapat direpresentasikan secara artifisial untuk mengeksplorasi kemungkinan perkembangan penggunaan lahan di masa depan. Kemampuan model untuk mengeksplorasi dan memproyeksikan keadaan di masa depan dapat digunakan sebagai masukan dalam pengambilan keputusan tata guna lahan. MPW, ITB and JICA (2014) menyebutkan bahwa proyeksi penggunaan lahan harus dipertimbangkan sebagai masukan bagi langkah pengurangan risiko bencana dalam penyusunan rencana spasial.

Berdasarkan beberapa penelitian tersebut, dapat dikatakan bahwa secara teoritis pemodelan perubahan penggunaan lahan dapat digunakan sebagai

pendekatan dalam perencanaan spasial yang dapat mengakomodasi pengurangan risiko bencana. Namun, secara praktik, bagaimana pendekatan tersebut dapat diterapkan khususnya di Indonesia? Wijaya dkk. (2017) menyebutkan bahwa beberapa penelitian sudah mengkaji bahwa PRB dapat diintegrasikan dengan rencana spasial di Indonesia namun masih belum ada pendekatan yang jelas untuk mengintegrasikannya. Tujuan dari kajian ini adalah untuk mendiskusikan terapan pemodelan perubahan penggunaan lahan sebagai pendekatan dalam upaya pengurangan risiko bencana dalam lingkup perencanaan spasial. Kajian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa informasi dan gambaran kepada para pemangku kepentingan dalam bidang perencanaan spasial mengenai bagaimana penggunaan pemodelan perubahan penggunaan lahan secara teknis dapat digunakan sebagai pendekatan dalam analisis kebencanaan untuk penyusunan rencana tata ruang wilayah yang mengarusutamakan pengurangan risiko bencana.

METODE

Paper ini menggunakan kajian literatur untuk membahas penerapan pemodelan penggunaan lahan dalam upaya pengurangan risiko bencana. Pembahasan akan dilakukan mengacu pada beberapa penelitian yang sudah pernah dilakukan oleh Promper dkk. (2014), Nath dkk. (2020), dan Nguyen dkk. (2021). Dasar pemilihan penelitian yang dibahas pada paper ini adalah bahwa ketiga penelitian tersebut merupakan penelitian yang paling mutakhir dan dapat mewakili beberapa jenis bencana yang berbeda. Struktur pembahasan dalam paper ini akan dibagi menjadi tiga bagian, bagian pertama adalah penjelasan mengenai pemodelan perubahan penggunaan lahan, bagian kedua adalah pembahasan penerapan pemodelan untuk pengurangan risiko bencana yang didasarkan pada penelitian, dan bagian ketiga adalah diskusi mengenai peluang dan tantangan penerapannya dalam upaya PRB di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pemodelan perubahan penggunaan lahan

Menurut Nong dan Du (2010), pemodelan spasial perubahan penggunaan lahan sangat populer pada dua dekade terakhir karena semakin berkembangnya teknologi komputer, ketersediaan data spasial, dan kebutuhan akan inovasi pengambilan keputusan dalam perencanaan. Saat ini, studi pemodelan perubahan penggunaan lahan fokus pada berbagai aspek, salah satunya adalah untuk penilaian dampak perubahan penggunaan lahan pada lingkungan (Noszczyk, 2019) yang dapat juga dikaitkan dengan bencana alam. Singkatnya, model perubahan penggunaan lahan adalah alat praktis dan berguna yang dapat melengkapi analisis perubahan penggunaan lahan dan memberikan dasar untuk pengambilan keputusan yang rasional.

Committee on Needs and Research Requirements for Land Change Modelling (2014) mengkaji setidaknya terdapat enam pendekatan dalam pemodelan perubahan penggunaan lahan, yaitu: (1) *machine learning and statistic*; (2) *cellular*; (3) *sector-based economic*; (4) *spatially disaggregated economic*; (5) *agent-based*, dan (6) *hybrid approaches*. Pendekatan *machine learning and statistical* dan *cellular* cenderung menggunakan informasi penggunaan lahan dari citra satelit dan menjadikan kecenderungan perubahan sebagai dasar dari pemodelan. *Sector-based economic*, *spatially disaggregate economic*, dan *agent-based* lebih berfokus pada informasi ilmu sosial mengenai proses perubahan penggunaan lahan dan sebagian besar hanya menyediakan informasi kualitatif tentang prediksi perubahan penggunaan lahan (Nurwijayanti, 2018).

Tidak ada satu pendekatan yang dikatakan sebagai pendekatan yang terbaik untuk pemodelan perubahan penggunaan lahan. Penentuan pendekatan yang tepat

ditentukan berdasarkan tujuan penggunaan dan ketersediaan data (Noszczyk, 2019). Beberapa model sangat sensitif terhadap kualitas data yang digunakan sedangkan beberapa model lainnya mampu dioperasikan dengan data berkualitas rendah.

2. Penerapan pemodelan untuk pengurangan risiko bencana

Terdapat beberapa penelitian yang membahas mengenai pemodelan perubahan lahan dan kaitannya dengan risiko bencana. Dalam paper ini akan dibahas tiga penelitian yang masing masing memiliki perbedaan dalam jenis pemodelan dan jenis bencananya namun memiliki penerapan yang sama dalam upaya pengurangan risiko bencana. Penelitian pertama adalah penelitian oleh Promper dkk. (2014) yang melakukan pemodelan perubahan penggunaan lahan di Waidhofen yang merupakan wilayah rawan longsor di Austria. Pendekatan pemodelan yang digunakan adalah pendekatan *hybrid* yang menggabungkan pendekatan statistik, *cellular*, dan *agent-based* yang melibatkan pemerintah setempat guna memberikan suatu aturan keputusan yang menentukan urutan perubahan jenis tutupan lahan sesuai dengan skenario pengembangan. Data utama yang digunakan dalam pemodelan ini adalah foto udara yang kemudian akan diolah menjadi peta penggunaan lahan untuk beberapa tahun pengamatan. Hasil pemodelan menunjukkan bahwa di masa depan akan terjadi peningkatan hutan yang mengakuisisi luas padang rumput. Selain itu, luas lahan terbangun juga akan bertambah khususnya di wilayah timur laut dan lereng bukit di bagian selatan Waidhofen yang ternyata merupakan zona yang memiliki histori longsor di masa lalu. Promper (2014) menyebutkan bahwa pemodelan ini dapat menunjukkan pola perkembangan spasial elemen lahan yang berisiko longsor sehingga dapat digunakan sebagai masukan untuk manajemen risiko bencana di wilayah tersebut.

Penelitian kedua adalah penelitian oleh Nath dkk. (2020) yang melakukan penilaian risiko gempabumi di Kota Dujiyangyan, Tiongkok. Pemodelan perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan pendekatan *Markov-Cellular Automata* dan dilakukan untuk tahun 2025, 2030, dan 2040. Penggunaan lahan di tahun yang akan datang ini kemudian digunakan sebagai komponen untuk memetakan nilai risiko di wilayah tersebut. Pemetaan nilai risiko masa depan dilakukan menggunakan pendekatan *Multi Criteria Evaluation* (MCE) dan pembobotan yang menggabungkan informasi dari beberapa komponen untuk membentuk satu indeks. Selain penggunaan lahan hasil pemodelan, komponen yang digunakan untuk menghitung risiko adalah nilai kerapatan kelurusan, garis patahan, titik episentrum gempabumi, kondisi geologi, kemiringan lahan, dan *Digital Elevation Model* (DEM). Hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa kategori risiko sangat tinggi akan tumbuh sekitar 2,5 kali lipat pada tahun 2040, namun kategori risiko rendah sampai sangat rendah juga cenderung turun. Dalam pemodelan ini juga didapatkan kecenderungan meningkatnya luas lahan terbangun yang memiliki potensi risiko tinggi. Nath dkk. (2020) menyebutkan bahwa penggunaan pemodelan perubahan penggunaan lahan untuk penilaian risiko dapat membantu memantau potensi bencana di masa yang mendatang dan dapat menunjukkan area yang kemungkinan terpapar bencana sehingga dapat dijadikan sebagai bahan analisis oleh para pemangku kepentingan untuk pengambilan keputusan terkait pengurangan risiko bencana.

Penelitian ketiga adalah penelitian oleh Nguyen dkk. (2021) yang melakukan penilaian risiko bencana banjir di Provinsi Quang Ngai, Vietnam untuk tahun 2040. Penilaian risiko dilakukan dengan menggabungkan nilai bahaya, keterpaparan, dan kerentanan yang kemudian dibobotkan dengan metode AHP. Hasil pemodelan perubahan penggunaan lahan digunakan untuk mengukur keterpaparan bersama dengan kepadatan penduduk, pemodelan hidrolika banjir dilakukan untuk menilai bahaya, dan tingkat kemiskinan serta sebaran sarana kesehatan digunakan untuk menilai kapasitas. Hasil dari penilaian risiko menunjukkan bahwa area dengan risiko

tinggi justru menurun pada tahun 2040 meskipun hasil pemodelan menunjukkan bahwa lahan yang memiliki risiko tinggi yaitu lahan terbangun meningkat pertumbuhannya. Penurunan area dengan risiko tinggi disebabkan oleh penurunan tingkat kemiskinan di tahun 2040. Nguyen (2021) menyebutkan bahwa penilaian risiko dalam penelitiannya dapat dijadikan strategi mitigasi banjir yang tepat dalam konteks urbanisasi yang cepat. Dengan penggunaan pemodelan, penilaian risiko banjir dapat dilakukan untuk waktu yang berbeda dan dapat menggambarkan kecenderungan yang mungkin terjadi di masa depan sehingga dapat membantu pengambil kebijakan untuk mengidentifikasi daerah prioritas yang membutuhkan penataan secara spasial.

3. Diskusi

Dari ketiga penelitian yang sudah dibahas, terdapat persamaan dalam memposisikan penggunaan lahan dalam konsep risiko bencana, yaitu guna lahan sebagai elemen yang dapat menentukan nilai kerentanan sebuah area terhadap suatu bencana. Nath dkk. (2020) dan Nguyen dkk. (2021) menggunakan prediksi penggunaan lahan di masa depan untuk menghitung risiko bencana yang diharapkan dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam perencanaan penataan spasial di wilayah tersebut. Promper (2014) juga menekankan bahwa pola perkembangan spasial lahan di masa depan sangat bagus digunakan sebagai masukan dalam manajemen pengurangan risiko bencana.

Penataan spasial di Indonesia diwujudkan dalam produk rencana tata ruang wilayah baik secara umum (RTRW) atau secara rinci (RDTR) yang menurut UU No.26 Tahun 2007 penyelenggaraannya harus terintegrasi dengan PRB. Secara teknis, diatur dalam Peraturan Menteri Agraria dan Tata Ruang No.1 Tahun 2018 disebutkan bahwa analisis bencana wajib disertakan dalam proses penyusunan rencana tata ruang. Berdasarkan hal tersebut, penggunaan pemodelan perubahan penggunaan lahan dapat menjadi pilihan pendekatan untuk analisis risiko bencana dalam lingkup penyusunan rencana spasial karena dapat menggambarkan keadaan di masa depan. Yang menjadi tantangan menurut Nguyen dkk. (2021) adalah ketersediaan dan ketepatan data yang akan digunakan sebagai input dalam pemodelan karena keakuratan model ditentukan oleh kualitas data.

SIMPULAN

Pemodelan perubahan penggunaan lahan dapat digunakan sebagai pendekatan dalam upaya pengurangan risiko bencana khususnya dalam lingkup perencanaan spasial karena beberapa bencana alam seperti banjir, gempa bumi, dan tanah longsor merupakan bencana dengan relevansi spasial yang tinggi. Pemodelan guna lahan dapat dimanfaatkan sebagai input dalam penilaian risiko bencana dan dapat dijadikan sebagai landasan pembuatan kebijakan penataan ruang. Pemodelan guna lahan dapat digunakan sebagai metode tunggal atau dikombinasikan dengan metode lain sebagai alat analisis kebencanaan yang nantinya dapat dijadikan masukan dalam penyusunan perencanaan tata ruang di Indonesia seperti Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW), Rencana Detail Tata Ruang Wilayah (RDTR), dan Rencana Tata Ruang (RTR).

DAFTAR PUSTAKA

- Burby, R. J., Deyle, R. E., Godschalk, D. R., & Olshansky, R. B. (2000). Creating hazard resilient communities through land-use planning. *Natural Hazard Review*, 126(May), 99–106.
- Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. (2018). Natural Disaster 2018. In *Emergency Events Database*. <https://www.emdat.be/>

-
- Djalante, R., Thomalla, F., Sinapoy, M. S., & Carnegie, M. (2012). Building resilience to natural hazards in Indonesia: Progress and challenges in implementing the Hyogo Framework for Action. *Natural Hazards*, 62(3), 779–803.
- MPW, ITB, and JICA (2014) *The study of integrating climate change adaptation with spatial planning policies (phase 1)*. Ministry of Public Works, LAPI – Institute of Technology Bandung, Japan International Cooperation Agency, Jakarta
- Muta'ali, L. (2014). *Perencanaan Pengembangan Wilayah Berbasis Pengurangan Risiko Bencana*. Badan Penerbit Fakultas Geografi.
- Nath, B., Wang, Z., Ge, Y., Islam, K., Singh, R. P., & Niu, Z. (2020). Land use and land cover change modeling and future potential landscape risk assessment using Markov-CA model and analytical hierarchy process. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(2).
- National Research Council. (2014). *Advancing Land Change Modeling: Opportunities and Research Requirements*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Nguyen, H. D., Fox, D., Dang, D. K., Pham, L. T., Viet Du, Q. V., Nguyen, T. H. T., Dang, T. N., Tran, V. T., Vu, P. L., Nguyen, Q. H., Nguyen, T. G., Bui, Q. T., & Petrisor, A. I. (2021). Predicting future urban flood risk using land change and hydraulic modeling in a river watershed in the central province of Vietnam. *Remote Sensing*, 13(2), 1–24.
- Nong, Y., & Du, Q. (2011). Urban growth pattern modeling using logistic regression. *Geo-Spatial Information Science*, 14(1), 62–67.
- Noszczyk, T. (2019). A review of approaches to land use changes modeling. *Human and Ecological Risk Assessment*, 25(6), 1377–1405.
- Nurwijayanti, A. (2018). *Pemodelan Perubahan Penggunaan Lahan Untuk Mendukung Inisiatif Smart City*. Universitas Gadjah Mada.
- Promper, C., Puissant, A., Malet, J. P., & Glade, T. (2014). Analysis of land cover changes in the past and the future as contribution to landslide risk scenarios. *Applied Geography*, 53, 11–19
- Siagian, T. H., Puhadi, P., Suhartono, S., & Ritonga, H. (2014). Social vulnerability to natural hazards in Indonesia: Driving factors and policy implications. *Natural Hazards*, 70(2), 1603–1617.
- Sutanta, H., Rajabifard, A., & Bishop, I. D. (2013). Disaster risk reduction using acceptable risk measures for spatial planning. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(6), 761–785.
- Verburg, P. H., Ritsema van Eck, J. R., de Nijs, T. C. M., Dijst, M. J., & Schot, P. (2004). Determinants of land-use change patterns in the Netherlands. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31(1), 125–150.
- Wibowo, Y. A. (2017). *Penataan Ruang Berbasis Risiko Bencana Banjir Luapan Sungai Comal Hilir di Kabupaten Pematang, Provinsi Jawa Tengah*. Universitas Gadjah Mada.
- Wijaya, N., Bisri, M. B. F., Aritenang, A. F., & Mariany, A. (2017). *Spatial Planning, Disaster Risk Reduction, and Climate Change Adaptation Integration in Indonesia: Progress, Challenges, and Approach*. 235–252.
- Xiang, W. N., & Clarke, K. C. (2003). The use of scenarios in land-use planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30(6), 885–909.